

ИНЖЕНЕРНЫЯ
ЗАПИСКИ

4

Е.Т.У.



1936
Перевірено 35 р.

ИНЖЕНЕРНЫЯ

ЗАПИСКИ,

ИЗДАВАЕМЫЯ

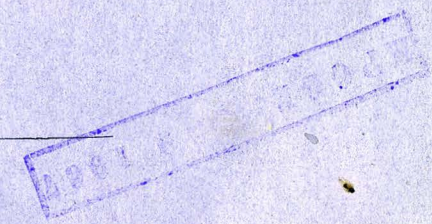
конференцію института инженеровъ путей сообщенія.

ТЕКСТЪ.

ТОМЪ ЧЕТВЕРТЫЙ.

Выпускъ I.

(Съ 8 листами чертежей въ особомъ атласѣ).



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Министерства Путей Сообщенія (А. Бензе),
по Фонтанкѣ № 99.

1877.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

	СТР.
Отчетъ о состояніи Института Инженеровъ Путей Сооб- щенія за 1876 годъ	1
Производство силою воды механическихъ дѣйствій для про- пуска судовъ сквозь шлюзы (съ чертежами на листѣ I). Инженера <i>Геннемана</i>	1
Тахеометръ Крейтера (съ чертежами на листѣ II). Инже- нера <i>Ваніорскаго</i>	15
Опредѣленіе опаснаго положенія неизмѣнно связанныхъ грузовъ на мостовой балкѣ (съ чертежами на листѣ II). Инженера <i>Николаи</i>	28
Вліяніе качества воды на величину пробѣга паровоза безъ промывки и способы очищенія воды отъ примѣсей. Ин- женера барона <i>Θ. Штейнгеля</i>	85
Шведскіе порты (съ чертежами на листахъ III—VII). Ин- женера <i>Нюберга</i>	116
Желѣзно-дорожные сигналы и системы регулированія дви- женія поѣздовъ во Франціи (съ чертежами на листѣ VIII). Инженера <i>М. Рутковскаго</i>	189

Приложенія.

Шестое продолженіе Каталога желѣзно-дорожной колекціи
Библіотеки Института Инженеровъ Путей Сообщенія.

ИНЖЕНЕРНЫЯ ЗАПИСКИ,

ИЗДАВАЕМЫЯ

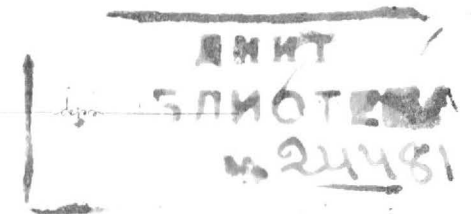
конференціею института инженеровъ путей сообщенія.

ТЕКСТЪ.

ТОМЪ ЧЕТВЕРТЫЙ.

Выпускъ I.

(Съ 8 листами чертежей въ особомъ атласѣ).



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Министерства Путей Сообщенія (А. Бенке),
по Фонтанкѣ № 99.

1877.

Печатано по распоряженію Конференціи Института Инженеровъ Путей
Сообщенія.

ОТЧЕТЪ

О СОСТОЯНІИ

ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРОВЪ ПУТЕЙ СООБЩЕНІЯ

ЗА 1876 ГОДЪ.

I. ЛИЧНЫЙ СОСТАВЪ ИНСТИТУТА.

а) Административныя лица и учащіе.

Къ 1 января 1877 года въ институтѣ состояло 10 ад-
министративныхъ лицъ и учащихся 40. Изъ числа послѣднихъ:

Профессоровъ заслуженныхъ ординарныхъ	2
» ординарныхъ	4
» экстраординарныхъ	5
Преподавателей.	23
Репетиторовъ	6

Итого 40

Въ личномъ составѣ, назначенномъ по штату, была одна
вакансія экстраординарнаго профессора и двѣ репетиторовъ *).

Въ числѣ одиннадцати профессоровъ института девять

*) Вакантная профессорская кафедра временно занята преподавателемъ.

лицъ изъ инженеровъ, одинъ инженеръ-архитекторъ и одинъ докторъ математическихъ наукъ.

Изъ числа шести репетиторовъ института 5 изъ инженеровъ и одинъ кандидатъ университета.

Конференція института состояла къ 1 января 1877 года изъ председателя и тринадцати членовъ.

Въ теченіе 1876 года въ личномъ составѣ института произошли слѣдующія перемѣны:

Репетиторъ инженеръ надворный совѣтникъ Бѣлинскій избранъ экстраординарнымъ профессоромъ по кафедрѣ практической механики.

Избраны репетиторами инженеры коллежскіе секретари: Гордѣенко и Максименко.

Приглашенъ преподавателемъ высшей математики въ параллельномъ отдѣленіи I курса коллежскій ассесоръ Орловъ.

Приглашены для репетиціонныхъ занятій въ параллельныхъ отдѣленіяхъ I, II и III курсовъ инженеры титулярные совѣтники: Николай и Лукашевичъ, коллежскій секретарь Ляхницкій и кандидатъ математическихъ наукъ Тихомандрицкій.

Выбыли: преподаватель практической механики, инженеръ титулярный совѣтникъ Котляревскій и репетиторы: инженеры коллежскій ассесоръ Вознесенскій и титулярный совѣтникъ Богуславскій.

б) Учащіеся.

Къ 1 января 1876 года въ пяти курсахъ института состояло учащихся 650

Вновь поступило въ число учащихся 155

Въ 1876 году окончили полный курсъ въ институтѣ и получили дипломъ на званіе гражданскаго инженера 123

Уволены изъ института 50 *)

*) Изъ нихъ: по прошеніямъ 17, за неуплату за слушаніе лекцій 10; на основаніи правилъ для учащихся по невыдержанію экзамена 22 и умеръ 1.

Къ 1 января 1877 года въ пяти курсахъ института состояло учащихся 632, а именно:

Въ I курсѣ	211
» II »	113
» III »	121
» IV »	87
» V »	100

Итого. 632

Въ числѣ 632 учащихся находились:

Окончившихъ курсъ въ высшихъ учебныхъ заведеніяхъ 74

Окончившихъ курсъ въ училищахъ военныхъ, а также артиллерійскомъ и инженерномъ 12

Бывшихъ студентовъ университетовъ, не окончившихъ курса. 30

Окончившихъ курсъ въ среднихъ учебныхъ заведеніяхъ 516

Итого 632

По вѣроисповѣданіямъ лица эти распредѣлялись слѣдующимъ образомъ:

Православнаго исповѣданія	329
Католическаго.	183
Лютеранскаго и реформатскаго	47
Армяно - григоріанскаго	11
Магометанскаго	5
Еврейскаго.	57

Итого 632

По сословіямъ учащіеся института распредѣлялись:

Сыновей дворянъ и чиповниковъ	453
» священниковъ и церковнослужителей.	32
» пасторовъ	1

Сыновей почетныхъ гражданъ и купцовъ . . .	61
» мѣщанъ и ремесленниковъ . . .	64
» крестьянъ	9
» унтеръ офицеровъ	6
» иностранныхъ подданныхъ . . .	6

Итого . . . 632

По возрасту въ числѣ учащихся состояло:

Моложе 20 лѣтъ	194
Отъ 20 до 24 лѣтъ включительно . . .	349
» 25 — 29 »	80
Старше 30 лѣтъ »	9

Итого . . . 632

Средній возрастъ учащихся въ институтѣ 21 годъ и 8 мѣсяцевъ.

Въ числѣ учащихся института: двое имѣютъ степень магистра бывшей варшавской главной школы; тридцать три имѣютъ степень кандидата университета; шестнадцать степень дѣйствительнаго студента; одинъ горный инженеръ коллежскій секретарь; одинъ окончившій курсъ въ императорскомъ александровскомъ лицѣ; одинъ флота лейтенантъ, окончившій курсъ въ николаевской морской академіи, одинъ флота лейтенантъ, окончившій курсъ въ михайловской артиллерійской академіи; одинъ отставный подпоручикъ саперныхъ баталіоновъ, окончившій курсъ въ николаевской инженерной академіи; одинъ поручикъ корпуса топографовъ, окончившій курсъ въ константиновскомъ межевомъ институтѣ; одинъ отставный штабсъ-капитанъ арміи, съ званіемъ технолога 1 разряда; два отставныхъ штабсъ-капитана полевой артиллеріи; одинъ поручикъ полевой артиллеріи; одинъ отставный подпоручикъ полевой артиллеріи; одинъ поручикъ саперныхъ баталіоновъ; одинъ отставный подпоручикъ саперныхъ баталіоновъ; одинъ отставный прапорщикъ корпуса инженеръ-механиковъ; одинъ подпоручикъ арміи, два отставныхъ подпоручика арміи; одинъ от-

ставный прапорщикъ, состоявшій по адмиралтейству; пять технологовъ перваго разряда; одинъ инженеръ-механикъ, окончившій курсъ въ императорскомъ московскомъ техническомъ училищѣ; два гражданскихъ инженера, окончившихъ курсъ въ рижской политехнической школѣ; одинъ гражданскій инженеръ, окончившій курсъ въ парижской школѣ мостовъ и дорогъ; два гражданскихъ инженера цюрихскаго политехническаго института и пять гражданскихъ инженеровъ гентскаго университета.

Изъ числа 632 учащихся института было:

Стипендіатовъ штатныхъ	30
Стипендіатовъ изъ остатковъ отъ суммъ личнаго состава (сербскіе уроженцы)	2
Стипендіатъ государственнаго казначейства (болгарскій уроженецъ)	1
Стипендіатовъ различныхъ учреждений, вѣдомствъ и лицъ 31, а именно:	
Главнаго управленія намѣстника кавказскаго . . .	4
Войска донскаго	2
» кубанскаго	1
Терской области	3
Опекунскаго совѣта	6
4 апрѣля 1866 года	1
Генераль-адъютанта Чевкина	3
Инженеръ-генерала Мельникова	2
Инженера генераль-маіора Даненштерна	1
Инженеровъ генераль-лейтенанта Богдановича и генераль-маіора Лебедева	1
Инженера дѣйствительнаго статскаго совѣтника фонъ-Мекка	1
Инженера статскаго совѣтника Граве	1
Инженеровъ братьевъ Панаевыхъ	1
Инженеръ - подполковника Садовскаго	1
Инженера барона Штейнгеля	1

Статскаго совѣтника Башмакова 1
 Коммерціи совѣтника Губонина 1
 Сверхъ того освобождены отъ взноса платы за право
 слушанія лекцій 308 и изъ нихъ получили денежныя пособія 263.
 Движеніе числа учащихся за послѣднія десять лѣтъ видно
 изъ нижеслѣдующей сравнительной таблицы.

	къ 1 января.									
	1868	1869	1870	1871	1872	1873	1874	1875	1876	1877
Въ институтѣ состояло уча- щихся.	166	210	284	415	529	582	590	662	650	632

II. СОСТОЯНІЕ ИНСТИТУТА.

А) Учебныя пособія.

а) Библіотека.

1 января 1876 г. въ библіотекѣ числилось 12075 со-
 чиненій въ 20581 томѣ; въ теченіе 1876 года поступило но-
 выхъ сочиненій 512 въ 527 томахъ и 73 тома продолженій
 имѣющихся въ библіотекѣ сочиненій, такъ что къ 1 января
 1877 года въ библіотекѣ находилось 12587 сочиненій въ 21181
 томѣ печатныхъ и рукописныхъ.

Установка книгъ въ новомъ порядкѣ постоянно подвигается и доведена до 20958 томовъ.

Изъ приобрѣтеній 1876 года заслуживаютъ особеннаго
 вниманія: 1) отчеты о работахъ по улучшенію устьевъ Дуная;
 2) отчеты о работахъ с. готардскаго туннеля; 3) Монреаль-
 ный соборъ Гравина и 4) афинская архитектура Пенроза.

Библіотекою института продолжали пользоваться на осно-
 ваніи утвержденныхъ правилъ, кромѣ лицъ, принадлежащихъ

къ составу института, и другія лица вѣдомства путей сообще-
 нія и постороннія.

Кромѣ книгъ, входящихъ въ составъ главной библіотеки,
 учащіеся института пользовались и книгами особой учебной
 библіотеки, заключающей преимущественно справочныя книги
 и учебники, имѣющіе прямое отношеніе къ институтскому
 курсу.

Учебная библіотека института содержала къ концу 1875
 года 3398 томовъ; въ теченіе 1876 года поступило новыхъ
 сочиненій 82 тома; исключено за ветхостью къ употребленію
 56 томовъ. За тѣмъ къ 1 января 1877 года въ учебной би-
 бліотекѣ находилось 3424 тома.

б) Музеумъ.

Въ теченіе 1876 года, какъ видно изъ приложенной ниже
 вѣдомости, сдѣланы для музеума слѣдующія приобрѣтенія:

	къ 1 янва- ря 1876 г.	къ 1 янва- ря 1877 г.
Въ модельномъ кабинетѣ состояло моделей и при- боровъ.	439	443
Рабочихъ инструментовъ.	265	265
Въ физическомъ кабинетѣ состояло инструментовъ и приборовъ.	763	769
Въ геодезическомъ кабинетѣ состояло инструментовъ	325	325
Въ кабинетѣ строительныхъ матеріаловъ состояло образцовъ.	367	410
Въ минералогическомъ кабинетѣ состояло образ- цовъ.	5822	5822
Моделей кристалловъ.	120	120

Собраніе коллекцій продажныхъ сортовъ строительныхъ
 матеріаловъ продолжало пополняться и въ истекшемъ 1876
 году.

Музеумъ института, за исключеніемъ лѣтнихъ мѣсяцевъ,
 постоянно посѣщался публикою. Посѣтители пользовались под-
 робнымъ описаніемъ модельнаго кабинета.

в) Химическая лабораторія.

Въ химической лабораторіи института, независимо отъ посуды стеклянной, фарфоровой и металлической и химическихъ составовъ, въ 1875 году находилось приборовъ 194; въ 1876 году приобретено вновь приборовъ 110, за тѣмъ къ 1 января 1877 года состояло приборовъ 304.

Работы по окончательной отдѣлкѣ перестроенной химической лабораторіи возобновились въ маѣ мѣсяцѣ 1876 года и 24 того же октября послѣдовало торжественное освященіе ея. Къ этому времени были окончены всѣ строительныя работы, исключая окончательной окраски сосновыхъ половъ; къ тому же времени были установлены на соответственныхъ мѣстахъ новые столы для занятій студентовъ аналитическою химіею, химическіе очаги со стеклянными надъ ними колпаками и паровый кубъ, служащій одновременно для паровой сушки, для согрѣванія паромъ и для перегонки воды.

Въ перестроенной лабораторіи заключаются:

Въ нижнемъ этажѣ: сѣни съ парадною лѣстницею, ведущею во второй этажъ; при нихъ шинельная комната и комната съ ватерклозетами и мочевиками, 4 комнаты для занятій аналитическою химіею, въ томъ числѣ одна комната, отдѣленная корридоромъ, для производства взвѣшиванія, другая для работъ съ сѣрнистымъ водородомъ. Въ двухъ комнатахъ, назначенныхъ для обыкновенныхъ анализовъ, размѣщены столы для занятій студентовъ.

Установлено всего 8 одинокихъ и 4 двойныхъ столовъ съ 56 мѣстами, на которыхъ одновременно могутъ заниматься 56 человекъ. Каждое мѣсто въ свою очередь раздѣлено на два равныхъ отдѣленія, состоящихъ каждое изъ шкафика и ящика для уборки химическихъ приборовъ. Такъ какъ студенты работаютъ въ двѣ смѣны, то 112 человекъ имѣютъ каждый свой шкафикъ и ящикъ, запираемые ключами. На столы проведенъ газъ и противъ каждого изъ 56 мѣстъ имѣются

краны для химическихъ горѣлокъ, замѣнившихъ прежнія спиртовые лампы.

За тѣмъ въ нижнемъ этажѣ помѣщается еще комната лаборанта и черный выходъ съ лѣстницею, ведущею до чердака. Вышеозначенныя комнаты занимаютъ слѣдующее протяженіе:

Ватерклозетная	кв. саж. 3,2
Шинельная комната	» » 6,6
Комната для качественныхъ анализовъ	» » 8,9
Вторая комната для той же цѣли	» » 35,3
Вѣсовая	» » 8,2
Корридоръ между ними	» » 2,8
Для работъ сѣрнистымъ водородомъ	» » 2,1
Комната лаборанта	» » 11,5

Итого . кв. саж. 78,6

Въ комнатахъ для занятій студентовъ, лаборанта и сѣрнистовородной расположены 6 очаговъ со стеклянными колпаками и приспособленіями для работъ на газѣ, установлены два старыхъ очага (въ томъ числѣ одна песчаная баня), оба со стеклянными колпаками. Устроенъ новый мѣдный паровый кубъ, приспособленный для пароваго подогреванія, паровой сушки и перегонки. Возобновлены самодувная печь и мѣдный кубъ, для перегонки воды. Въ удобныхъ мѣстахъ расположены 7 чугунныхъ раковинъ съ кранами для чистой воды. Кромѣ горѣлокъ для подогреванія, расположены 27 горѣлокъ для вечерняго освѣщенія.

Верхній этажъ, предназначенный для чистой химіи, состоитъ изъ 6 комнатъ.

Прямо съ парадной лѣстницы большая сборная комната, которая можетъ быть обращена и для занятій чистою химіею. Къ сборной примыкаетъ съ одной стороны большая аудиторія на 180 слушателей, съ другой стороны меньшая комната, предназначенная, вмѣстѣ со слѣдующею комнатою, служить отдѣльною лабораторіею для специальныхъ занятій профессора или

лаборанта. Къ большой аудиторіи прилегаеъ комната для приготовления опытовъ и небольшая кладовая.

Протяженіе помянутыхъ комнатъ слѣдующее:

Сборная комната	кв.	саж.	23,5
Аудиторія	»	»	35,8
Комната для приготовления опытовъ »	»	»	11,5
Кладовая	»	»	2,1
2 комнаты спеціальной лабораторіи »	»	»	9,8

Итого кв. саж. 82,70

Въ верхнемъ этажѣ расположены 4 очага съ колпаками и приспособленіями для подогреванія газомъ, 5 раковинъ съ кранами для воды, 24 горѣлки для вечерняго освѣщенія и 4 солнечныхъ горѣлки для освѣщенія и усиленія вентиляціи въ аудиторіи.

Надъ ватерклозетною, шинельною и сѣрнистоводородною комнатами въ антресоли расположены три комнаты, изъ коихъ двѣ служатъ для жилья сторожамъ и одна кладовою для храненія посуды. Протяженіе этихъ трехъ комнатъ составляетъ въ сложности 12 кв. саж. У сторожей въ одной изъ комнатъ установлена раковина съ краномъ для воды.

Лабораторія отапливается: а) двумя чугунными калориферами системы Креля, съ двойными ребрами; б) кирпичнымъ калориферомъ системы Лешевича; в) одною утермарковскою печью. У сторожей, кромѣ того, устроена русская печь съ плитою въ очагѣ.

Наружный воздухъ входитъ къ большимъ калориферамъ четырьмя поддувалами, закрываемыми желѣзными щитами.

Для вытягиванія воздуха, почти въ срединѣ зданія, устроена большая вентиляціонная труба, вышиною въ 6 саж., при поперечномъ сѣченіи въ 12 кв. футовъ.

Каналы, расположенные частью въ стѣнахъ, частью подъ полами нижняго этажа, входятъ въ большую вытяжную трубу, которая такимъ образомъ сообщается со всѣми вентилируе-

мыми помѣщеніями лабораторіи. Для усиленія притока, въ вытяжной трубѣ устроена кошельковая чугунная печь, отапливаемая изъ нижняго этажа.

По смѣтѣ 1875 года на устройство лабораторіи ассигновано было 41144 рубля.

Въ счетъ этой суммы произведено работъ:

1) Общихъ строительныхъ работъ, какъ-то: работъ земляныхъ, плотничныхъ, столярныхъ, каменныхъ, печныхъ, штукатурныхъ, кровельныхъ, малярныхъ, стекольныхъ и нѣкоторыхъ оптовыхъ на сумму	29564 р. 91 к.
2) работъ, относящихся до отопленія и вентиляціи, на сумму	3880 »
3) водопроводныхъ работъ, на сумму	1618 » 50 »
4) газопроводныхъ работъ, на сумму	1265 » 20 »
5) мебельныхъ работъ, на сумму	1820 » — »
6) установленъ новой системы паровый кубъ, на сумму	660 » — »
Итого . . .	38808 р. 61 к.*

Израсходовано на техническій надзоръ 2287 р. 55 к. и предстоитъ еще уплатить 40 р. 94 к.

2328 « 49 »

Всего . 41137 р. 10 к.

Остается не израсходованными. . 6 « 90 »

г) Механическая лабораторія.

Въ механической лабораторіи института къ концу 1875 года состояло приборовъ 69 и машинъ 20. Въ теченіе 1876 г. приобрѣтены три прибора (въ томъ числѣ приборъ Михаэлиса

*) Изъ 38808 р. 61 к. удержано, до окончанія сроковъ годовой отчетности, 482 руб. 76 коп.

для испытанія растворовъ) и одна машина строгальная для изготовленія каменныхъ и металлическихъ образцовъ, такъ что къ 1 января 1877 г. состояло въ механической лабораторіи всего 72 прибора и 1 машина.

Для механической лабораторіи института заказанъ, съ разрѣшенія правительства, на заводѣ Клетта въ Нюрнбергѣ-большій гидравлическій прессъ системы Вердера, приспособленный къ испытанію механическаго сопротивленія матеріаловъ при сжатіи, вытягиваніи и скручиваніи, а равно для точнаго опредѣленія прогиба балокъ. Прессъ этотъ доставленъ изъ Нюрнберга въ Петербургъ въ послѣднихъ числахъ 1876 г. со всѣми относящимися къ нему механизмами. Установка прессы будетъ окончена къ началу учебнаго курса 1877/8, дабы въ этомъ году можно было воспользоваться прессомъ, какъ для научныхъ изслѣдованій, такъ и при преподаваніи строительной механики въ институтѣ.

Въ теченіе 1876 г. въ механической лабораторіи произведены, между прочимъ, испытанія гранита выборгскихъ мѣсторожденій и известняка изъ Жигулевскихъ горъ для моста чрезъ р. Волгу на Оренбургской желѣзной дорогѣ, а равно известняковъ тульскихъ мѣсторожденій для моста въ г. Тулѣ.

Въ 1876 году положено при механической лабораторіи начало кабинету испытанныхъ строительныхъ матеріаловъ изъ различныхъ мѣстностей Россіи.

В) Денежныя средства института.

По смѣтѣ 1876 г. на содержаніе лицъ административной и учебной части назначено	86276 р. — к.
Израсходовано	85794 » 44 »
Въ остаткѣ	481 р. 56 к. *)

*) Изъ этой суммы предстоитъ расходъ въ 315 р. 97 к., который будетъ произведенъ въ 1877 году.

На стипендіи и пособія учащимся назначено было по смѣтѣ 1876 г.	21300 р. — к.
Израсходовано	18935 » — »
Въ остаткѣ	2365 р. — к. *).
На хозяйственные расходы назначено было по смѣтѣ 1876 г.	40616 р. — »
Израсходовано	32682 » 87 »
Въ остаткѣ	7933 р. 13 к. **)
Всего по смѣтѣ 1876 года на содержаніе института назначено.	148192 » — »
Израсходовано	137412 » 31 »
Въ остаткѣ	10779 р. 69 к.

Въ 1876 г. поступило платы съ учащихся за право слушанія лекцій въ институтѣ. 15125 р.

1) Капитала для пособій недостаточнымъ учащимся института состояло къ 1 января 1876 г. въ процентныхъ билетахъ и наличными деньгами	5994 р. 66 к.
Въ 1876 г. поступило пожертвованій	27 » 13 »
Проценты на билеты.	299 » — »
Всего.	6320 р. 79 к.
Израсходовано на выдачу пособій.	615 » — »

*) Остатокъ этотъ образовался:

1. Изъ двухъ стипендій для учащихся изъ болгарскихъ уроженцевъ въ 1876 г. была занята одна только шесть мѣсяцевъ, а потому въ остаткѣ. 475 р.
2. Невыданнаго пособія за неявку. 75 »
3. Пособій, перенесенныхъ на 1877 годъ 1815 »

**) Изъ этой суммы предстоитъ расходъ до 7800 руб., который будетъ произведенъ въ 1877 году.

Затѣмъ къ 1 января 1877 года
состояло въ остаткѣ 5705 р. 79 к.

2) Капитала для стипендіи въ институтѣ въ память счастливаго избавленія
Государя Императора отъ руки убійцы
4 апрѣля 1866 года, къ 1 января 1876
года въ процентныхъ билетахъ и на-
личными деньгами состояло 6682 » 86 »
Въ 1876 г. поступило процентовъ 330 » — »

Всего. 7012 р. 86 к.

Израсходовано на выдачу стипен-
діи одному учащемуся института 300 »

Затѣмъ 1 января 1877 года со-
стояло въ остаткѣ 6712 » 86 »

3) Капитала для стипендіи въ ин-
ститутѣ имени инженеръ-подполковника
Садовскаго въ процентныхъ билетахъ и
наличными деньгами къ 1 января 1876
года состояло 5858 » 42 »
Въ 1876 г. поступило процентовъ 303 » — »

Всего. 6161 р. 42 к.

Израсходовано на выдачу стипендіи
одному учащемуся института 300 » — »

За тѣмъ къ 1 января 1877 года
состояло въ остаткѣ 5861 » 42 »

4) Капитала для стипендіи имени
инженеръ - генерала Павла Петровича
Мельникова, въ процентныхъ билетахъ и

наличными деньгами къ 1 января 1876
года состояло 7573 р. 39 к.

Процентовъ на билеты 352 » — »

Всего. 7925 р. 39 к.

Израсходовано на выдачу стипен-
діи одному учащемуся института 300 » — »

Затѣмъ къ 1 января 1877 года
состояло въ остаткѣ 7625 » 39 »

5) Капитала, пожертвованнаго ли-
цами, участвовавшими при построеніи
Курско - Харьково - Азовской желѣзной
дороги, на учрежденіе въ институтѣ сти-
пендіи имени инженеръ-генерала Мель-
никова, состояло въ процентныхъ биле-
тахъ и наличными деньгами къ 1 ян-
варя 1876 года. 6140 » — »

Въ 1876 г. поступило процентовъ. 300 » — »

Итого. 6440 р. — к.

Израсходовано на выдачу стипен-
діи одному учащемуся института 300 » — »

Затѣмъ къ 1 января 1877 г.
въ остаткѣ 6140 » — »

6) Капитала, пожертвованнаго на
учрежденіе въ институтѣ стипендіи
имени инженера барона Штейнгеля,
процентными билетами и наличными
деньгами къ 1 января 1876 года
состояло 5843 » — »

Получено процентовъ 302 » 50 »

Всего. 6145 р. 50 к.

Израсходовано на выдачу стипендіи одному учащемуся института . . . 300 р. — к.

За тѣмъ 1 января 1877 года состояло въ остаткѣ 5845 » 50 »

7) Капитала, пожертвованнаго на учрежденіе въ институтѣ стипендіи имени коммерціи совѣтника Петра Іоновича Губонина, процентными билетами и наличными деньгами къ 1 января 1876 года состояло 5651 » 25 »

Получено процентовъ 302 » 50 »

Всего. . . 5953 р. 75 к.

Израсходовано на выдачу стипендіи одному учащемуся института . . . 300 » — »

Затѣмъ къ 1 января 1877 года состояло въ остаткѣ 5653 » 75 »

8) Капитала, пожертвованнаго инженерами братьями Ипполитомъ и Валеріаномъ Панаевыми, на учрежденіе въ институтѣ стипендіи ихъ имени, процентными билетами и наличными деньгами къ 1 января 1876 года состояло . . . 6183 » 34 »

Получено процентовъ 300 » — »

Всего. . . 6483 р. 34 к.

Израсходовано на выдачу стипендіи одному учащемуся института . . . 208 » 33 »

Затѣмъ къ 1 января 1877 года состояло въ остаткѣ 6275 » 1 »

9) Капитала, пожертвованнаго на учрежденіе въ институтѣ стипендіи имени инженера Семена Ивановича Граве, процентными билетами и наличными деньгами къ 1 января 1876 г. состояло . 6175 р. — к.
Получено процентовъ 300 » — »

Всего. . . 6475 р. — к.

Израсходовано на выдачу стипендіи одному учащемуся института . 300 » — »

Затѣмъ къ 1 января 1877 года состояло въ остаткѣ 6175 » — »

10) Капитала, пожертвованнаго на учрежденіе въ институтѣ стипендіи имени генераль-маіора Владиміра Антоновича Данинштерна, процентными бумагами и наличными деньгами къ 1 января 1876 г. состояло 5661 » 75 »
Получено процентовъ. 302 » 50 »

Всего. . . 5964 р. 25 к.

Израсходовано на выдачу стипендіи одному учащемуся института . . 300 » — »

Затѣмъ къ 1 января 1877 года состояло въ остаткѣ 5664 » 25 »

11) Капитала, пожертвованнаго на учрежденіе въ институтѣ стипендіи имени графа Владиміра Алексѣевича Бобринскаго, процентными бумагами къ 1 января 1876 года состояло . . . 6650 » — »
Поступило процентовъ. 300 » — »

6950 р. — к.

Израсходовано на выдачу пособия
одному учащемуся. 300 р. — к.

Затѣмъ къ 1 января 1877 года
состояло въ этомъ капиталѣ . . . 6650 » — »

12) Капитала, пожертвованнаго
Главнымъ Обществомъ россійскихъ же-
лѣзныхъ дорогъ на учрежденіе въ инсти-
тутѣ стипендіи имени генераль-адъю-
танта Чевкина, процентными бумагами
и наличными деньгами къ 1 января
1876 года состояло 7734 » 89 »

Поступило процентовъ 401 » 50 »

Всего. 8136 р. 39 к.

Израсходовано на выдачу стипен-
дій одному учащемуся института . . . 300 » — »

Затѣмъ къ 1 января 1877 года
въ капиталѣ состояло. 7836 » 39 »

13) Капитала, пожертвованнаго на
учрежденіе двухъ стипендій имени гене-
раль-адъютанта Чевкина, процентными
бумагами и наличными деньгами къ 1
января 1876 года состояло 12377 » 67 »

Поступило процентовъ 671 » — »

Всего. 13048 р. 67 к.

Израсходовано на выдачу стипен-
дій двумъ учащимся института 600 » — »

Затѣмъ къ 1 января 1877 года
въ остаткѣ состояло 12448 » 67 »

14) Капитала, пожертвованнаго ли-
цами, участвовавшими въ построеніи
Ландварово-Роменской желѣзной дороги,
на учрежденіе въ институтѣ стипендіи
имени учредителя общества этой дороги,
инженера дѣйствительнаго статскаго
совѣтника фонъ-Мекка, процентными
бумагами и наличными деньгами къ
1 января 1876 г. состояло 6050 р. — к.

Поступило процентовъ 300 » — »

Всего. 6350 р. — к.

Израсходовано на выдачу стипен-
дій одному учащемуся института . . . 300 » — »

Затѣмъ къ 1 января 1877 года
состояло въ остаткѣ 6050 » — »

15) Капитала, пожертвованнаго на
учрежденіе въ институтѣ стипендіи име-
ни статскаго совѣтника Башмакова, со-
стояло процентными бумагами и налич-
ными деньгами 5673 » 1 »

Поступило процентовъ 225 » 50 »

Всего. 5898 р. 51 к.

Израсходовано на выдачу стипен-
дій одному учащемуся института . . . 225 » — »

Затѣмъ къ 1 января 1877 года
состояло въ остаткѣ 5673 » 51 »

16) Капитала, пожертвованнаго на
учрежденіе въ институтѣ стипендіи
имени генераль-лейтенанта Богданови-
ча и генераль-маіора Лебедева, состояло

процентными бумагами и наличными деньгами 5215 р. 66 к.

Поступило процентовъ 130 » — »

Всего. 5345 р. 66 к.

Израсходовано на выдачу стипендій одному учащемуся института. 54 » 15 »

За тѣмъ къ 1 января 1877 г. состояло въ остаткѣ 5291 » 51 »

И такъ, пожертвованные разными лицами капиталы на учрежденіе стипендій къ 1 января 1877 г. составляли въ совокупности сумму въ 105464 » 90 »

Въ теченіи года поступило процентовъ. 5146 » 63 »

Итого. 110611 р. 53 к.

Выдача стипендій 17 учащимся на сумму 5002 » 48 »

Въ остаткѣ къ 1 января 1877 г. 105690 р. 5 к.

III. ДѢЙСТВІЯ ИНСТИТУТА.

А) По учебной части.

1) Выпускныя и переводныя испытанія.

При выпускныхъ и переводныхъ испытаніяхъ въ мартѣ, апрѣлѣ и маѣ 1876 года, изъ числа экзаменовавшимся 628 учащихся, окончили полный курсъ института съ званіемъ гражданского инженера. 123

Переведены въ слѣдующіе или высшіе курсы 384

Осталось въ тѣхъ же курсахъ 86

Уволено на основаніи правилъ для учащихся по невыдержанію экзамена. 22

Выбыло во время экзаменовъ по прошеніямъ 13

Итого 628

Изъ числа 123 лицъ, окончившихъ курсъ въ институтѣ, получили дипломъ на званіе гражданского инженера:

Съ правомъ на чинъ коллежскаго секретаря 121

» » » » губернскаго » 2

2) Приемныя испытанія.

При приемныхъ испытаніяхъ, прошеній о принятіи въ число учащихся института поступило въ 1876 году 318

Къ приемнымъ испытаніямъ не были допущены конференціею по невыполненію условий, требуемыхъ для поступленія положеніемъ объ институтѣ. 12

Экзамена не выдержали или на экзаменъ не явились. 103

Не приняты по недостатку средствъ института 48

За тѣмъ зачислены учащимися института 155

Изъ числа лицъ зачисленныхъ въ 1876 году учащимися:

	Число посту- пившихъ.	Распреде- леніе по кур- самъ.	
		Во II курсѣ.	Въ I курсѣ.
Окончившихъ курсъ въ императорскихъ универси- тетахъ	16	3	13
Окончившій курсъ въ императорскомъ александров- скомъ лицѣѣ	1	»	1
Окончившій курсъ въ николаевской инженерной академіи	1	»	1
Окончившій курсъ въ михайловской артиллерій- ской академіи	1	»	1
Окончившихъ курсъ въ технологическомъ инети- тутѣ	6	»	6
Окончившій курсъ въ императорскомъ московскомъ техническомъ училищѣ	1	»	1
Студентовъ университетовъ и другихъ высшихъ учебныхъ заведеній, неокончившихъ курса	14	»	14
Окончившихъ курсъ въ гимназіяхъ, реальныхъ учи- лищахъ и другихъ среднихъ учебныхъ заведенійхъ	108	»	108
Окончившихъ курсъ въ рижской политехнической школѣ	2	»	2
Окончившій курсъ въ парижской школѣ мостовъ и дорогъ	1	»	1
Окончившихъ курсъ въ гентскомъ университетѣ	3	»	3
Окончившихъ курсъ въ цюрихской политехничес- кой школѣ	2	»	1
Итого . . .	155	3	152

3) Дѣйствія конференціи.

Въ теченіи 1876 года конференція имѣла 23 засѣданія.

Въ засѣданіяхъ своихъ конференція занималась обсуж-
деніемъ текущихъ дѣлъ, возлагаемыхъ на нее положеніемъ
объ институтѣ по избранію и увольненію учащихся, по приѣм-
нымъ и переводнымъ испытаніямъ, по обсужденію программъ
проектовъ предлагаемыхъ учащимся, по выбору учебныхъ по-

собій и т. д., а равно рассмотрѣніемъ нѣкоторыхъ дѣлъ по
особымъ распоряженіямъ министра путей сообщенія.

Кромѣ того конференціею обсуждались всѣ вопросы, ка-
сающіеся изданія инженерныхъ записокъ.

4) Преподаваніе въ институтѣ.

Преподаваніе въ институтѣ въ 1876 году производи-
лось также, какъ и въ предшествовавшіе годы, согласно утверж-
деннымъ программамъ и сопровождалось репетиціями, рабо-
тами въ механической и химической лабораторіяхъ и практи-
ческими упражненіями письменными и графическими (проек-
тами, этюрами и т. п.).

По многочисленности слушателей, преподаваніе въ трехъ
нисшихъ курсахъ происходило въ двухъ параллельныхъ от-
дѣленіяхъ.

Лекціи посѣщались профессорами, преподавателями и
репетиторами вообще усердно, при чемъ изъ числа 6094 лек-
цій и репетицій означенными лицами пропущено по болѣзни,
въ слѣдствіе командировокъ и особыхъ порученій правительства
и по другимъ уважительнымъ причинамъ, всего 152 лекціи
и репетиціи, что составляетъ $2\frac{1}{2}\%$ всего числа лекцій и
репетицій.

Каждый учащійся V курса въ продолженіи учебнаго года
составилъ четыре проекта по предварительно предложеннымъ
программамъ, одобреннымъ конференціею на тѣхъ же осно-
ваніяхъ, какъ и въ предшествовавшіе годы. Каждому учаще-
муся предлагалось два проекта по строительному искусству,
одинъ прозектъ по механикѣ и одинъ по гражданской архи-
тектурѣ.

Проекты сопровождались полными расчетами и поясни-
тельными записками и къ одному изъ проектовъ каждымъ
учащимся составлена была смѣта.

Въ теченіе 1876 года учащимся V курса были предло-
жены программы для составленія слѣдующихъ проектов.

По части желѣзныхъ дорогъ и мостовъ.

Проектъ горнаго участка желѣзной дороги; проектъ желѣзнодорожной вѣтви къ пристани; проектъ желѣзнодорожной вѣтви; проектъ водоснабженія желѣзнодорожной станціи II класса; проектъ водоснабженія желѣзнодорожной станціи III класса; проектъ сифонной трубы подъ желѣзнодорожною насыпью; проектъ расположенія путей на общей станціи двухъ желѣзныхъ дорогъ; проектъ временной желѣзной дороги для перевозки земли; проектъ работъ по обезпеченію устойчивости желѣзнодорожнаго полотна, устроеннаго на подвижномъ грунтѣ.

Проектъ моста чрезъ р. Днѣпръ у Екатеринославля; три проекта мостовъ чрезъ Веребинскій оврагъ; двадцать четыре проекта раскосныхъ мостовъ подъ желѣзную дорогу въ одинъ путь; шесть проектовъ такихъ же мостовъ въ два пути; восемь проектовъ раскосныхъ мостовъ подъ шоссе, двадцать четыре проекта рѣшетчатыхъ мостовъ подъ желѣзную дорогу въ одинъ путь съ ѣздою по верху; пять проектовъ такихъ же мостовъ съ ѣздою по низу; три проекта такихъ же мостовъ въ два пути; восемь проектовъ рѣшетчатыхъ мостовъ подъ шоссе; два проекта двухъ пролетныхъ не разрѣзныхъ мостовъ подъ желѣзную дорогу; четыре проекта мостовъ по системѣ Шведлера; три проекта желѣзныхъ арочныхъ мостовъ, пять проектовъ цѣпныхъ мостовъ, два проекта поворотныхъ мостовъ.

По части водяныхъ сообщеній, приморскихъ сооружений и осушенія мѣстности.

Семь проектовъ деревянныхъ разборчатыхъ плотинъ; семь проектовъ разборчатыхъ плотинъ по системѣ Поаре; семь проектовъ разборчатыхъ плотинъ по системѣ Шаноана; четыре проекта разборчатыхъ плотинъ по системѣ Дефонтена; два проекта разборчатыхъ плотинъ по системѣ Жирара; два проекта разборчатыхъ плотинъ по системѣ Кранца; два проекта деревянныхъ водоудержательныхъ плотинъ; два проекта камен-

ныхъ водоудержательныхъ плотинъ; четыре проекта земляныхъ водоудержательныхъ плотинъ съ каменными водоемами; четыре проекта земляныхъ водоудержательныхъ плотинъ съ чугунными водоемами; пять проектовъ деревянныхъ шлюзовъ въ каналѣ; пять проектовъ каменныхъ шлюзовъ съ деревянными воротами въ каналѣ; пять проектовъ каменныхъ шлюзовъ съ желѣзными воротами въ каналѣ; два проекта деревянныхъ шлюзовъ при входѣ канала въ рѣку; два проекта каменныхъ шлюзовъ съ деревянными воротами при входѣ канала въ рѣку; два проекта каменныхъ шлюзовъ съ желѣзными воротами при входѣ канала въ рѣку.

Проектъ порта-убѣжища въ Ялтѣ, проектъ набережной въ Балтійскомъ Портѣ, четыре проекта пароходныхъ пристаней въ Ялтѣ и Керчи; два проекта каменныхъ сухихъ доковъ; проектъ деревяннаго сухаго дока; проектъ деревяннаго пловучаго дока; два проекта элинговъ по системѣ Гильберта съ пловучими доками; два проекта мортонovýchъ элинговъ; два проекта крытыхъ судостроительныхъ элинговъ, каменнаго и деревяннаго; проектъ пловучаго балансираго дока Кларка, Стандфильда и к^о., проектъ пловучаго дока Уокера; проектъ гидравлическаго дока Кларка; проектъ водоспуска въ приливной гавани; проектъ морскаго шлюза въ приливной гавани; четыре проекта маяковъ: чугуннаго, деревяннаго, каменнаго и сквознаго желѣзнаго.

Проектъ водостоковъ Выборгской стороны въ С.-Петербургѣ; проектъ предохраненія Петербурга отъ наводненія; два проекта дренажа данной мѣстности.

По части практической механики.

Двадцать четыре проекта водоснабженій разныхъ городовъ; четыре проекта водоснабженій желѣзнодорожныхъ станцій; проектъ телѣжки для осмотра желѣзнаго моста; два проекта наливныхъ колесъ; проектъ колеса Понселе.

Десять проектовъ паровыхъ горизонтальныхъ машинъ

высокаго давленія съ холодильникомъ и переменнымъ расширеніемъ; десять проектовъ паровыхъ горизонтальныхъ машинъ высокаго давленія съ переменнымъ расширеніемъ безъ холодильника; пять проектовъ паровыхъ горизонтальныхъ машинъ высокаго давленія съ постояннымъ впускомъ пара въ $\frac{2}{3}$ хода поршня; семь проектовъ машинъ Вульфа горизонтальныхъ съ холодильникомъ и постояннымъ расширеніемъ; проектъ машины Уатта; пять проектовъ локомотивовъ; девять проектовъ переносныхъ паровыхъ машинъ съ вертикальнымъ котломъ; четыре проекта паровозовъ; проектъ паровой машины; проектъ платформы для перевозки большихъ орудій; проектъ вагона для перевозки угля; пять проектовъ парораспределительныхъ механизмовъ по системамъ: Стифенсона, Гуча, Аллана, Фарко и Мейера; два проекта расчета топлива, расходимаго паровозами на данной желѣзной дорогѣ.

По части гражданской архитектуры.

Четыре проекта каменныхъ пассажирскихъ зданій для желѣзнодорожныхъ станцій различныхъ классовъ; проектъ деревяннаго пассажирскаго зданія для станціи III класса; два проекта каменныхъ паровозныхъ зданій для двухъ и четырехъ паровозовъ; два проекта каменныхъ паровозныхъ зданій для шести и восьми паровозовъ, въ связи съ резервуаромъ для водоснабженія станцій; три проекта каменныхъ зданій для ремонтныхъ мастерскихъ на различное число паровозовъ; проектъ водоподъемнаго зданія съ жильемъ для служащихъ; два проекта домовъ каменнаго и деревяннаго для низшихъ служащихъ на желѣзной дорогѣ; два проекта домовъ каменнаго и деревяннаго для высшихъ служащихъ на промежуточной станціи желѣзной дороги; проектъ каменнаго дома для управленія на оконечной станціи желѣзной дороги; проектъ каменнаго дома для больницы на восемнадцать кроватей; проектъ желѣзнодорожнаго училища на сто человѣкъ; проектъ каменныхъ негорючихъ товарныхъ складовъ; два проекта город-

скихъ домовъ каменнаго трехъ-этажнаго и деревяннаго двухъ-этажнаго; два проекта загородныхъ домовъ каменнаго и деревяннаго.

Въ 1876 году 8 апрѣля отличнѣйшіе изъ учащихся V курса института впервые удостоились счастія представить лично, въ Зимнемъ дворцѣ, свои проекты на высочайшее Государя Императора воззрѣніе. Его Императорскому Величеству благоугодно было выразить, въ приказахъ по вѣдомству путей сообщенія, Свою Монаршую благодарность за вѣдывающему институту и высочайшее благоволеніе учащимся составителямъ представленныхъ проектовъ.

Практическія занятія учащихся*).

Практическія занятія учащихся, удостоенныхъ перевода въ III курсъ, заключались, подобно предшествовавшимъ годамъ, въ геодезическихъ работахъ въ окрестностяхъ С.-Петербурга и въ геогнозическихъ экскурсіяхъ, подъ руководствомъ профессора, на берегахъ р. Тосны. Учащіеся института, удостоенные перевода въ IV и V курсы, въ теченіи лѣтнихъ мѣсяцевъ находились на разныхъ работахъ и изысканіяхъ, производимыхъ правительствомъ и частными обществами, а именно: на работахъ постоянного Литейнаго моста чрезъ р. Неву въ С.-Петербургѣ; С.-Петербургскаго морскаго канала; Волжскаго моста на Оренбургской желѣзной дорогѣ; на желѣзныхъ дорогахъ: Николаевской, Московско-Брестской, Оренбургской, Харьковско-Николаевской, Фастовской, Курско-Кіевской, Уральской горнозаводской, Поти-Тифлисской, Козлово-Воронежско-Ростовской, Моршанско-Сызранской и Курско-Харьково-Азовской. Участвовали на изысканіяхъ Донецкой каменноугольной дороги и сумскаго участка Харьковско-Николаевской желѣзной дороги; а равно на изысканіяхъ новыхъ почтовыхъ дорогъ въ

*) Учащіеся I курса, а равно удостоенные перевода во II курсъ, не участвуютъ въ практическихъ занятіяхъ, какъ неимѣющіе еще достаточной подготовки въ геодезіи.

Уфимской губерніи и на работахъ партій навигаціонно-описной комисіи по изслѣдованію рѣкъ Волги, Вислы, Днѣпра и Дона.

Въ настоящемъ году, также какъ и въ предъидущихъ, практическія занятія принесли значительную пользу учащимся института, что слѣдуетъ отнести къ ихъ усердію и расположенію къ подобнаго рода занятіямъ.

Занятія учащихся въ лабораторіяхъ.

Учащіеся III курса занимались, подъ руководствомъ профессоровъ, преподавателей и репетиторовъ, въ химической лабораторіи института опредѣленіемъ химическаго состава строительныхъ матеріаловъ, а въ механической лабораторіи опредѣленіемъ ихъ сопротивленія.

По случаю поздняго открытія химической лабораторіи, практическія занятія учащихся по аналитической химіи не могли достигнуть въ 1876 году полного развитія. Тѣмъ не менѣе устройство обширной, удобной, вполнѣ удовлетворяющей всѣмъ современнымъ научнымъ требованіямъ химической лабораторіи, видимо возбудило въ учащихся особенное усердіе и охоту къ практическимъ работамъ.

5) Составленіе учебныхъ руководствъ.

Руководства учебныхъ предметовъ, преподаваемыхъ въ институтѣ, пополнялись въ 1876 году, также какъ и въ предъидущихъ годахъ, отдѣльными статьями, а равно печатными и литографированными записками подъ редакціею профессоровъ и преподавателей.

В) По части ученой и технической.

Экстраординарный профессоръ Бѣлелюбскій составилъ проектъ перехода чрезъ р. Мсту желѣзнымъ мостомъ и чрезъ оврагъ р. Веребьи насыпью съ каменною трубою для Николаевской желѣзной дороги, а равно, вмѣстѣ съ инженеромъ

Николаи, составилъ проектъ шоссеиныхъ мостовъ чрезъ рѣки Оку и Орликъ для города Орла.

Экстраординарный профессоръ Золотаревъ напечаталъ въ журналѣ «Nouvelles Annales des Mathématiques» двѣ свои замѣтки «Sur l'attraction des ellipsoïdes homogènes» и «Sur la série de Lagrange». Кромѣ того передалъ для напечатанія въ журналѣ Лиувилля (Liouville) статью «Sur la théorie des nombres complexes».

Преподающій физику, профессоръ Петрушевскій написалъ экспериментальный курсъ электричества, магнетизма и гальванизма, напечатанный на счетъ морскаго министерства, и помѣстилъ въ морскомъ сборникѣ статью подъ заглавіемъ «Лондонская выставка научныхъ предметовъ.»

Преподающій физику доцентъ Бобылевъ напечаталъ въ журналѣ русскаго химическаго общества и физическаго общества статью: «Теоретическое изслѣдованіе о распредѣленіи статическаго электричества на поверхностяхъ проводниковъ, состоящихъ изъ разнородныхъ частей.

Преподающій химію, военный инженеръ подполковникъ Шуляченко, напечаталъ научное изслѣдованіе «О сравнительномъ значеніи взрывчатыхъ составовъ» (нитроглицерина, динамитовъ, хлопчатобумажнаго пороха и др.).

В) Особыя занятія лицъ, принадлежащихъ къ институту.

Завѣдывающій институтомъ, инженеръ тайный совѣтникъ Соболевскій состоялъ штатнымъ членомъ совѣта министерства путей сообщенія и предсѣдателемъ учредительной комисіи по школамъ вѣдомства путей сообщенія.

Ординарные профессеры:

Инженеръ дѣйствительный статскій совѣтникъ Андреевъ состоялъ редакторомъ «Инженерныхъ записокъ».

Инженеръ дѣйствительный статскій совѣтникъ Энрольдъ

состоялъ председателемъ временнаго управленія и комитета по сооруженію с.-петербургскаго морскаго канала.

Инженеръ дѣйствительный статскій совѣтникъ Глушинскій состоялъ инженеромъ для техническихъ занятій въ техническо-инспекторскомъ комитетѣ желѣзныхъ дорогъ.

Инженеръ коллежскій совѣтникъ Ераковъ состоялъ директоромъ отъ правительства въ правленіи общества Оренбургской желѣзной дороги.

Экстраординарные профессеры:

Инженеръ-архитекторъ Соколовъ состоялъ инспекторомъ классовъ и помощникомъ директора въ строительномъ училищѣ министерства внутреннихъ дѣлъ.

Инженеръ надворный совѣтникъ Бѣлинскій состоялъ инженеромъ для техническихъ занятій въ техническо-инспекторскомъ комитетѣ желѣзныхъ дорогъ.

Инженеръ коллежскій ассесоръ Бѣлелюбскій состоялъ при управленіи Николаевской желѣзной дороги для техническаго надзора за замѣною деревянныхъ мостовъ металлическими.

Докторъ математики Золотаревъ состоялъ адъюнктомъ академіи наукъ и экстраординарнымъ профессоромъ с.-петербургскаго университета.

Репетиторъ инженеръ коллежскій ассесоръ Нюбергъ былъ командированъ на лѣтнее время на Азовское, Черное и Средиземное моря для изученія замѣчательнѣйшихъ портовъ и портовыхъ сооружений и преподавалъ строительное искусство въ горномъ институтѣ и въ строительномъ училищѣ министерства внутреннихъ дѣлъ.

Подписалъ инженеръ тайный совѣтникъ **Соболевскій.**

«14 марта 1877 года.»

ПРОИЗВОДСТВО

СИЛОЮ ВОДЫ МЕХАНИЧЕСКИХЪ ДѢЙСТВІЙ ДЛЯ ПРОПУСКА СУДОВЪ СКВОЗЬ ШЛЮЗЫ.

(Съ чертежами на листѣ I).

Для пропуска судовъ сквозь шлюзы необходимы троякаго рода механическія дѣйствія:

- 1) открываніе клинкетовъ для впуска и выпуска воды изъ шлюзнаго двора;
- 2) отпираніе и запираніе воротъ;
- 3) передвиженіе самаго судна, то есть его заводка во дворъ и выводка изъ него.

Эти три дѣйствія производятся теперь людьми съ примѣненіемъ нѣкоторыхъ механизмовъ и продолжаются, вмѣстѣ взятыя, около $\frac{2}{3}$ всего времени, необходимаго для пропуска судна сквозь шлюзъ. При такой системѣ скорость прохода сквозь шлюзы неудовлетворительна; шлюзы сами по себѣ замедляютъ проходъ судовъ, а медленность производства механическихъ дѣйствій при нихъ еще болѣе тормозитъ судоходство.

Къ этому неудобству присоединяется еще другое: людская тяга, крайне вялая, тихая и дорогая, доживаетъ послѣдніе дни своего существованія; ее скоро вполнѣ вытѣснитъ конная тяга, которая при теперешнемъ состояніи каналовъ въ Россіи (съ полуторными и круче откосами безъ облицовки) является самымъ удобнымъ и дешевымъ способомъ передвиженія, а съ

примѣненіемъ къ шлюзованнымъ частямъ водныхъ сообщеній, является потребность ставить у шлюзовъ особые артели для производства вышеупомянутыхъ механическихъ дѣйствій, изъ которыхъ два первыхъ невозможно, а третье (по причинѣ требуемой правильности) неудобно производить лошадьми безъ перекладки ихъ на другую сторону шлюза, что требуетъ лишней и очень значительной затраты времени, такъ что при всеобщемъ введеніи конной тяги необходимы особые артели людей при шлюзахъ; содержаніе такихъ артелей въ мѣсяцы дѣятельнаго судоходства обходится очень дорого, около 500 руб. въ мѣсяцъ на каждый шлюзъ, при существующихъ теперь цѣнахъ около Петербурга.

И такъ при нынѣшней системѣ пропуска судовъ сквозь шлюзы являются два неудобства: медленность и дороговизна.

Уменьшить же количество рабочихъ силъ, а тѣмъ самымъ ихъ стоимость и вмѣстѣ съ тѣмъ сократить время производства механическихъ дѣйствій, ими исполняемыхъ, невозможно, по тому основному закону механики, что въ каждой машинѣ столько теряется во времени, сколько выигрывается въ силѣ.

А потому для сбереженія расходовъ на рабочихъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ для ускоренія механическихъ дѣйствій при пропускѣ судовъ сквозь шлюзы, необходимо примѣненіе двигателя болѣе дешеваго, нежели люди.

Такой двигатель, всегда готовый по существу шлюзовъ, есть вода.

Идея примѣненія силы воды къ упомянутымъ дѣйствіямъ, на сколько мнѣ извѣстно, нова. Одну изъ формъ, въ которой можно ее осуществить, представляетъ прилагаемый проектъ, выработанный собственно для деревянныхъ шлюзовъ Маріинской системы, очень богатой водою; при каменныхъ шлюзахъ и меньшемъ обиліи воды выгоднѣе, вмѣсто проектированныхъ мною вертикальныхъ колесъ, употребить турбины *).

*) Проектомъ подобнаго рода занимается одинъ изъ инженеровъ II округа, г. Протопоповъ, напавшій совершенно независимо отъ меня на мысль подобнаго употребленія лишней воды въ шлюзованныхъ частяхъ рѣкъ.

Но для Маріинской системы, при теперешнемъ ея состояніи, лучше строить наливные колеса, такъ какъ для постройки и починки ихъ повсемѣстно есть мастера, между тѣмъ какъ для устройства и содержанія въ исправности турбинъ, пришлось бы имѣть спеціальныя мастерскія и содержать котельныхъ мастеровъ и заклепщиковъ, что повлекло бы въ значительныя затраты.

Кромѣ своей общедоступности, наливные колеса обладаютъ еще другимъ преимуществомъ предъ турбинами, именно при коэффициентѣ наполненія ковшей меньшемъ 1, они сами могутъ регулировать собственную работу тѣмъ, что при малой скорости увеличивается ихъ сила, такъ какъ ящики болѣе наполняются водою и обратно, по мѣрѣ уменьшенія сопротивленія, скорость вращенія возрастаетъ, наполненіе ковшей становится менѣе и сила уменьшается.

Свойство это весьма цѣнно при нашей задачѣ, гдѣ въ началѣ движенія, чтобы одолѣть громадную инерцію судна, требуется очень значительная сила сравнительно съ тою, которая послѣ необходима для поддержанія пріобрѣтенной судномъ скорости. Свойствомъ этимъ турбины не обладаютъ, а потому пришлось бы устраивать ихъ сильнѣе для первоначальнаго движенія судовъ съ мѣста, а послѣ лишнюю силу уничтожать тормазами, такъ какъ слишкомъ скорое движеніе можетъ повреждать слабыя суда.

Наливные колеса помѣщаются очень удобно, на уступѣ за нижними воротами, съ каждой стороны шлюза по одному, какъ это видно въ фасадѣ и планѣ на чертежахъ 1 и 2. На валы этихъ колесъ накладываются цѣпи, которыя сообщаютъ непрерывное движеніе шкивамъ, помѣщеннымъ на четырехъ рабочихъ приборахъ, которые поставлены по одному у каждой половины воротъ.

Рабочіе приборы, расположенные по два, симметрически относительно продольной оси шлюза, состоятъ каждый изъ рабочаго вала, на которомъ насажены свободно исполнительные

снаряды, приводимые въ движеніе зубчатыми муфтами посредствомъ ручекъ съ вилками.

Первый изъ этихъ снарядовъ барабанъ *a* (чер. 3) для навиванія причала, зачаленнаго другимъ концомъ за кнехты судна, служитъ для заводки и вывода судовъ.

Второй снарядъ состоитъ изъ трехъ коническихъ колесъ *b*, *c*, *d* (чер. 3 и 4), сообщающихъ движеніе вертикальному валу *f* и, съ помощію шестерни *g*, зубчаткѣ *h* (чер. 5) которая прикрѣплена посредствомъ шарнира къ хвостовой (относительно пятоваго столба) части шашки *k* воротъ. Сдѣлывая двойную муфту *l* съ правымъ или съ лѣвымъ коническимъ колесомъ, можно ворота отпирать или запираеть; при среднемъ положеніи муфты ворота остаются въ покоѣ.

Третій снарядъ, служащій для передвиженія клинкетовъ, состоитъ изъ шарнира Гука *m* (чер. 3 и 4), передающаго движеніе (въ случаѣ сдѣленія съ муфтою *n*) валу *o*, на которомъ насажены шестерни *p* и *v*, поднимающія зубчатки *s*, *s*, которыя соединены посредствомъ желѣзныхъ полосъ съ клинкетами.

Для того, чтобы клинкеты не могли сами опускаться, на валъ насажено храповое колесо *t*, удерживаемое собачкою *q*; для опусканія же клинкетовъ надобно рукою *r* передвинуть шестерни *p* и *v* и раздѣлать ихъ съ зубчатками. Въ случаѣ одинаковаго напора воды на обѣ стороны клинкетовъ, они опустятся собственною тяжестью, въ экстренныхъ же случаяхъ, когда необходимо закрыть клинкеты, при не одинаковомъ напорѣ слѣдуетъ рукою *r* передвинуть шестерни до сдѣленія лѣвой изъ нихъ *p* съ шестернею *w* на оси *x* съ шестернями *zz*; съ прижатіемъ муфты *n* къ шарниру Гука, валъ *x* получитъ обратное валу *o* движеніе, а шестерни *zz* заставятъ зубчатки опуститься.

Всѣ части механизмовъ расчитаны по эмпирическимъ формуламъ Редтенбахера, а потому нѣтъ надобности приводить расчеты; но необходимо для опредѣленія продолжительности каждаго дѣйствія, расчитать работу механизмовъ.

І. Расчетъ работы машины.

Всѣ механизмы у одного шлюза представляютъ двѣ системы, симметрическія относительно продольной оси шлюза, а потому нижеслѣдующій расчетъ одной изъ этихъ системъ въ точности примѣнимъ къ другой.

Данныя. Абсолютное паденіе 8 футовъ, изъ которыхъ около 1 фута теряется на отводъ воды съ колеса.

Диаметръ колеса 7 футовъ. Оно дѣлаетъ 7.91 оборота въ минуту, т. е. продолжительность одного оборота есть $t = 60 : 7.91 = 7.58$ секундъ; скорость на ободѣ есть $v = 7\pi \times 7.91 : 60 = 2.9$ фута

Размѣры впускнаго окна 24×3^4 при разстояніи середины окна отъ горизонта въ верхнемъ руслѣ 10 дюймовъ.

Количество протекающей воды

$$W = 0.7 \omega \sqrt{2gh} = \frac{0.7 \times 24 \times 3}{12 \times 12} \sqrt{\frac{2 \times 32 \times 10}{12}} = 2.55$$

куб. футовъ.

$$\text{Запасъ работы } N_a = Q \times H = \alpha \times W \times H,$$

гдѣ *Q* всѣ протекающей воды;

H = 8 ф. паденіе;

$\alpha = 1.73$ пуда или всѣ кубическаго фута воды.

$$N_a = 1.73 \times 2.55 \times 8 = 35.29 \text{ пудофута.}$$

Полезная работа:

0,5 до 0,6 N_a ; среднимъ числомъ $0,55 N_a = 19.41$ пудо-фута.

1) *Работа, передаваемая цѣпи*, опредѣлится изъ условія равновѣсія работъ около оси 1.1 (чер. 13)

Обозначимъ *A* работу воды $= N_a = 19.41$ п. ф.

B работу тренія

C работу цѣпи.

$$A = B + C. \quad (1)$$

Для опредѣленія *B* служитъ формула:

$$B = f S \frac{\pi d}{t}. \quad (2)$$

гдѣ *f* = 0.08 коэффициентъ тренія перваго рода чугуна по бронзѣ.

S давленіе въ подпирникахъ гидравлическаго вала.

d = $2^{1/2} = 2^2$ ф. діаметръ шипа у того же вала.

t = 7.58 секундъ, т. е. продолжительность одного оборота вала.

Опредѣлимъ S , т. е. равнодѣйствующую силы воды P , напряженія передаточной цѣпи Q и вѣса гидравлическаго колеса съ валомъ G .

$$S = \sqrt{(P+G)^2 + Q^2} - 2Q(P+G) \cos \alpha$$

гдѣ $\alpha = 72^\circ$ уголъ уклоненія цѣпи отъ отвѣсной линіи.

$$\cos \alpha = 0.31.$$

$$P = \frac{A}{v}$$

$v = 2.9$ футовъ скорость на ободѣ колеса.

$A = 19.41$ п. ф. работа колеса.

$$P = \frac{19.41}{2.9} = 6.69 \text{ пудовъ.}$$

$$Q = \frac{P \cdot D}{D'}$$

гдѣ $D = 7$ ф. діаметръ гидравлическаго колеса.

$D' = 16$ д. = 1.33 ф. діаметръ шкива для цѣпи.

$$Q = \frac{6.69 \times 7}{1.33} = 35.21 \text{ пуда.}$$

G — вѣсъ колеса съ валомъ, принимая его въ 38.9 пудовъ (640 билогр.) на каждую паровую лошадь запаса работы, получимъ

$$G = \frac{N_a}{15} \times 38.9 = \frac{35.29}{15} \times 38.9 = 91.5 \text{ пуда.}$$

Вставивъ найденныя величины для P , Q , G и $\cos \alpha$ въ формулу для S , получимъ

$$S = \sqrt{(6.69 + 91.5)^2 + 35.21^2} - 2 \times 35.21 (6.69 + 91.5) 0.31 = 93.$$

И такъ согласно формулѣ (2)

$$B = 0.08 \times 93 \times \frac{3.14 \times \frac{5}{24}}{7.58} = 0.64 \text{ п. ф.}$$

откуда по формулѣ (1)

$$C = 19.41 - 0.64 = 18.77 \text{ п. ф.}$$

2) Работа барабана для заводки судовъ опредѣлится изъ уравненія равновѣсія работъ около оси 2.2.

$$(3) \quad C = E + F$$

C работа цѣпи.

E работа тренія въ шейкахъ обонхъ валовъ.

F работа сопротивленія судна движенію (полезное сопротивленіе).

Для опредѣленія E допустимъ $F = C$

(Собозначаетъ какъ усиліе въ цѣпи, идущей отъ водянаго колеса

къ механизму нижнихъ воротъ, такъ и въ цѣпи между механизмами нижнихъ и верхнихъ воротъ).

$$E = f(K + K') \left(\frac{\pi d}{t} \right) \quad (4)$$

d діаметръ шеекъ = 4 д. = $\frac{1}{3}$ фута.

K усиліе, производящее треніе въ дѣйствующемъ валѣ, т. е., равнодѣйствующая F , C и L .

K' то же усиліе въ свободномъ валѣ.

L вѣсъ вала со всѣми находящимися на немъ приборами.

Оба вала вращаются постоянно, хотя полезную работу передаетъ только одинъ изъ нихъ; по этому при каждомъ ихъ дѣйствіи принимается во вниманіе треніе обонхъ.

L состоитъ изъ:

Вѣса рабочаго вала	5.34 пуда.
» 2 шкивовъ $\left\{ \begin{array}{l} 3 \times 1.25 \end{array} \right.$	3.75 »
» тормазы	2.70 »
» муфты	17.73 »
» барабана	4.90 »
» 2 коническихъ колесъ съ муфтами $(1.5 + 0.95) =$	2.75 »
» муфты двойной	1.75 »
» » одиночной	1.75 »
» коническихъ колесъ съ муфтами	4.53 »
» половины цѣпи	

И такъ $L = 45.2$ пуда.

K' есть вѣсъ холостого вала и потому равно 45.2 пуда.

Усилія F и C дѣйствуютъ горизонтально (въ механизмѣ у верхнихъ воротъ), а L вертикально, такъ что

$$K = \sqrt{(F+C)^2 + L^2} = \sqrt{(2 \times 18.77)^2 + (45)^2} = \sqrt{3431} = 59 \text{ пудовъ.}$$

Вставивъ величины K и K' въ формулу (4), получимъ:

$$E = \frac{0.08 \times (59 + 45.2) \times 3.14}{3 \times 7.58} = 1.15 \text{ пудофута.}$$

Вставивъ это въ первоначальную формулу (3), имѣемъ:

$$F = C - E = 18.77 - 1.15 = 17.62 \text{ п. ф.}$$

3) *Работа, передаваемая зубчаткѣ у воротъ.* Трение въ зубцахъ коническихъ колесъ

$$\Phi = \frac{1}{2} f s p \sqrt{\frac{2}{r^2}}$$

f коэффициентъ тренія въ зубцахъ 0.1.

S шагъ зацепленія 2.1 д.

p давленіе въ зубцахъ.

r радіусъ производящаго круга колеса, равный 5 дюймамъ.

p найдется, если раздѣлимъ работу, передаваемую валомъ колесу, на его скорость.

$$p = \frac{F}{v}$$

$$V = \frac{2\pi r}{t} = \frac{2 \times 3.14 \times \frac{5}{12}}{7.58} = 0.34 \text{ ф.}$$

Вставивъ въ предыдущую формулу

$$p = \frac{F}{V} = \frac{17.62}{0.34} = 52 \text{ пуда.}$$

$$\begin{aligned} \text{Отсюда } \Phi &= \frac{1}{2} f s p \sqrt{\frac{2}{r^2}} = \frac{1}{2} \times 0.1 \times 2.1 \times 52 \times \sqrt{\frac{2}{25}} = \\ &= \frac{10.92 \times 1.4}{2 \times 5} = 1.52 \text{ пуда.} \end{aligned}$$

и работа тренія $\Phi = 1.52 \times 0.34 = 0.52$ пудофута.

Такимъ образомъ работа, передаваемая вертикальной оси 3.3 будетъ $H = F - \Phi$, т. е. работѣ горизонтальнаго вала 2.2 безъ тренія.

$$H = F - \Phi = 17.62 - 1.52 = 16.10 \text{ п.-ф.}$$

Работа тренія въ зубцахъ горизонтальнаго цилиндрическаго колеса и зубчатки

$$Y = \frac{1}{2} f H S' \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

S' шагъ зацепленія = 0.175 ф.

r_1 радіусъ колеса = 4 д. = $\frac{4}{3}$ ф.

r_2 радіусъ зубчатки 48 д. = 4 ф.

$$Y = \frac{1}{2} \times 0.1 \times 16.10 \times 0.175 \left(3 + \frac{1}{4} \right) = 0.45 \text{ пудофута.}$$

Работа тренія въ пятникѣ вертикальнаго вала.

Принимаемъ его (пятникъ) плоскимъ (чѣмъ дѣйствуемъ въ пользу работы).

Вѣсъ вала 0.97 пуд.

» колесъ коническихъ . . . 1.50 »

» колеса цилиндрическаго . . 1.17 »

Итого вѣсъ вала и двухъ колесъ 3.64 пуд.

$$\text{Работа тренія } K = f \times \frac{3}{4} \pi \times r \times R.$$

$$r \text{ радіусъ пяты} = \frac{1}{2} \text{ д.} = \frac{1}{24} \text{ ф.}$$

$$K = \frac{3}{4} \times 0.08 \times 3.14 \times \frac{1}{24} \times 3.64 = 0.05 \text{ п.-ф.}$$

Работа, передаваемая зубчаткою воротамъ, опредѣлится изъ формулы

$$R = H - Y - K = 16.10 - 0.45 - 0.05 = 15.60 \text{ пудофута.}$$

4) *Работа для поднятія клинкетовъ.*

$$M = C - E - Z - Y \quad (5)$$

M работа, передаваемая зубчаткѣ клинкетовъ.

C работа дѣли 18.77 п. ф.

E треніе въ шейкахъ рабочихъ валовъ 1.15 п. ф.

Z работа тренія въ шейкахъ клинкетнаго вала 4.4

Y работа тренія колесъ съ зубчатками.

Опредѣлимъ неизвѣстныя Z и Y .

$$Z = f(N + G) v$$

гдѣ $f = 0.08$ коэффициентъ тренія вала въ подшипникахъ.

G вѣсъ вала съ колесами и шарниромъ Гука.

N давленіе силы и сопротивленія въ шейкахъ.

$N = 2m$ въ самомъ невыгодномъ случаѣ,

гдѣ m есть сопротивленіе поднятію двухъ клинкетовъ и опредѣлится изъ формулы:

$$m = f h \alpha \omega + \gamma.$$

$f = 0.19$ коэффициентъ тренія желѣзныхъ клинкетовъ въ чугунныхъ пазахъ.

$h = 7$ ф. высота средняго напора на клинкетъ.

$\alpha = 1.73$ п. вѣсъ кубическаго фута воды.

$\omega = 12$ кв. ф. сумма площадей двухъ клинкетовъ.

$\gamma = 8$ пуд. вѣсъ двухъ клинкетовъ.

И такъ $m = 0.19 \times 7 \times 1.73 \times 12 + 8 = 35.88$ пуда.

Вѣсъ вала = 2.19 пуд.

» » » = $\frac{15}{8} \times 2.19 = 0.8$ »

» шарнира Гука 0.75 »

» 3 большихъ цилиндрическихъ колесъ $3 \times 0.68 = 1.74$ »

» двухъ малыхъ приблизительно 1.00 »

Итого. . $G = 6.48$ пуд.

$$V \text{ скорость вращения шеекъ клинкетнаго вала} = \frac{\pi d}{n}$$

гдѣ $n = 7.91$ число оборотовъ вала въ минуту.

$$d = \frac{2.33}{12} \text{ фута диаметръ шейки.}$$

$$\text{и такъ } v = \frac{2.33 \times 3.14}{12 \times 7.91} = 0.09 \text{ фута.}$$

Вставивъ численныя величины f , N , G и V въ формулу для Z , получимъ

$$Z = 0.08 (2 \times 35.58 + 6.48) 0.09 = 0.55 \text{ п.-ф.}$$

$$Y = \frac{1}{2} f (C - E - Z) S \frac{1}{r}$$

гдѣ S = шагъ зацѣпленія 1 д.

r радиусъ колеса $2^{1/8}$ д.

$$Y = \frac{1}{2} \times 0.1 (18.77 - 1.15 - 0.55) \frac{1}{12} \times \frac{12}{2.33} = 0.38 \text{ п.-ф.}$$

Вставивъ найденныя величины въ начальную формулу (5), получимъ:

$$M = C - E - Z - Y = 18.77 - 1.15 - 0.55 - 0.38 = 16.69 \text{ п.-ф.}$$

II. Расчетъ продолжительности механическихъ дѣйствій.

Для точнаго опредѣленія скорости каждаго изъ трехъ дѣйствій, которыя должна производить машина, довольно сравнить работу, передаваемую прибору, непосредственно производящему дѣйствие, съ полезнымъ сопротивленіемъ.

1) *Скорость заводки судна.* Зная F работу сопротивленія судна, найдемъ скорость заводки его во дворъ изъ формулы:

$$2 F = K. A. V^3 = 0.089 \times 130 \times V^3 = 35.34.$$

V скорость заводки судна.

A поперечное сѣченіе судна = 130 кв. фут.

K коэффициентъ сопротивленія рѣчныхъ судовъ по Hütte въ широкихъ каналахъ 0.0089. По Буржоа это надобно увеличивать до 3.3 раза при уменьшеніи фарватера до 6 А. Я взялъ K въ 10 разъ болѣе, потому что поперечное сѣченіе подводной части шлюза мевѣ чѣмъ 2 А.

$$V = \sqrt[3]{\frac{35.34}{130 \times 0.089}} = 1.44 \text{ фута.}$$

Продолжительность заводки (считая длину пути 35 сажень или 245 ф.) будетъ $245:1.44 = 170$ секундъ.

2) *Скорость отпирания воротъ.* Если принять, что эта скорость растетъ пропорціонально кубическому корню работы, употребленной на отпирание, то время уменьшается обратно пропорціонально кубическому корню той же работы.

Принимая, что трое людей откатываютъ половину воротъ во время $t = 50$ секундъ и что работа одного человѣка есть 0.7 п.-ф., получимъ:

$$\frac{t}{T} = \frac{\sqrt[3]{15.60}}{\sqrt[3]{3 \times 0.7}} = \frac{\sqrt[3]{15.60}}{\sqrt[3]{2.1}} = \frac{2.5}{1.3}$$

откуда время отпирания воротъ механизмами есть

$$T = \frac{50 \times 1.3}{2.5} = 26 \text{ секундъ.}$$

3) *Скорость поднятія клинкетовъ.* Работа, передаваемая зубчаткамъ клинкетовъ 16.69 п.-ф.

Сопротивленіе поднятію клинкетовъ 27.58 пуда;

вѣсъ ихъ 8 пуд., откуда:

$$\text{скорость подъема } \frac{16.69 \text{ п. ф.}}{27.58 + 8} = \frac{16.69}{35.58} = 0.46 \text{ фута,}$$

Или для открытія всего клинкета на $2^{1/2}$ фута требуется

$$\frac{2.5}{0.46} = 5.3 \text{ секунды.}$$

III. Описаніе дѣйствій машиниста.

Для лучшаго объясненія дѣйствія механизмовъ, опишемъ весь предполагаемый ходъ дѣйствій машиниста во время пропуска судна сквозь шлюзъ.

Для ввода судна во дворъ снизу, машинистъ отырываетъ нижніе клинкеты и во время опоражниванія камеры (4 минуты) принимаетъ судовую причаль, отправляется съ нимъ въ верхнюю часть шлюза, перекидываетъ его чрезъ поворотный столбъ ϕ (чер. 1) и возвратясь къ нижнимъ воротамъ, прикрѣпляетъ конецъ причала къ крюку у барабана (простран-

ство, пройденное имъ въ это время, около 50 саж.). Послѣ опорожненія двора машинистъ отпираетъ ворота и раньше совершеннаго открытія ихъ сцѣпляетъ барабанъ съ рабочимъ валомъ. Этимъ избѣгается ударъ воротъ о шлюзные стѣны и умѣряется скорость начального передвиженія судна. На нѣкоторомъ разстояніи, опредѣленномъ опытомъ, отъ мѣста стоянки судна во дворѣ, машинистъ расцѣпляетъ барабанъ отъ рабочаго вала, судно пріобрѣтенною скоростью доходить до мѣста своей стоянки (продолжительность заводки 3 минуты). Во время прохожденія руля мимо нижняго шкала, машинистъ начинаетъ закрывать нижнія ворота и послѣ ихъ закрытія отправляется къ механизму у верхнихъ воротъ (разстояніе между механизмами 25 саж.; продолжительность перехода 40 секундъ). Въ это время коренные рабочіе зачаливаютъ судно. Машинистъ открываетъ верхніе клинкетъ и во время наполненія двора водою снимаетъ причаль съ нижняго барабана и обноситъ его кругомъ поворотнаго столба, помѣщеннаго въ 20 саж. выше верхнихъ воротъ (пространство, пройденное имъ при этомъ = 50 саж.; продолжительность наполненія двора 4 минуты). Послѣ наполненія двора водою машинистъ отпираетъ верхнія ворота и, сцѣпивъ барабанъ съ рабочимъ валомъ, выводитъ судно изъ двора. Окончивъ это дѣйствіе, машинистъ запираетъ верхнія ворота, опускаетъ верхніе клинкетъ и отправляется къ нижнимъ воротамъ начинать пропускъ новаго судна (проходимое при этомъ пространство есть 25 саж.). Причалъ съ верхнихъ барабановъ снимаетъ погонщикъ.

И такъ время пропуска состоитъ:

Минуты. Секунды.

Изъ времени открытія нижнихъ клинкетовъ и

выпуска воды	4	00.0
» отпиранія нижнихъ воротъ	0	26.0
» заводки судна	2	50.0
» запиранія нижнихъ воротъ	0	26.0
» закрытія нижнихъ клинкетовъ	0	05.5

Изъ перехода машиниста отъ нижняго механиз-

ма къ верхнему	0	40.0
» открытія нижняго клинкетъ и впуска воды	4	00.0
» отпиранія верхнихъ воротъ	0	26.0
» вывода судна	2	50.0
» запиранія верхнихъ воротъ	0	26.0
» закрытія верхнихъ клинкетовъ	0	05.5
» перехода машиниста къ нижнимъ воротамъ	0	40.0

Итого . . 16 мин. 55 сек.

Пространство, пройденное машинистомъ при одномъ пропускѣ:

Для обноски причала передъ заводкою	50 саж.
Переходъ къ верхнему механизму	25 »
Для обноски причала передъ выводкою	50 »
Переходъ къ нижнему механизму	25 »

Итого . . 150 саж

При этомъ самая большая скорость его перехода (175 футовъ въ 40 секундъ) есть $4\frac{1}{2}$ ф. въ секунду, т. е. меньше чѣмъ скорость (5 ф.) человека, идущаго умѣреннымъ шагомъ.

При машинномъ пропускѣ судовъ весьма важно предусмотрѣть средства для продолженія дѣйствія въ случаѣ поломокъ въ машинѣ. Части механизма довольно однообразны и зубчатые колеса встрѣчаются только четырехъ образцовъ, а потому легко имѣть запасныя. Впрочемъ, на счетъ возможности поломокъ клинкетныхъ частей слѣдуетъ замѣтить, что такъ какъ онѣ двойныя (съ каждой стороны воротъ по одному), то во время починки поломанныхъ частей можно дѣйствовать и однимъ механизмомъ по другой сторонѣ воротъ. На случай поврежденія частей механизма, приводящаго въ движеніе ворота, такъ какъ слѣдуетъ всегда отпирать обѣ половины, привинчиваются сверху притворныхъ столбовъ кольца, за которыя можно привязывать канаты и приводить эти послѣдніе въ движеніе или въ ручную (если есть рабочіе) или же, перекинувъ канатъ

чрезъ поворотные столбы, наворачивать другіе концы ихъ на барабанъ.

Относительно поломки частей, служащихъ для заводки и вывода судовъ, слѣдуетъ замѣтить, что всегда возможно причалъ наворачивать на одинъ изъ трехъ остальныхъ барабановъ, рискуя терять этимъ только не много времени.

Экономическія выгоды примѣненія гидравлическаго двигателя къ пропуску судовъ видны изъ слѣдующаго расчета. Артели, образовавшіяся на шлюзахъ Маріинской системы въ мѣстахъ, гдѣ существуетъ конная тяга, взимають около 75 коп. за каждое пропущенное судно; такъ какъ по шлюзованной части Маріинской системы проходитъ въ обѣ стороны около 3500 судовъ и до 150 гонокъ (которыхъ пропускъ еще дороже), то судопромышленникамъ пропускъ сквозъ одинъ шлюзъ обходится болѣе 2500 рублей въ годъ.

Съ другой стороны гидравлическія колеса съ механизмами для одного шлюза, считая по мѣстнымъ цѣнамъ на лѣсъ и по петербургскимъ на механизмы, обойдутся въ 3500 руб.; или же предполагая 12-лѣтнее существованіе приводовъ, получится ежегодная затрата въ. 291 руб.

Прибавляя къ этому 5⁰/₁₀₀ на затраченный капиталъ. 175 »

2⁰/₁₀₀ на ремонтъ и смазку 70 »

На прислугу (два машиниста по 25 руб. въ мѣ-

сяцъ, два помощника по 15 руб.) 400 »

Итого годичная затрата на механизмы : 936 руб.

Это составитъ почти въ 2³/₄ раза менѣ затратъ на пропускъ судовъ людьми.

Главная, однако же, экономическая выгода произойдетъ отъ увеличенія скорости прохода судовъ, ибо пропускъ ихъ машинами почти въ 2 раза скорѣе пропуска людьми. Этимъ уничтожится или значительно уменьшится застой у шлюзовъ, который обходится судопромышленникамъ на Маріинской системѣ въ сотни тысячъ рублей ежегодно.

Инженеръ Ганнеманъ.

ТАХЕОМЕТРЪ КРЕЙТЕРА.

(Съ чертежами на листѣ II).

Въ первомъ томѣ Инженерныхъ Записокъ помѣщено было инженеромъ Звягинцевымъ описаніе тахеометра Риппе. Въ настоящее время австрійскій инженеръ Крейтеръ усовершенствовалъ этотъ инструментъ и по этому поводу напечатана брошюра: Das neue Tacheometer von T. Ertel und Sohn in München. Nach Ingenieur Kreuter's Patent. Von Franz Kreuter junior, Ingenieur in Wien (München. 1875).

Судя по описанію, нельзя не признать сдѣланнаго Крейтеромъ усовершенствованія весьма удачнымъ: оно освобождаетъ съемщика отъ многихъ вычисленій. Въ виду этого усовершенствованія и тѣхъ громадныхъ услугъ, какія оказываются тахеометрами при изысканіяхъ для дорогъ въ горной мѣстности, я предлагаю переводъ вышеупомянутой нѣмецкой брошюры.

Первоначальное желаніе мое было воспользоваться результатами работъ этимъ инструментомъ при изысканіяхъ желѣзной дороги черезъ главный Кавказскій хребетъ, которыя производилъ въ 1875—1876 г. инженеръ Б. И. Статковскій, выплывавшій такой инструментъ для своихъ работъ. Изъ этихъ результатовъ я хотѣлъ вывести заключеніе о практическихъ пре-

имуществахъ новаго инструмента предъ тахеометромъ Рише. Но такъ какъ новый инструментъ не прибылъ во время, то мнѣ приходится ограничиться однимъ переводомъ брошюры Крейтера.

Для полевыхъ инженерныхъ работъ, требующихъ особенной точности, каковы: провѣшиваніе линий, измѣреніе угловъ, промѣры длины, нивелировка — пользовались до сихъ поръ теодолитомъ, жезлами, нивелиромъ. Эти инструменты должны употребляться, какъ основные, при проектированіи и постройкѣ сооружений, потому что работы, относящіяся къ провѣшиванію базисовъ, измѣренію угловъ и нивелировкѣ, требуютъ относительно большой траты времени и труда и, кромѣ того, должны быть произведены не только точно, но даже такъ, чтобы ихъ можно было легко повѣрить во всякое время.

Между тѣмъ, въ случаяхъ, гдѣ нечего опасаться накопленія ошибокъ (каковы вспомогательныя нивелировки и съемки, даже поперечныя профили) достаточно въ натурѣ производить промѣры съ той степенью точности, какая опредѣляется масштабомъ, въ которомъ составляются планы или профили.

Для такихъ полевыхъ работъ пользовались до сихъ поръ различными приѣмами, дававшими результаты, которыхъ точность не можетъ быть признана удовлетворительною. По этому давно думали о способѣ опредѣлять положеніе точекъ мѣстности съ *возможнѣйшею быстротою и небольшою степенью точности*. Первымъ рѣшеніемъ этого вопроса, получившимъ обширное примѣненіе, былъ тахеометръ Рише, объ употребленіи котораго появились весьма хорошія сочиненія Моано и Вернера *), свидѣтельствующія о большой опытности ихъ авторовъ. Хотя умное въ высшей степени устройство логарифмической линейки облегчаетъ вычисленія, но все таки при множествѣ дѣйствій они требуютъ много времени и труда.

*) Moinot. Levés de plans à la stadia.—Werner Tacheometrie.

Въ послѣднее время многіе практики старались такъ устроить тахеометръ, чтобы отчасти или даже совсѣмъ устранить вычисленія.

Г. Крейтеръ рѣшилъ задачу простѣйшимъ образомъ, имѣя въ виду, что чѣмъ проще инструментъ, тѣмъ онъ дешевле и тѣмъ легче имъ пользоваться.

Инструментъ этотъ, въ томъ видѣ, въ какомъ его нынѣ дѣластъ математическо-механическій институтъ Рейхенбаха (T. Ertel und Sohn) въ Мюнхенѣ, представляетъ не только тахеометръ, но вообще универсальный инструментъ для всякихъ геодезическихъ работъ; въ немъ соединены теодолитъ и нивелиръ, онъ годенъ для производства съемокъ и для нивелированія и имѣетъ одинъ только недостатокъ: отсчеты довольно тихо производятся и точность ихъ не слишкомъ велика; но зато не приходится *рѣшительно ничего вычислять*, потому что *горизонтальныя разстоянія и нивелировочныя отмычки непосредственно читаются на инструментѣ*.

Особеннаго искусства при употребленіи этого инструмента не требуется, точно также какъ и при другихъ тахеометрахъ; но, какъ и при всѣхъ инструментахъ, необходимы вниманіе, старательность и умѣніе.

Основною инструменту (чер. 1) служитъ большой нивелиръ Эртеля. Труба съ фокуснымъ разстояніемъ въ 340 мм. и отверстіемъ въ 35 мм., заключаетъ дальномѣръ *). Она можетъ вращаться около оси и перекладываться. Уровень, помѣщенный надъ трубою, служитъ для нивелировки. Для установки инструмента горизонтально, служатъ два взаимно перпендикулярные уровня, прикрѣпленные къ подставкамъ трубы. Кругъ, діаметромъ въ 160 мм., раздѣленъ на 400 частей и снабженъ новымъ очень простымъ повторительнымъ приборомъ Ререра (M. Röhrer), директора Эртелева института. Отсчеты можно производить или невооруженнымъ глазомъ съ точностью

*) Bauernfeind. Elemente der Vermessungskunde. 4 Aufl. I Bd. S 384.

0,1 (5,4 минуты) или же съ точностью 0,01 (0,54 минуты) посредствомъ двухъ діаметрально расположенныхъ ноніусовъ и лупъ. Установка наглухо достигается закрѣпленіемъ оси.

Идея, руководившая г. Крейтера при устройствѣ тахеометра, состояла въ снабженіи его тремя масштабами, расположенными такимъ образомъ, чтобы изъ нихъ можно было образовать треугольникъ, подобный тому, который есть въ натурѣ, и прочесть величину его сторонъ.

Въ дальномѣрѣ Рейхенбаха, для полученія горизонтальнаго разстоянія при наклонномъ направленіи визирной линіи, приходится отсчитать отвѣсной рейки измѣнить сообразно этому углу наклоненія. Во избѣжаніе такого расчета пришлось прибѣгнуть къ особому устройству реекъ.

Уже Рейхенбахъ прибавилъ діоптръ къ своей рейкѣ *); визируя по ней на инструментъ, можно рейку поставить приблизительно перпендикулярно къ визирной линіи. Одного этого устройства отнюдь не достаточно при весьма наклонной визирной линіи (какъ напр. при опредѣленіи профили въ гористой мѣстности)—во первыхъ, по причинѣ трудности и опасности подаваться далеко взадъ и впередъ отъ подошвы рейки на тѣхъ станахъ, гдѣ иногда рабочій на силу можетъ держаться, и во вторыхъ, по причинѣ большихъ ошибокъ въ горизонтальныхъ и вертикальныхъ разстояніяхъ при значительномъ наклоненіи.

Желая этому помочь, пробовали употреблять горизонтальныя рейки, на которыхъ отсчеты читались бы по указаніямъ нитей. Кромѣ неудобства формы, рейки эти имѣютъ еще тотъ недостатокъ, что съ ними можно производить работу только въ мѣстности открытой. Въ лѣсахъ такія рейки непримѣнимы. Для настоящаго инструмента предлагается рейка, устроенная слѣдующимъ образомъ (чер. 7 и 8).

Рейка состоитъ изъ двухъ частей: 1) вилкообразной ножки АВ высотой 1.2 м., которая можетъ быть установлена верти-

кально посредствомъ отвѣса или уровня, и 2) собственно дистанціонной рейки CBD, вращающейся на оси у точки В и оканчивающейся круглою скобою F. Эта подвижная часть можетъ быть наклонена взадъ или впередъ, смотря по мѣсту стоянія, будетъ ли оно выше или ниже инструмента. При незначительномъ наклоненіи визирной линіи и при нивелировкѣ, рейка связывается съ ножкою наглухо посредствомъ задвижки.

Чтобы рейку наклонить впередъ, берутъ правою рукою скобу F и нижній конецъ рейки тянутъ къ себѣ; лѣвою же рукою держатъ винтъ E, имѣющій внутреннюю нарезку, и навинченный на ось В. При поворачиваніи винта E, обѣ стойки вилки сближаются и сжимаютъ рейку, вслѣдствіе чего можно ее удержать во всякомъ наклонномъ положеніи. При наклоненіи рейки взадъ, ее берутъ правою рукою выше оси В и нагибаютъ, пока по діоптрамъ GG не увидятъ инструмента. Ось В принята за нуль для дѣленій, показывающихъ разстоянія. При испытаніи, рейку эту, послѣ предварительнаго простаго объясненія, давали рабочему, никогда не имѣвшему такой рейки въ рукахъ и тотъ легко и вѣрно ею пользовался и такъ точно ее устанавливалъ, что прорѣзъ діоптра, видимый въ трубу, точно покрывался ею волоскомъ. Для большаго удобства, діоптръ GG такъ устроенъ, что его можно не много поднять или опустить.

Отношеніе фокуснаго разстоянія предметнаго стекла къ разстоянію между волосками есть 100, а потому 1 сантиметръ рейки соответствуетъ 1 метру разстоянія.

Вслѣдствіе того, что дѣленія рейки начинаются у подошвы вилкообразной подставки и идутъ въ верхъ до конца рейки, она можетъ быть употреблена для нивелировки, если ее держать отвѣсно, скрѣпивъ прежде двѣ составныя ея части. При измѣреніи же разстояній, на мѣсто оси вращенія посредствомъ гаекъ, привинчивается доска *abcd* (чер. 2), на которой отмѣчено мѣсто нуля. Надписи на рейкѣ сдѣланы такимъ образомъ, что съ правой стороны надписаны красною краскою

*) Bauernfeind S. 330.

и опрокинутыми цифрами числа, относящіяся къ нивелировкѣ; съ лѣвой же стороны, для измѣренія разстояній, надписаны черныя лежація числа, начинающіяся съ 10, надписанныхъ на высотѣ 1.3 м. Въ слѣдствіе этого устранена возможность ошибочнаго отсчета. Дальше будетъ объяснено еще другое преимущество метрическихъ дѣленій.

Длина рейки надъ осью вращенія равна 2.3 м, въ слѣдствіе чего измѣряемые разстоянія ограничиваются 230 метрами, величиною въ большинствѣ случаевъ достаточною. Для нивелировки же полная длина рейки съ подставкою равна $1.2 + 2.3 = 3.5$ метра, что вообще тоже достаточно; но по желанію заказчика длина можетъ быть доведена до 4.5 м. посредствомъ насадки. Всѣ рейки изъ сухаго дерева тавровой формы (чер. 5) весьма немногимъ превышаетъ всѣ обыкновенной нивелировочной рейки.

Возвращаясь къ описанію тахеометра, упомянемъ, что помѣщенной въ инструментъ Рише повѣрочной (оріентирной) трубы здѣсь нѣтъ, потому что она только увеличиваетъ всѣ и цѣну инструмента, а на практикѣ очень рѣдко бываетъ нужна. Нѣтъ также и буссоли по исполнительнымъ соображеніямъ, но зато въ верхнемъ строеніи штатива вовсе нѣтъ желѣза, въ слѣдствіе чего, до насадки инструмента, можно на штативѣ поставить буссоль Шмалькальдера и оріентироваться по ней. Этимъ устраненіемъ буссоли достигается большая устойчивость инструмента.

Тахеометръ имѣетъ видъ, показанный на чертежѣ 1. Съ боку зрительной трубы привинченъ масштабъ А, линія дѣленій котораго перпендикулярна къ оси вращенія трубы и лежитъ параллельно визирной линіи верхняго волоска дальномѣра. За нуль дѣленій принята ось вращенія трубы. Этотъ масштабъ слѣдуетъ каждому наклоненію трубы, при чемъ его нуль остается постоянно на одномъ мѣстѣ. На трубѣ, между осью и глазнымъ стекломъ, помѣщена уравнительная гиря *a*; винтики же *bb*, находящіеся на предметной половинѣ тру-

бы, служатъ для приведенія масштаба въ должное положеніе (параллельное визирной линіи трубы) и закрѣпленія его.

Подъ масштабомъ А прикрѣпленъ къ подставкѣ трубы другой масштабъ В, параллельный алидадѣ, такъ что когда она приведена въ горизонтальное положеніе, то и масштабъ В горизонталенъ.

На масштабъ В, посредствомъ обоймы *c*, насаженъ перпендикулярно къ В подвижной масштабъ С.

Всѣ три масштаба имѣютъ одинаковыя дѣленія.

Масштабъ С не непосредственно прикрѣпленъ къ обоймѣ *c* а къ столбику *d*, наглухо насаженному на обойму *c* и точно перпендикулярному къ В. Линейка С, при содѣйствіи винтоваго приспособленія *e*, можетъ двигаться вверхъ и внизъ параллельно *d* или быть остановлена на мѣстѣ становымъ винтомъ. Дѣленія масштаба С помѣщены на остромъ ребрѣ его $\alpha\beta$, почти касающемся линейки А во всякомъ ея положеніи. Обойма *c* имѣетъ вырѣзку въ передней части своей; по срединѣ же вырѣзки сдѣлана мѣтка γ въ плоскости линейки В, расположенной такимъ образомъ, что, при параллельномъ положеніи линеекъ А и В, мѣтка (Index) γ даетъ на В тотъ же отсчетъ, какъ ребро $\alpha\beta$ на А. Такъ напр., если $\alpha\beta$ на масштабѣ А даетъ отсчетъ 135.1, тогда γ даетъ на В тоже 135.1 ибо, какъ было сказано, величина дѣленій на всѣхъ масштабахъ одинакова. Кромѣ того показаніе *n* масштаба С при параллельномъ положеніи А и В будетъ одно и то же, на какомъ бы мѣстѣ линейки В ни остановитъ линейку С. Если же наклонить трубу, линія дѣленій масштаба А остановится на дѣленіи *m* масштаба С: тогда длина *n—m* представляетъ вертикальную, а показаніе мѣтки γ горизонтальную проекцію той длины *mg* (линейки А), которая заключается между ребромъ $\alpha\beta$ и осью вращенія.

Употребленіе тахеометра заключается въ томъ, что послѣ приведенія въ горизонтальное положеніе его лимба, а вмѣстѣ съ тѣмъ масштаба В, наводятъ трубу на опредѣляемую точку,

а верхній волосокъ на нуль рейки, читаютъ показаніе нижняго волоска и откладываютъ его на *масштабъ разстояній А* посредствомъ передвиженія *масштаба высотъ С* по *масштабу длинъ В*, до тѣхъ поръ, пока ребро $\alpha\beta$ остановится на томъ числѣ, которое было прочтено на рейкѣ и которое представляетъ разстояніе ея отъ инструмента.

Такимъ образомъ, сдѣланныя точно и съ особенною тщательностью три линейки А, В и С образуютъ прямоугольный треугольникъ, подобный имѣющемуся въ натурѣ. Длины сторонъ читаются непосредственно на масштабахъ въ $1/100$ съ точностію до 0,1 метра. Эту степень точности можно считать совершенно достаточною, если принять во вниманіе, что тахеометръ не употребляется для точнаго промѣра основныхъ линий съемки или относительной высоты главныхъ точекъ, а исключительно для промѣровъ въ сторону и для нивелировокъ, по которымъ выражается ситуація и вычерчиваются поперечныя профили.

Если на примѣръ случится, что будетъ неточность на 0.1 м. въ нивелировочной отмѣткѣ или длинѣ поперечной профили, нанесенной въ масштабѣ $1/100$ или $1/200$ и служащей для вычисленія объема, то эта неточность вовсе не будетъ чувствительна; еще менѣ значенія будетъ она имѣть въ ситуационномъ планѣ, составляемомъ въ гораздо меньшемъ масштабѣ, или даже въ планѣ, составленномъ изъ отдѣльныхъ листовъ, гдѣ происходятъ гораздо значительнѣйшія ошибки при соединеніи листовъ. Большой, чѣмъ здѣсь, точности нельзя ожидать и отъ всякаго другаго тахеометра, потому что какъ тутъ, такъ и тамъ основою всему служить показаніе дальномѣра; относительная высота и горизонтальное разстояніе, какъ стороны прямоугольнаго треугольника, вычисляются по данной величинѣ угла наклоненія и гипотенузы, за которую принимается показаніе дальномѣра. Стало бытъ, неточность отсчета дальномѣра или измѣренія угла повліяетъ и на точность результатовъ вычисленія. Хотя его можно сдѣлать съ точностію до миллиметровъ, но по малой

вѣрности данныхъ величинъ, надобно ограничиваться дециметрами.

Устройство, позволяющее двигаться масштабу *С* вдоль столбика *d*, имѣетъ цѣлю дать возможность устанавливать его на извѣстной уже отмѣткѣ или альтитудѣ точки стоянія инструмента, и такимъ образомъ получать не относительное возвышеніе опредѣляемыхъ точекъ, а ихъ *окончательныя отмѣтки*, альтитуды или высоты надъ принятымъ уровнемъ.

Этого достигаютъ слѣдующимъ образомъ:

Пусть будетъ (чер. 9).

Q извѣстная уже альтитуда точки А стоянія инструмента.

q искомая альтитуда точки В.

I возвышеніе оси трубы надъ точкою А (высота инструмента).

С возвышеніе нуля рейки надъ точкою В, равное 1.2 м.

II возвышеніе нуля рейки надъ осью инструмента или вертикальная проекція разстоянія *d*, полученнаго на дальномѣрѣ.

D горизонтальная проекція того же *d*, читаемая на масштабѣ горизонтальныхъ разстояній.

Изъ чертежа видно, что

$$q = Q + I + II - C,$$

гдѣ *С* постоянно и равно 1.2 м. а *I* и *Q* для одного и того же стоянія инструмента постоянны. Если положить, что $Q + I - C = Q'$, то будемъ имѣть $q = Q' + II$.

Величина Q' есть то дѣленіе масштаба высотъ, на которомъ должно его остановить противъ масштаба А, предварительно приведеннаго (вмѣстѣ съ трубою) въ горизонтальное положеніе.

По этому, установивъ инструментъ точно надъ колышкомъ и измѣривъ высоту оси вращенія трубы надъ поверхностью земли, приводятъ трубу въ горизонтальное положеніе посредствомъ привинченнаго къ ней уровня и вдвигаютъ обойму *e* съ вертикальнымъ масштабомъ вплоть до выступа *f*,

при чемъ остается видна еще часть масштаба разстояній A около гайки g . Послеъ этого подвигаютъ масштабъ высотъ вдоль столбика d вверхъ или внизъ до тѣхъ поръ, пока дѣленіе Q' края $\alpha\beta$ остановится противъ линіи дѣленій масштаба A . Для этой цѣли пользуются микрометромъ e . На масштабъ высотъ C надписаны десяти дѣленій; единицы легко читать и безъ надписей.

Выше было сказано, что масштабъ разстояній помѣщенъ не по оси трубы, а въ плоскости, параллельной визирной линіи верхняго волоска. Въ слѣдствіе этого, при горизонтальномъ положеніи трубы, показанія масштаба высотъ будутъ разниться на половину величины угла зрѣнія, образующагося въ дальномѣрѣ. Это отклоненіе, однакожъ, такъ незначительно, что остается безъ вліянія у оси вращенія g , гдѣ производится установка масштаба высотъ.

Въ большинствѣ случаевъ нуль рейки, находящійся на высотѣ 1.2 м. бываетъ виденъ, такъ что можно на него визировать. Если же случится, что онъ закрытъ, то рейку устанавливаютъ отвѣсно, наводятъ верхній волосокъ на какое нибудь десятичное или сотенное дѣленіе рейки, читаютъ показаніе нижняго волоска, опредѣляютъ разность, наносятъ ее, какъ обыкновенно, на масштабъ разстояній A , читаютъ показаніе мѣтки γ на масштабѣ горизонтальныхъ разстояній B и опять устанавливаютъ C на томъ дѣленіи масштаба A , которое было сейчасъ прочтено на B . Въ этомъ случаѣ вторичное чтеніе на масштабѣ B опредѣлитъ горизонтальную проекцію настоящаго разстоянія. Нивелировочную же отмѣтку надобно поправить на величину, на какую отведенъ верхній волосокъ отъ нуля дѣленій рейки, что при метрической системѣ очень легко дѣлается. Такъ напр., если верхній волосокъ былъ поведенъ на 50, тогда прочтенную отмѣтку слѣдуетъ уменьшить на 0.50 м.

При опредѣленіи поперечной профили становятся на какую либо ея точку, опредѣляютъ разстояніе отъ точки, лежащей на оси, устанавливаютъ масштабъ высотъ на надлежа-

щемъ мѣстѣ масштаба разстояній и на такой высотѣ, какая соответствуетъ отмѣткѣ точки оси. Отмѣтка же эта извѣстна изъ заранѣе произведенной продольной нивелировки. Послеъ этого получаютъ готовыя отмѣтки точекъ профили, которыя непосредственно можно наносить.

Описанный здѣсь инструментъ былъ подвергнутъ строгому испытанію. Какъ весьма подходящій предметъ, былъ избранъ баварскій „Храмъ славы“ (Ruhmeshalle) на бугрѣ около Мюнхена. Онъ наблюдался изъ трехъ точекъ, произвольно избранныхъ, которыхъ разстоянія и альтитуды предварительно были опредѣлены и совершенно таже альтитуда храмоваго цоколя получилась изовсѣхъ трехъ точекъ стоянія.

Сподручность инструмента не оставляетъ ничего болѣе желать, въ слѣдствіе удобства и вѣрности установки масштаба высотъ, легко передвигающагося по горизонтальному масштабу: стоитъ только масштабъ этотъ слегка придерживать лѣвою рукою, когда нажимаютъ ладонью на головку h , придѣланную на обоймѣ e .

Само собою разумѣется, что поверхности скользенія должны содержаться въ чистотѣ, и потому послѣ каждой работы слѣдуетъ хорошо вытирать горизонтальный масштабъ, а при удобномъ случаѣ полезно слегка и масломъ его смазать. До укладки инструмента, или въ случаяхъ, когда не нуждаются въ масштабѣ высотъ, вдвигаютъ его до выступа f , до тѣхъ поръ, пока пружинка i изъ новаго серебра не зацѣпится, вслѣдствіе чего обійма e сдѣлается неподвижною. Можно также совсѣмъ снять масштабы горизонтальный и отвѣсный.

Что касается расположенія работъ, предлагаемъ руководствоваться испытанными методами Моано и Вернера. При инструментѣ должны быть два съемщика; третій ставитъ рабочихъ на опредѣляемыя точки и составляетъ эскизъ снимаемой мѣстности. Слѣдуетъ только замѣтить, что то лицо, которое устанавливаетъ трубу и читаетъ показанія рейки, ведетъ журналъ, между тѣмъ какъ второе лицо сперва читаетъ горизон-

тальный уголъ, устанавливаетъ масштабъ высотъ и диктуетъ первому отсчеты. Такъ такъ установка масштаба высотъ и чтение отмѣтки слѣдуютъ другъ за другомъ мгновенно, то полевые работы этимъ инструментомъ столь же мало требуютъ времени, какъ и при инструментѣ Рише. Кабинетная же работа сокращается слишкомъ на половину, потому что нѣтъ надобности въ вычисленіяхъ. Числа, записанныя въ полевомъ журналѣ, непосредственно служатъ для нанесенія на бумагу. Издержки по приобрѣтенію инструмента скоро окупаются экономіею во времени работы.

Предполагая въ употребляющемъ инструментѣ знакомство съ теоріею инструментовъ и умѣніе дѣлать въ нихъ поправки, въ которыхъ можетъ оказаться надобность во время работъ, мы изложимъ только вкратцѣ поправки дальномѣра и масштаба разстояній.

Поворачивая трубу около ея продольной оси, приводятъ посредствомъ четырехъ винтиковъ s центръ діафрагмы въ совпаденіе съ осью трубы; затѣмъ рейку, снабженную досчечкою $abcd$, на которой выставленъ нуль, устанавливаютъ отвѣсно на разстояніи, точно измѣренномъ отъ инструмента, и примѣрно въ одномъ съ нимъ уровнѣ. Если это разстояніе есть 100 м., тогда направляютъ трубу среднимъ ея волоскомъ на дѣленіе 50 рейки и послѣ предварительнаго незначительнаго ослабленія винтовъ t и t' , съ нарѣзками на головкахъ, наводятъ верхній волосокъ точно на нуль посредствомъ верхняго винта, а нижній волосокъ точно на 100 посредствомъ нижняго.

Когда такимъ образомъ волоски вѣрно поставлены, снимаютъ доску нуля $abcd$ съ рейки, трубу устанавливаютъ совершенно горизонтально посредствомъ уровня, къ ней придѣланнаго, а масштабъ высотъ, находящійся у выступа f , ставятъ нулемъ на линіи дѣленій масштаба разстояній и передвигаютъ по линейкѣ В до тѣхъ поръ, пока мѣтка γ не дойдетъ до дѣленія, показывающаго отмѣренное разстояніе до рейки. Потомъ читаютъ показанія верхняго и средняго волосковъ на рейкѣ

и посредствомъ винтовъ bb устанавливаютъ масштабъ разстояній такимъ образомъ, чтобы его линія дѣленій находилась ниже нуля масштаба высотъ на величину, равную разности показаній волосковъ на рейкѣ.

Если, напримѣръ, показаніе средняго волоска 1.55 м. а верхняго 0.85 м., то линія дѣленій масштаба разстояній должна быть поставлена на показаніе $1.35 - 0.85 = 0.50$ м. ребра $\alpha\beta$, если при томъ масштабъ высотъ, стоявшій прежде на нулѣ, теперь поставленъ на 100 масштаба В.

Г. Тифлисъ.

Инженеръ К. Ваніорскій.

ОПРЕДѢЛЕНІЕ ОПАСНАГО ПОЛОЖЕНІЯ НЕИЗМѢННО СВЯЗАННЫХЪ ГРУЗОВЪ НА МОСТОВОЙ БАЛКѢ.

(Съ чертежами на листѣ II).

При опредѣленіи поперечныхъ размѣровъ мостовыхъ фермъ, главнымъ образомъ обращается вниманіе на два рода внутреннихъ напряженій, вызываемыхъ дѣйствующими на ферму внѣшними отвѣсными силами, именно: 1) на сгибающій моментъ, и 2) на отвѣсное перерѣзывающее усиліе.

Цѣль расчета состоитъ въ томъ, чтобы при наименьшемъ вѣсѣ фермы придать каждому ея сѣченію такіе размѣры, при которыхъ сооруженіе могло бы съ безопасностью для прочности выносить оба рода напряженій. Дѣйствующія на мостовую ферму внѣшнія вертикальныя силы бываютъ *постоянныя* и *временныя*. Къ первымъ относится собственный вѣсъ фермы съ принадлежностями верхняго строенія пути. Вѣсъ фермы можно разсматривать безъ большой погрѣшности, какъ равномерно распределенный по всему пролету *). Вѣсъ же верхняго строенія пути, относя къ нему и вѣсъ поперечныхъ фермъ

*) Увеличеніе поперечныхъ размѣровъ поясовъ къ среднѣмъ пролетамъ вознаграждается уменьшеніемъ поперечныхъ размѣровъ стоекъ и раскосовъ и обратно. При сплошныхъ же балкахъ сдѣланное предположеніе совершенно справедливо.

съ продольными балками, дѣйствуетъ только въ опредѣленныхъ точкахъ на главную мостовую ферму. Зная величину постоянной нагрузки, не трудно найти соответствующее ей значеніе сгибающаго момента и перерѣзывающаго усилія для любого сѣченія.

Временную нагрузку составляетъ вѣсъ движущагося поѣзда, передаваемый на ферму колесами, такъ что дѣйствіе вѣса поѣзда нужно разсматривать какъ дѣйствіе сосредоточенныхъ грузовъ, неизмѣнно между собою связанныхъ. Очевидно, что для каждаго поперечнаго сѣченія фермы существуютъ такіа два положенія движущихся грузовъ, при которыхъ получаются: въ первомъ—наибольшій сгибающій моментъ, а во второмъ—наибольшее перерѣзывающее усиліе. Слѣдовательно, желая повѣрить расчетомъ прочность сооруженія въ любомъ сѣченіи, нужно умѣть находить соответствующія двумъ родамъ напряженій два невыгодныхъ положенія грузовъ. Кромѣ того при расчетѣ небольшихъ мостовыхъ балокъ отъ 1 до 3 сажень, которымъ обыкновенно дается однообразное поперечное сѣченіе, соответствующее наибольшему сгибающему моменту, а при опредѣленіи величины равномерной сплошной нагрузки, равнозначущей по дѣйствию самому невыгодному расположенію сосредоточенныхъ грузовъ—необходимо обладать средствомъ находить наибольшія между всѣми возможными сгибающими моментами и перерѣзывающими усиліями.

Не слѣдуетъ думать, что рѣшивъ вторую задачу, т. е. найдя значенія абсолютныхъ *max.* сгибающихъ моментовъ и перерѣзывающихъ усилій и опредѣливъ по нимъ величину равнозначущей равномерной нагрузки, исключимъ уже надобность рѣшенія первой задачи. Напротивъ, необходимо провѣрять для нѣкоторыхъ сѣченій фермы, получаютъ ли эти величины въ дѣйствительности тѣ значенія, которыя предполагаются при дѣйствіи вычисленной равномерно распределенной сплошной нагрузки. Строго говоря, эта замѣна сосредоточенныхъ грузовъ равномерно - распределенною нагрузкою будетъ справедлива

только для нѣкоторыхъ сѣченій фермы, именно для тѣхъ, гдѣ происходятъ наибольшій сгибающій моментъ или наибольшее перерѣзывающее усиліе. Во всѣхъ же остальныхъ сѣченіяхъ бываетъ болѣе или менѣе значительное отступленіе отъ дѣйствительности.

И такъ раціональный расчетъ мостовыхъ фермъ требуетъ знанія: 1) *наибольшей величины сгибающаго момента и перерѣзывающаго усилія при данномъ пролетѣ, нагруженномъ данною подвижною системою сосредоточенныхъ грузовъ*; и 2) *величины наибольшаго момента и перерѣзывающаго усилія въ данномъ сѣченіи при тѣхъ же условіяхъ*.

Въ изданномъ Н. А. Бѣлелюбскимъ сочиненіи «*Vnпшнія силы, дѣйствующія на мостовыя сооружеія, по Шмидту*», помѣщенъ чертежъ, показывающій для различныхъ пролетовъ самое невыгодное расположеніе колесъ поѣзда, состоящаго изъ трехъ паровозовъ извѣстнаго типа и ряда нагруженныхъ платформъ. Затѣмъ, тамъ же помѣщены для различныхъ пролетовъ вычисленія величины равномерно распределенной нагрузки на единицу длины, производящей тоже дѣйствіе, какъ и невыгоднѣйшее расположеніе колесъ поѣзда *); но неизвѣстно, какимъ путемъ найдены эти невыгодныя расположенія колесъ поѣзда, такъ что при другихъ типахъ паровозовъ, т. е. съ другимъ числомъ колесъ и съ другой нагрузкою осей, а также при иномъ взаимномъ разстояніи между ними—эти таблицы становятся бесполезными. Кромѣ того, какъ увидимъ въ послѣдствіи, есть основаніе предположить, что способъ, употребленный Шмидтомъ, не всегда приводитъ къ вѣрнымъ результатамъ.

Въ вышедшемъ въ 1872 г. сочиненіи Винклера: «*Der Brückenbau. Aeusserere Kräfte gerader Träger*» выведены фор-

мулы, позволяющія рѣшить обѣ предложенныя задачи для каждаго даннаго случая.

Предлагаемый мною способъ рѣшенія задачъ не имѣетъ ничего общаго съ способомъ Винклера, хотя и приводитъ, за исключеніемъ второй задачи, къ тѣмъ же результатамъ. Сравненіе способовъ будетъ легко видно на рѣшеніи одной и той же задачи, которое мы приведемъ въ концѣ статьи; тамъ же будетъ изложенъ другой (болѣе строгій, чѣмъ у Винклера) выводъ условія существованія наибольшаго момента въ данномъ сѣченіи при сплошной равномерной или неравномерной нагрузкѣ, покрывающей извѣстную часть пролета, и затѣмъ выводъ подобнаго же условія для сосредоточенныхъ грузовъ. У Винклера послѣднее условіе выводится, какъ слѣдствіе предъидущаго съ оговоркою, что полученный такимъ образомъ результатъ не вполнѣ вѣренъ. Дѣйствительно, при самостоятельномъ рѣшеніи задачи о сосредоточенныхъ грузахъ получается иной выводъ, нежели у Винклера.

Приступимъ теперь къ рѣшенію первой задачи, т. е. къ отысканію такого положенія сосредоточенныхъ грузовъ (колесъ паровоза, тендера и проч.), при которомъ сгибающій моментъ будетъ наибольшій изъ всѣхъ моментовъ, дѣйствующихъ при передвиженіи системы грузовъ съ одного конца пролета на другой.

Рѣшеніе предложенной задачи приводится къ отысканію наивысшей точки въ цѣлой системѣ гиперболическихъ параболондовъ, пересѣкающихся попарно въ параболахъ, при чемъ производящая прямая во всѣхъ поверхностяхъ параллельна одной изъ вертикальныхъ плоскостей координатъ, а кривыя пересѣченія поверхностей расположены въ плоскостяхъ, параллельныхъ вертикальной плоскости, равнодѣлящей плоскостный уголъ xoz у.

Дѣйствительно, пусть на балку, длиною l , дѣйствуютъ три сосредоточенныхъ груза p , p' и p'' съ взаимнымъ разстояніемъ d и d' (чер. 1.) Если означимъ буквою A сопротивле-

*) Подобныя же таблицы, но только для другихъ типовъ паровозовъ, помѣщены въ «*Bau der Brückenträger, von Laissle und Schübler*». Dritte Auflage.

ніе лѣвой опоры и буквою m разстояніе перваго груза отъ этой опоры, то получимъ:

$$A = p \frac{(1-m)}{1} + p' \frac{(1-m-d)}{1} + p'' \frac{(1-m-d-d')}{1}$$

а сгибающіе моменты для промежутковъ между лѣвою опорою и первымъ грузомъ, первымъ грузомъ и вторымъ и т. д., будутъ:

$$A \begin{cases} \text{I} z = Ax \\ \text{II} z = Ax - p(x-m) \\ \text{III} z = Ax - p(x-m) - p'(x-m-d) \\ \text{IV} z = Ax - p(x-m) - p'(x-m-d) - p''(x-m-d-d') \end{cases}$$

гдѣ x есть разстояніе какого нибудь сѣченія балки отъ лѣвой опоры.

Въ эти функціи входятъ двѣ независимыя переменныя x и m , измѣняющіяся въ извѣстныхъ предѣлахъ. Предѣлы m во всѣхъ четырехъ функціяхъ одни и тѣже 0 и $l-d-d'$.

Предѣлы же x различны для различныхъ функцій.

Для первой они суть 0 и m .

Для второй— m и $m+d$.

Для третьей— $m+d$ и $m+d+d'$.

Для четвертой— $m+d+d'$ и l .

Каждая изъ функцій группы (A) представляетъ уравненіе гиперболическаго параболоида, отнесеннаго къ прямоугольнымъ осямъ координатъ (x, z, m), въ началѣ которыхъ находится центръ поверхности. Если положить m равнымъ нѣкоторой постоянной величинѣ ω , т. е. пересѣчь всѣ поверхности плоскостью, параллельною плоскости zx , то каждая изъ функцій группы (A) обратится въ функцію вида:

$$z = \alpha x + \beta.$$

и вмѣстѣ съ уравненіемъ

$$m = \omega$$

представляетъ уравненіе прямой, находящейся въ плоскости, параллельной zx

Далѣе мы видимъ, что для даннаго значенія m , каждыя двѣ смежныя функціи группы (A) удовлетворяются однимъ и тѣмъ же значеніемъ переменныхъ. Первыя двѣ функціи удов-

летворяются однимъ и тѣмъ же значеніемъ переменныхъ при $x=m$; вторыя двѣ при $x=m+d$, третьи при $x=m+d+d'$, а такъ какъ m измѣняется непрерывно въ предѣлахъ: 0 и $l-d-d'$, то рядъ общихъ точекъ двухъ смежныхъ поверхностей будетъ расположенъ на нѣкоторой кривой, уравненіе которой для всѣхъ функцій группы (A) будетъ вида.

$$z = \alpha m^2 + \beta m + \gamma \text{ и } x = m + d.$$

Это есть парабола, параллельная вертикальной плоскости. равнодѣлящей плоскостный уголъ zx о m . Эти послѣднія кривыя можно разсматривать, какъ направляющія при образованіи поверхностей движеніемъ прямой линіи.

И такъ цѣль задачи найти такія значенія m и x , которыя давали бы наибольшее возможное значеніе z въ группѣ (A).

Здѣсь нельзя примѣнить обыкновенный способъ отысканія наибольшихъ величинъ помощью дифференціального исчисленія, потому что предѣлы одной изъ переменныхъ не одинаковы въ различныхъ функціяхъ; кромѣ того одна изъ переменныхъ входитъ въ первой степени, такъ что производная по ней есть постоянное количество, а не функція той же переменной. Все это заставило избрать другой путь рѣшенія.

Пусть уравненія:

$$z = f(x, y)$$

$$z = \varphi(x, y)$$

$$.$$

$$z = \psi(x, y)$$

представляютъ системы параболическихъ гиперболоидовъ, пересѣкающихся попарно и отнесенныхъ къ прямоугольной системѣ координатъ, такъ выбранной, что производящія прямыя параллельны плоскости zx .

Полагаемъ въ этихъ уравненіяхъ y равнымъ нѣкоторой постоянной величинѣ, заключающейся между его предѣлами; другими словами, пересѣкаемъ всѣ поверхности плоскостью, параллельною zx ; тогда на основаніи вышесказаннаго получимъ систему прямыхъ линій, расположенныхъ въ одной плоскости и взаимно пересѣкающихся попарно (чер. 2).

Опредѣлимъ знаки при тангенсахъ угловъ наклоненія сторонъ полученнаго многоугольника. Очевидно, что высшая точка въ этомъ многоугольникѣ будетъ соответствовать точкѣ пересѣченія двухъ сторонъ, которыя наклонены относительно горизонтальной оси въ противоположныя стороны, т. е. у которыхъ знаки тангенсовъ противоположны, или одинъ тангенсъ есть нуль, а другой—положительный или отрицательный.

Слѣдовательно, для даннаго значенія y высшая точка въ разсматриваемой системѣ поверхностей будетъ точка общая двумъ поверхностямъ, давшимъ въ пересѣченіи съ плоскостью двѣ прямыя, наклоненныя въ противоположныя стороны относительно горизонтальной оси.

Будемъ продолжать пересѣкать наши поверхности, измѣняя разстоянія сѣкущей плоскости отъ плоскости xz въ предѣлахъ возможнаго измѣненія y , и для каждаго сѣченія изслѣдуемъ знаки тангенсовъ угловъ наклоненія сторонъ многоугольника; тогда, если для всѣхъ возможныхъ положеній сѣкущей плоскости сохраняется постоянство знаковъ, то очевидно, что искомое наибольшее будетъ находиться на кривой пересѣченія тѣхъ смежныхъ поверхностей, которыя отъ пересѣченія плоскостями постоянно давали прямыя, наклоненныя относительно оси x въ противоположныя стороны. Послѣ того, какъ найдено будетъ уравненіе этой кривой, останется только помощью дифференціального исчисленія найти наибольшее значеніе и задача будетъ рѣшена.

При изслѣдованіи знаковъ тангенсовъ сторонъ многоугольника, съ измѣненіемъ y въ его предѣлахъ, можно встрѣтить слѣдующіе случаи: постоянство знаковъ сохраняется только въ двухъ крайнихъ сторонахъ многоугольника или въ нѣсколькихъ крайнихъ смежныхъ сторонахъ, а въ остальныхъ среднихъ сторонахъ происходитъ перемѣна знаковъ (чер. 3 и 4).

Замѣтимъ предварительно, что каждому положенію сѣкущей плоскости соответствуетъ свой **мах.**, который мы будемъ называть *относительнымъ мах.*, въ отличіе отъ *абсолютнаго мах.*, наивысшей точки въ системѣ данныхъ поверхностей,

т. е. наибольшаго значенія изъ всѣхъ относительныхъ **мах.** Ясно, что тѣ стороны многоугольниковъ, въ которыхъ произошла перемѣна знаковъ, опредѣляли своимъ взаимнымъ пересѣченіемъ положеніе и величину относительнаго **мах.** Слѣдовательно, всѣ относительныя **мах.** будутъ находиться на кривыхъ пересѣченія тѣхъ поверхностей, которыя при движеніи сѣкущей плоскости давали въ сѣченіи прямыя линіи, не сохранившія постоянства знаковъ.

Чтобъ найти, на которой изъ этихъ кривыхъ будетъ расположено абсолютный **мах.**, поступимъ слѣдующимъ образомъ.

Опредѣлимъ для двухъ смежныхъ кривыхъ значеніе y , при которомъ онѣ имѣютъ одинаковую ординату и изслѣдуемъ знакъ и величину тангенса обѣихъ кривыхъ для найденнаго значенія y . Пусть (чер. 5) оба тангенса въ точкѣ пересѣченія положительные и численное значеніе тангенса кривой II болѣе тангенса кривой I, такъ что при $y + h$ ординаты обѣихъ кривыхъ увеличиваются и при томъ во II сильнѣе, чѣмъ въ I, а потому заключаемъ, что относительный **мах.** кривой II, болѣе относительнаго **мах.** кривой I. Точно также если оба тангенса отрицательные (чер. 6) и численная величина тангенса кривой II опять болѣе тангенса кривой I, то при $y - h$ ординаты обѣихъ кривыхъ увеличиваются и относительный **мах.** кривой II болѣе **мах.** кривой I. Если оба тангенса имѣютъ противоположные знаки, то при равенствѣ ихъ численныхъ значеній должно заключить (чер. 7), что оба относительные **мах.** равны между собою, а при неравенствѣ численныхъ значеній (чер. 8) получится соответственное неравенство и относительныхъ **мах.**, такъ какъ кривыя имѣютъ въ предѣлахъ измѣненія y только одну общую точку. Продолжая это изслѣдованіе постепенно для всѣхъ смежныхъ кривыхъ, найдемъ наконецъ такую кривую, мотносительны **мах.** которой будетъ болѣе относительнаго **мах.** обѣихъ смежныхъ кривыхъ. Значеніе этого **мах.** и будетъ, очевидно, искомымъ абсолютнымъ **мах.**

Аналитическое рѣшеніе будетъ состоять въ слѣдующемъ:

Пусть, по прежнему

$$z = f(x, y)$$

$$\dots \dots \dots$$

$$z = \varphi(x, y)$$

$$z = \psi(x, y)$$

уравненія гиперболическихъ параболоидовъ, т. е. выраженія сгибающихъ моментовъ для различныхъ сѣченій балки, заключенныхъ между двумя смежными грузами.

Полагаемъ въ нихъ на время y постоянною величиною и опредѣляемъ для каждаго уравненія коэффициентъ при x , т. е. опредѣляемъ тангенсъ угла наклоненія сторонъ многоугольника; получимъ нѣкоторыя функціи одного y :

$$\left. \begin{aligned} z_1 &= f_1(y) \\ z_1 &= \varphi_1(y) \\ \dots \dots \dots \\ z_1 &= \psi_1(y) \end{aligned} \right\} (B)$$

Такъ какъ эти функціи алгебраическія относительно величины y , то нѣтъ надобности изслѣдовать знакъ этихъ функцій для всѣхъ возможныхъ значеній y или для нѣкоторыхъ группъ—достаточно его опредѣлить для предѣльныхъ значеній y . Если оба предѣльные значенія будутъ одного знака, то и всѣ промежуточные будутъ того же знака; если предѣльные значенія противоположныхъ знаковъ, то это значитъ, что функція только одинъ разъ перешла чрезъ нуль.

Пусть предѣльные значенія y будутъ y_a и y_b . Вставляя эти значенія въ группу (B), получимъ слѣдующіе два ряда значеній тангенсовъ

$$\begin{array}{cc} f_1(y_a), & f_1(y_b) \\ \dots \dots \dots & \dots \dots \dots \\ \varphi_1(y_a), & \varphi_1(y_b) \\ \omega_1(y_a), & \omega_1(y_b) \\ \dots \dots \dots & \dots \dots \dots \\ \psi_1(y_a), & \psi_1(y_b) \end{array}$$

Положимъ, что при y_a и y_b знакъ функцій отъ $f_1(y)$ до $\varphi_1(y)$ включительно будетъ положительный, а отъ $\omega_1(y)$ до $\psi_1(y)$ отрицательный; тогда на основаніи вышесказаннаго, искомый

абсолютный шахъ, будетъ лежать на кривой пересѣченія поверхностей:

$$(a) \dots \dots z = \varphi(x, y)$$

$$(b) \dots \dots z = \omega(x, y)$$

Чтобъ найти уравненіе кривой, приравниваемъ (a) къ (b) и получимъ:

$$\varphi(x, y) = \omega(x, y),$$

$$\text{откуда (c) } \dots \dots z = f(y).$$

Вставляя это значеніе x въ одно изъ уравненій (a) или (b) получимъ уравненіе кривой пересѣченія:

$$(d) \dots \dots z = \varphi[f(y), y] = \omega[f(y), y]$$

За тѣмъ беремъ производную этой функціи по y , приравниваемъ ее нулю и получимъ:

$$\frac{dz}{dy} = \frac{d\varphi[f(y), y]}{dy} = 0$$

откуда:

$$(e) \dots \dots y = \xi(p, q, \dots)$$

Вставляя въ (c) и (d) найденное значеніе y , получимъ значеніе абсциссы и численную величину абсолютнаго шаха.

Изложимъ теперь ходъ вычисленія въ томъ случаѣ, когда не сохраняется постоянство знаковъ тангенса между предѣльными значеніями y .

Пусть при $y = y_a$ и $y = y_b$, имѣемъ:

$$f_1(y_a) > 0, \quad f_1(y_b) > 0$$

$$\varphi_1(y_a) > 0, \quad \varphi_1(y_b) < 0$$

$$\omega_1(y_a) > 0, \quad \omega_1(y_b) < 0$$

$$\chi_1(y_a) > 0, \quad \chi_1(y_b) < 0$$

$$\pi_1(y_a) > 0, \quad \pi_1(y_b) < 0$$

$$\psi_1(y_a) < 0, \quad \psi_1(y_b) < 0$$

Опредѣливъ кривыя пересѣченія всѣхъ тѣхъ поверхностей, которыя дали для сторонъ перемѣну знака при тангенсѣ, получимъ уравненіе кривыхъ:

$$\left. \begin{aligned} z &= \varphi(x, y) \\ z &= \omega(x, y) \end{aligned} \right\} \text{ или } z = \varphi[y, f(y)]$$

$$\left. \begin{aligned} z &= \omega(x, y) \\ z &= \xi(x, y) \end{aligned} \right\} \text{ или } z = \omega[y, \Phi(y)]$$

$$\left. \begin{aligned} z &= \chi(x, y) \\ z &= \pi(x, y) \end{aligned} \right\} \text{ или } z = \chi[y, \Psi(y)]$$

Находимъ для каждой пары смежныхъ кривыхъ значенія y , при которыхъ ординаты z равны между собою. Приравняемъ:

$$\varphi [y, f(y)] = \omega [y, \Phi(y)]$$

откуда находимъ $y = y_1$.

Опредѣляемъ численную величину тангенсовъ обѣихъ кривыхъ для абсциссы $y = y_1$, другими словами, опредѣляемъ значеніе производныхъ по y при $y = y_1$; получимъ:

$$\left[\frac{d. \varphi [y, f(y)]}{dy} \right]_{y=y_1} = M(y_1)$$

$$\left[\frac{d. \omega [y, \Phi(y)]}{dy} \right]_{y=y_1} = N(y_1)$$

Пусть $N(y_1) > M(y_1)$ (на знаки нечего обращать вниманія), тогда на основаніи вышесказаннаго, относительный **мах.** кривой $\omega ()$ болѣе относительнаго **мах.** $\varphi ()$. За тѣмъ поступаемъ также со слѣдующею парой кривыхъ:

$$z = \omega [y, \Phi(y)] \text{ и } z = \varphi [y, \Pi(y)]$$

и продолжаемъ это изслѣдованіе до тѣхъ поръ, пока не найдемъ кривой, относительный **мах.** которой будетъ болѣе относительнаго **мах.** двухъ смежныхъ кривыхъ. За тѣмъ останется только найти значеніе этого относительнаго **мах.**, который будетъ вмѣстѣ съ тѣмъ и абсолютнымъ; тогда задача будетъ рѣшена.

Замѣтимъ, что если бы во всѣхъ этихъ случаяхъ въ выраженіи (е) для y получились значенія, выходящіе изъ его предѣловъ, то это значило бы, что при данномъ пролетѣ съ даннымъ числомъ грузовъ, абсолютный **мах.** получается, когда одинъ или нѣсколько крайнихъ грузовъ находятся вѣн пролета, т. е. когда на балку дѣйствуетъ меньшее число грузовъ противъ того, которое можетъ помѣститься на пролетѣ. Знакъ и численная величина y покажетъ, которые изъ крайнихъ грузовъ, и сколько именно, нужно свести съ пролета, чтобъ имѣлъ мѣсто абсолютный **мах.** Какъ ни странно кажется съ перваго взгляда тотъ фактъ, что въ иныхъ случаяхъ исключеніе изъ общей нагрузки на балку одного или нѣсколькихъ сосредоточенныхъ грузовъ производитъ увеличеніе сгибающаго мо-

мента, а не уменьшеніе, но провѣрочныя вычисленія всегда это подтверждали.

Возьмемъ частный примѣръ и рѣшимъ его по предлагаемому способу и по способу Винклера.

Пусть требуется найти наибольшій сгибающій моментъ для 10 футовой балки (чер. 9), нагруженной четырьмя сосредоточенными грузами, величина которыхъ 1, 2, 3 и 4 пуда. Разстояніе между ними неизмѣняемо и соответственно равно 4, 2 и 3 футамъ. Вся же система можетъ перемѣщаться. Сопротивленіе лѣвой опоры:

$$A = 1 \left(\frac{10-m}{10} \right) + 2 \left(\frac{10-m-4}{10} \right) + 3 \left(\frac{10-m-4-2}{10} \right) + 4 \left(\frac{10-m-4-2-3}{10} \right) = 3.8 - m.$$

Сгибающіе моменты будутъ:

- I Ax
- II $Ax - 1(x-m)$
- III $Ax - 1(x-m) - 2(x-m-4)$
- IV $Ax - 1(x-m) - 2(x-m-4) - 3(x-m-4-2)$
- V $Ax - 1(x-m) - 2(x-m-4) - 3(x-m-4-2) - 4(x-m-4-2-3).$

Коэффициенты при x :

- I' $A = 3.8 - m$
- II' $A - 1 = 2.8 - m$
- III' $A - 3 = 0.8 - m$
- IV' $A - 6 = -2.2 - m$
- V' $A - 10 = -6.2 - m$

Предѣлы m , 0 и $10-9=1$.

При $m=0$, $m=1$

- I' $> 0, > 0$
- II' $> 0, > 0$
- III' $> 0, < 0$
- IV' $< 0, < 0$
- V' $< 0, < 0$

Постоянство знаковъ при тангенсѣ сохранилось только въ двухъ первыхъ и двухъ послѣднихъ коэффициентахъ; въ остальномъ произошла перемѣна знаковъ.

Опредѣляемъ кривыя пересѣченія поверхностей II и III, III и IV. Условія пересѣченія этихъ поверхностей суть

$$x = m + 4 \text{ и } x = m + 4 + 2.$$

Слѣдовательно уравненія кривыхъ будутъ:

$$z = (3.8 - m)(m + 4) - 1 \times 4 \dots \dots \dots (a)$$

$$z = (3.8 - m)(m + 4 + 2) - 1 \times 6 - 2 \times 2 \dots \dots (b)$$

Опредѣляемъ значеніе m , при которомъ ординаты обѣихъ кривыхъ между собою равны. Для этого необходимо

$$(3.8 - m)(m + 4) - 1 \times 4 = (3.8 - m)(m + 6) - 1 \times 6 - 2 \times 2$$

откуда получимъ:

$$m = 2.6.$$

Ищемъ значеніе производныхъ (a) и (b) по m при $m = 2.6$.

$$\text{Получимъ: } 3.8 - 2m - 4 = 3.8 - 5.2 - 4 = -5.4 \dots \dots \dots (a')$$

$$3.8 - 2m - 6 = 3.8 - 5.2 - 6 = -7.4 \dots \dots \dots (b')$$

Относительный **мах.** кривой (b) болѣе относительнаго **мах.** кривой (a); а такъ какъ на кривой пересѣченія поверхностей IV и V не можетъ быть относительнаго **мах.**, ибо тамъ сохраняется постоянство знаковъ при тангенсахъ, то относительный **мах.** кривой (b) будетъ вмѣстѣ съ тѣмъ и абсолютнымъ.

Найдемъ его значеніе. Беремъ производную функцію (b) по m , приравниваемъ ее нулю и получимъ:

$$3.8 - 2m - 6 = 0; \text{ откуда } m = -1.1.$$

Предѣлы m суть 0 и $+1$. Найденное значеніе m показываетъ, что абсолютный **мах.** будетъ тогда, когда первый грузъ, величиною 1, не будетъ на пролетѣ. Беремъ только три груза (чер. 10) и рѣшаемъ задачу снова:

$$A = 2 \frac{(10-m)}{10} + 3 \frac{(10-m-2)}{10} + 4 \frac{(10-m-5)}{10} = 6.4 - 0.9 m.$$

Моменты суть:

$$I \dots \dots Ax$$

$$II \dots \dots Ax - 2(x - m)$$

$$III \dots \dots Ax - 2(x - m) - 3(x - m - 2)$$

$$IV \dots \dots Ax - 2(x - m) - 3(x - m - 2) - 4(x - m - 3)$$

Коэффициенты:

$$I' \dots \dots A = 6.4 - 0.9 m$$

$$II' \dots \dots A - 2 = 4.4 - 0.9 m$$

$$III' \dots \dots A - 5 = 1.4 - 0.9 m$$

$$IV' \dots \dots A - 9 = -2.6 - 0.9 m$$

Предѣлы m суть 0 и $10 - 5 = 5$.

$$\text{При } m = 0, \quad m = 5$$

$$I' \dots \dots > 0, \quad > 0$$

$$II' \dots \dots > 0, \quad < 0$$

$$III' \dots \dots > 0, \quad < 0$$

$$IV' \dots \dots < 0, \quad < 0$$

Постоянство знаковъ сохранилось только въ крайнихъ сторонахъ.

Опредѣляемъ кривыя пересѣченія поверхностей I и II, II и III, III и IV. Условіямъ ихъ пересѣченій будетъ соответствовать:

$$x = m, \quad x = m + 2, \quad x = m + 5.$$

Уравненія кривыхъ будутъ:

$$z = (6.4 - 0.9 m)m \dots \dots \dots (a)$$

$$z = (6.4 - 0.9 m)(m + 2) - 2 \times 2 \dots \dots \dots (b)$$

$$z = (6.4 - 0.9 m)(m + 5) - 2 \times 5 - 3 \times 3 \dots \dots \dots (c)$$

Находимъ значеніе m , при которомъ (a) и (b) равны между собою. Имѣемъ:

$$0 = (6.4 - 0.9 m) \times 2 - 2 \times 2$$

откуда:

$$m = 4.88.$$

Беремъ производныя (a) и (b) по m , со вставкою вмѣсто m найденнаго значенія. Получимъ:

$$(a') \dots \dots 6.4 - 1.8 m = 6.4 - 1.8 \times 4.88 = -2.4$$

$$(b') \dots \dots 6.4 - 1.8 m - 1.8 = -4.2.$$

Относительный **мах.** (b) болѣе относительнаго **мах.** кривой (a).

Переходя къ сравненію кривыхъ (b) и (c), имѣемъ:

$$0 = (6.4 - 0.9 m) 3 - 6.0 - 9 \times 0$$

откуда

$$m = 1.55$$

Беремъ производныя (b) и (c) по m , со вставкою вмѣсто m найденнаго значенія, и получимъ:

$$(b') \dots \dots 6.4 - 1.8m - 1.8 = 6.4 - 2.79 - 1.8 = +1.81$$

$$(c') \dots \dots 6.4 - 1.8m - 4.5 = 6.4 - 2.79 - 4.5 = -0.89$$

Тангенсъ кривой (b) болѣе тангенса кривой (c) и относительный **мах.** кривой (b) болѣе подобныхъ же **мах.** кривыхъ (a) и (c); слѣдовательно онъ будетъ вмѣстѣ съ тѣмъ и абсолютнымъ **мах.**

Чтобъ найти его значеніе, беремъ производную (b) по m и приравняемъ нулю; получимъ:

$$6.4 - 1.8 m - 1.8 = 0$$

откуда:

$$m = 2.555. \quad . \quad . \quad .$$

Для кривой (b) имѣемъ условіе $x = m + 2$ и $x = 2.555 + 2 = 4.555$.

И такъ абсолютный **мах.** будетъ подѣ вторымъ грузомъ, когда первый удаленъ отъ лѣвой опоры на 2.555 фута.

Вставляя эти значенія m и x въ уравненіе (b), получимъ значеніе абсолютнаго **мах.**

$$\text{мах. } z = (6.4 - 0.9 \times 2.555) 4.555 - 4 = 14.675.$$

Рѣшимъ теперь ту же задачу по способу Винклера.

Онъ даетъ общую формулу, выражающую разстояніе самаго опаснаго сѣченія отъ лѣвой опоры *):

$$x = \frac{l}{2} + \frac{g_1 a_1 - g_2 a_2}{2(g + g_1 + g_2)} \quad . \quad . \quad . \quad (m)$$

и формулу, выражающую величину абсолютнаго момента:

$$\text{Мах. } M = \frac{1}{4} (g + g_1 + g_2) l - \frac{l}{2} (g_1 a_1 + g_2 a_2) + \frac{(g_1 a_1 - g_2 a_2)^2}{4(g + g_1 + g_2)l} \quad . \quad . \quad (n)$$

въ которыхъ l пролетъ; g_{1a1} сумма моментовъ относительно опаснаго сѣченія всѣхъ грузовъ, лежащихъ по лѣвую руку отъ него; g_{2a2} сумма такихъ же моментовъ правыхъ грузовъ; g грузъ, лежащій въ опасномъ мѣстѣ; $g + g_1 + g_2$ сумма всѣхъ грузовъ.

Раньше онъ доказываетъ, что абсолютный **мах.** долженъ быть непремѣнно подѣ однимъ изъ грузовъ. А такъ какъ внѣшняго признака нѣтъ, по которому можно было бы сказать, что абсолютный **мах.** будетъ подѣ какимъ именно грузомъ, то нужно сначала по формулѣ (m) найти разстояніе опаснаго сѣченія отъ лѣвой опоры, предполагая его по очереди подѣ каждымъ изъ грузовъ, и посмотрѣть возможны ли эти разстоянія или нѣтъ, т. е. не требуется ли свести нѣкоторые грузы съ пролета.

*) Winkler, Der Brückenbau. Theorie der Brücken, 1 Heft, Lieferung 1 Seite 23. 1872.

Если опасное сѣченіе подѣ первымъ грузомъ, то

$$x = 5 - \frac{(2 \times 4 + 3 \times 6 + 4 \times 9)}{2(1 + 2 + 3 + 4)} = 1.9.$$

Если подѣ вторымъ грузомъ, то

$$x = 5 + \frac{1 \times 4 - (3 \times 2 + 4 \times 5)}{2(1 + 2 + 3 + 4)} = 3.9.$$

Если подѣ третьимъ грузомъ, то

$$x = 5 + \frac{1 \times 6 + 2 \times 2 - 4 \times 3}{2(1 + 2 + 3 + 4)} = 4.9.$$

Если подѣ четвертымъ грузомъ, то

$$x = 5 + \frac{1 \times 9 + 2 \times 5 + 3 \times 3}{2(1 + 2 + 3 + 4)} = 6.4.$$

Легко видѣть изъ сдѣланнаго вычисленія, что абсолютный **мах.** при одновременномъ дѣйствіи всѣхъ четырехъ грузовъ быть не можетъ, такъ при $x = 1.9$ грузъ 4 сходитъ съ пролета, а

при $x = 3.9$ грузъ 1 внѣ пролета

» $x = 4.9$ » 1 опять внѣ пролета

» $x = 6.4$ » 1 внѣ пролета.

Исключимъ сначала грузъ 4, опредѣлимъ по остальнымъ тремъ три выраженія разстоянія опаснаго сѣченія, исследуемъ, возможны ли онѣ и въ такомъ случаѣ по формулѣ (n) найдемъ три значенія абсолютнаго **мах.** Затѣмъ исключимъ грузъ I и снова найдемъ три значенія абсолютнаго **мах.** и изъ шести значеній выберемъ наибольшее, которое и будетъ искомымъ.

Исключивъ грузъ 4 (чер. 11), будемъ имѣть слѣдующія возможныя разстоянія опаснаго сѣченія.

Подѣ первымъ грузомъ.

$$x = 5 - \frac{(2 \times 4 + 3 \times 6)}{2(1 + 2 + 3)} = 2^{5/6}.$$

Подѣ вторымъ грузомъ

$$x = 5 + \frac{1 \times 4 - 3 \times 2}{2(1 + 2 + 3)} = 4^{1/3}.$$

Подѣ третьимъ грузомъ

$$x = 5 + \frac{1 \times 6 + 2 \times 2}{2(1 + 2 + 3)} = 5^{1/6}.$$

Каждое изъ этихъ значеній x возможно; по этому находимъ три возможныхъ значенія абсолютнаго \max .

Подъ первымъ грузомъ

$$\text{Мах. } M = \frac{1}{4} (1 + 2 + 3) 10 - \frac{1}{2} (2 \cdot 4 + 3 \times 6) + \frac{1}{4} \frac{(-2 \times 4 - 3 \times 6)^2}{(1 + 2 + 3) 10} = 4.82.$$

Подъ вторымъ грузомъ

$$\text{Мах. } M = \frac{1}{4} (1 + 2 + 3) 10 - \frac{1}{2} (1 \times 4 + 3 \times 2) + \frac{1(1 \times 4 - 3 \times 2)^2}{4(1 + 2 + 3) 10} = 10^{1/60}.$$

Подъ третьимъ грузомъ:

$$\text{Мах. } M = \frac{1}{4} (1 + 2 + 3) 10 - \frac{1}{2} (1 \times 6 + 2 \times 2) + \frac{(1 \times 6 + 2 \times 2)^2}{4(1 + 2 + 3) 10} = 5^{5/12}.$$

И такъ возможны значенія для абсолютныхъ \max . суть 4.82, $10^{1/60}$, $5^{5/12}$.

Исключимъ теперь грузъ I (чер. 10) и опредѣлимъ снова три возможныхъ разстоянія опаснаго сѣченія отъ лѣвой опоры.

Подъ первымъ грузомъ:

$$x = 5 - \frac{(3 \times 2 + 4 \times 5)}{2(2 + 3 + 4)} = 3^{5/9}.$$

Подъ вторымъ грузомъ:

$$x = 5 + \frac{(2 \times 2 - 4 \times 3)}{2(2 + 3 + 4)} = 4^{5/9}.$$

Подъ третьимъ грузомъ:

$$x = 5 + \frac{2 \times 5 + 3 \times 3}{2(2 + 3 + 4)} = 6^{1/18}.$$

Всѣ эти разстоянія возможны. Опредѣляя для каждаго случая значеніе абсолютнаго \max ., получимъ:

Подъ первымъ грузомъ:

$$\text{Мах. } M = \frac{1}{4} (2 + 3 + 4) 10 - \frac{1}{2} (3 \times 2 + 4 \times 5) + \frac{(-3 \times 2 - 4 \times 5)^2}{4(2 + 3 + 4) 10} = 11^{17/45}.$$

Подъ вторымъ грузомъ

$$\text{Мах. } M = \frac{1}{4} (2 + 3 + 4) 10 - \frac{1}{2} (2 \times 2 + 4 \times 3) + \frac{(2 \times 2 - 4 \times 3)^2}{4(2 + 3 + 4) 10} = 14^{61/90}.$$

Подъ третьимъ грузомъ:

$$\text{Мах. } M = \frac{1}{4} (2 + 3 + 4) 10 - \frac{1}{2} (2 \times 5 + 3 \times 3) + \frac{(2 \times 5 + 3 \times 3)^2}{4(2 + 3 + 4) 10} = 14^{1/360}.$$

Изъ сравненія шести значеній абсолютныхъ \max . наибольшимъ оказывается: $14 \frac{61}{90} = 14.677$, т. е. то же, что найдено по предлагаемому способу; расположеніе грузовъ оказывается то же самое, такъ какъ $x = 4^{5/9} = 4.555...m = x - 2 = 2.555...$

Примѣнимъ нашъ способъ еще къ одному частному случаю, именно, когда на балку дѣйствуютъ грузы равной величины съ равнымъ взаимнымъ разстояніемъ. Докажемъ, что если число грузовъ нечетное, то получается одинъ абсолютный \max . подъ среднимъ грузомъ по срединѣ пролета, а если число грузовъ четное, то получается два равныхъ абсолютныхъ \max . подъ грузами, указатели которыхъ равны: для одного—половинѣ числа грузовъ, а для другого—половинѣ числа грузовъ, увеличеннаго единицею, при чемъ каждый изъ этихъ грузовъ удаленъ отъ середины пролета: первый влѣво на $1/4$ разстоянія между грузами, а второй вправо на ту же величину.

Если число грузовъ нечетное $2n + 1$, то абсолютный \max . будетъ подъ грузомъ, указатель котораго есть n , удаленный отъ лѣвой опоры на $x = \frac{l}{2}$. Если число грузовъ четное $2n$, то одинъ абсолютный \max . находится подъ грузомъ съ указателемъ n , при $x = \frac{l}{2} - \frac{d}{4}$, второй абсолютный \max . подъ грузомъ, указатель котораго $n + 1$, при $x = \frac{l}{2} + \frac{d}{4}$ если d есть разстояніе между грузами.

Возьмемъ сначала два равныхъ груза (чер. 12)

$$A = P\left(\frac{l-m}{l}\right) + P\left(\frac{l-m-d}{l}\right) = P\left(2 - \frac{2m}{l} - \frac{d}{l}\right)$$

Выраженія сгибающихъ моментовъ будутъ:

$$\text{I} \dots z = Ax$$

$$\text{II} \dots z = Ax - P(x-m)$$

$$\text{III} \dots z = Ax - P(x-m) - P(x-m-d).$$

Коэффициенты при x

$$I \dots A = P \left(2 - \frac{2m}{l} - \frac{d}{l} \right)$$

$$II' \dots A - P = P \left(l - \frac{2m}{l} - \frac{d}{l} \right)$$

$$III' \dots A - 2P = P \left(-\frac{2m}{l} - \frac{d}{l} \right)$$

Предѣлы m суть 0 и $l - d$

$$\text{При } m = 0 \quad m = l - d$$

$$I \dots > 0 \quad > 0$$

$$II' \dots > 0 \quad < 0$$

$$III' \dots < 0 \quad < 0$$

Постоянство знаковъ сохранилось только въ крайнихъ сторонахъ многоугольника. Опредѣляемъ кривыя пересѣченія поверхностей I и II, II и III. Условіемъ пересѣченія будутъ для первыхъ $x = m$, для вторыхъ $x = m + d$. Уравненія кривыхъ:

$$(a) \dots z = P \left(2 - \frac{2m}{l} - \frac{d}{l} \right) m$$

$$(b) \dots z = P \left(2 - \frac{2m}{l} - \frac{d}{l} \right) (m + d) - P d.$$

Значеніе m , при которомъ ординаты обѣихъ кривыхъ между собою равны, найдется изъ условія:

$$0 = P \left(2 - \frac{2m}{l} - \frac{d}{l} \right) d - P d = \left(1 - \frac{2m}{l} - \frac{d}{l} \right)$$

$$\text{откуда } m = \frac{l - d}{2}.$$

Опредѣляемъ для этого значенія m производныя функции (a) и (b), получимъ:

$$(a') \dots \frac{dz}{dm} = 2 - \frac{4m}{l} - \frac{d}{l} = 2 - \frac{2l}{l} + \frac{2d}{l} - \frac{d}{l} = + \frac{d}{l}$$

$$(b') \dots \frac{dz}{dm} = 2 - \frac{4m}{l} - \frac{3d}{l} = 2 - \frac{2l}{l} + \frac{2d}{l} - \frac{3d}{l} = - \frac{d}{l}.$$

Оба тангенса противоположны по знаку, но равны по численной величинѣ, откуда заключаемъ, что относительные \max ., расположенные на обѣихъ кривыхъ, между собою равны; а такъ какъ эти кривыя единственныя, то относительный \max . будетъ вмѣстѣ съ тѣмъ и абсолютнымъ. Найдёмъ его значеніе и положеніе на пролетѣ.

Беремъ производную кривой (a) по m и приравняемъ нулю.

Получимъ:

$$\frac{dz}{dm} = 2 - \frac{4m}{l} - \frac{d}{l} = 0$$

откуда

$$m = \frac{2l - d}{4} = \frac{l}{2} - \frac{d}{4}.$$

Для этой кривой $x = m$.

Слѣдовательно

$$x = \frac{l}{2} - \frac{d}{4} (*).$$

$$\max z = P \left(2 - \frac{2m}{l} - \frac{d}{l} \right) m = P \left(1 - \frac{d}{2l} \right) \left(\frac{l}{2} - \frac{d}{4} \right).$$

Слѣдовательно наибольшій сгибающій моментъ будетъ подъ первымъ грузомъ, отстоящимъ отъ середины пролета влѣво на четверть разстоянія между грузами.

Взявъ производную (b) по m и приравнявъ нулю, получимъ:

$$\frac{dz}{dm} = 2 - \frac{4m}{l} - \frac{3d}{l} = 0, \text{ откуда}$$

$$m = \frac{2l - 3d}{4} = \frac{l}{2} - \frac{3d}{4}.$$

Для этой кривой:

$$x = m + d = \frac{l}{2} - \frac{3d}{4} + d = \frac{l}{2} + \frac{d}{4}.$$

$$\begin{aligned} \max. z &= P \left(2 - \frac{2m}{l} - \frac{d}{l} \right) (m + d) - P (m + d - m) = \\ &= P \left(1 - \frac{d}{2l} \right) \left(\frac{l}{2} + \frac{d}{4} \right); \end{aligned}$$

т. е. подъ вторымъ грузомъ наибольшій моментъ будетъ при $x = \frac{l}{2} + \frac{d}{4}$. Значеніе же этого момента то же, что и въ предыдущемъ случаѣ.

Возьмемъ три равныхъ груза:

$$A = P \frac{(l-m)}{l} + P \left(\frac{l-m-d}{l} \right) + P \left(\frac{l-m-2d}{l} \right) = P \left(3 - \frac{3m}{l} - \frac{3d}{l} \right)$$

*) У Laissle и Schübler. Bau der Brückenträger; erster Theil, Seite 152 и въ справочной книгѣ Недзюковскаго, стр. 1658, приведенъ тотъ же самый результатъ, но безъ вывода и только для двухъ равныхъ грузовъ.

Моменты:

$$I \dots z = Ax$$

$$II \dots z = Ax - P(x-m)$$

$$III \dots z = Ax - P(x-m) - P(x-m-d)$$

$$IV \dots z = Ax - P(x-m) - P(x-m-d) - P(x-m-2d).$$

Коэффициенты при x

$$I \dots A = P \left(3 - \frac{3m}{l} - \frac{3d}{l} \right)$$

$$II' \dots A - P = P \left(2 - \frac{3m}{l} - \frac{3d}{l} \right)$$

$$III' \dots A - 2P = P \left(1 - \frac{3m}{l} - \frac{3d}{l} \right)$$

$$IV' \dots A - 3P = P \left(-\frac{3m}{l} - \frac{3d}{l} \right)$$

Предѣлы m суть 0 и $l-2d$.Здѣсь для отношенія $\frac{d}{l}$ можетъ быть два случая, когда

$$\frac{1}{2} > \frac{d}{l} > \frac{1}{3} \text{ и } \frac{d}{l} < \frac{1}{3}.$$

Разберемъ сначала первый случай.

$$\text{При } m=0 \quad \frac{1}{2} > \frac{d}{l} > \frac{1}{3}, \quad m=l-2d$$

$$I \dots > 0 \quad > 0$$

$$II' \dots > 0 \quad > 0$$

$$III' \dots < 0 \quad < 0$$

$$IV' \dots < 0 \quad < 0$$

Постоянство знаковъ тангенса сохранилось; слѣдовательно абсолютный **мах.** находится на кривой пересѣченія поверхностей II и III. Для этого имѣемъ условіе $x = m + d$, а уравненіе кривой есть:

$$z = P \left(3 - \frac{3m}{l} - \frac{3d}{l} \right) (m + d) - Pd.$$

Приравнивая производную по m нулю, получимъ:

$$3 - \frac{6m}{l} - \frac{6d}{l} = 0, \text{ откуда } m = \frac{3l-6d}{6} = \frac{1}{2}l - d,$$

$$x = m + d = \frac{1}{2}l - d + d = \frac{1}{2}l.$$

Значеніе же абсолютнаго момента будетъ:

$$\begin{aligned} \text{Мах. } z &= P \left[3 - \frac{3}{l} \left(\frac{1}{2}l - d \right) - \frac{3d}{l} \right] \frac{1}{2}l - Pd = \\ &= P \left(\frac{3l}{4} - d \right) \end{aligned}$$

Разберемъ теперь случай, когда $\frac{d}{l} < \frac{1}{3}$

$$\text{При } m=0 \quad m=l-2d$$

$$I' \dots > 0 \quad > 0$$

$$II' \dots > 0 \quad < 0$$

$$III' \dots > 0 \quad < 0$$

$$IV' \dots < 0 \quad < 0$$

Постоянство знаковъ, кромѣ крайнихъ сторонъ, нигдѣ не сохранилось.

Опредѣляемъ кривыя пересѣченія поверхностей: I и II, II и III, III и IV.

Найдемъ:

$$(a) \dots z = P \left(3 - \frac{3m}{l} - \frac{3d}{l} \right) m, \text{ при условіи } x = m$$

$$(b) \dots z = P \left(3 - \frac{3m}{l} - \frac{3d}{l} \right) (m+d) - Pd, \text{ при условіи } x = m+d$$

$$(c) \dots z = P \left(3 - \frac{3m}{l} - \frac{3d}{l} \right) (m+2d) - 3Pd, \text{ при условіи } x = m+2d$$

Опредѣляемъ значеніе m , при которомъ ординаты кривыхъ (a) и (b) равны между собою. Для этого имѣемъ:

$$0 = P \left(3 - \frac{3m}{l} - \frac{3d}{l} \right) d - Pd, \text{ откуда}$$

$$m = \frac{2l-3d}{3}$$

Опредѣляя знакъ и величину тангенсовъ кривыхъ (a) и (b) при $m = \frac{2l-3d}{3}$, получимъ:

$$(a') \dots \frac{dz}{dm} = 3 - \frac{6m}{l} - \frac{3d}{l} = 3 - \frac{2}{l}(2l-3d) - \frac{3d}{l} = -1 + \frac{3d}{l} < 0$$

$$(b') \dots \frac{dz}{dm} = 3 - \frac{6m}{l} - \frac{6d}{l} = 3 - \frac{2}{l}(2l-3d) - \frac{6d}{l} = -1 < 0$$

Второй тангенсъ болѣе перваго; слѣдовательно относительный **мах.** кривой (b) болѣе относительнаго **мах.** кривой (a).

Переходимъ къ кривымъ (b) и (c).

Условіемъ равенства ординатъ будетъ:

$$0 = P \left(3 - \frac{3m}{l} - \frac{3d}{l} \right) d - 2Pd$$

$$\text{откуда } m = \frac{l-3d}{3}.$$

Выраженія производныхъ (b) и (c) при этомъ значеніи m будутъ:

$$(b'). \frac{dz}{dm} = \left(3 - \frac{6m}{l} - \frac{6d}{l}\right) = 3 - \frac{2}{l}(1-3d) - \frac{6d}{l} = 1 > 0$$

$$(c'). \frac{dz}{dm} = \left[3 - \frac{6m}{l} - \frac{9d}{l}\right] = 3 - \frac{2}{l}(1-3d) - \frac{9d}{l} = 1 - \frac{3d}{l} > 0$$

И при этомъ сравненіи тангенсъ кривой (b) болѣе тангенса кривой (c). Слѣдовательно относительный **max.** кривой (b) будетъ вмѣстѣ съ тѣмъ и абсолютнымъ, а потому можемъ сказать, что при дѣйствіи трехъ равныхъ грузовъ съ равнымъ взаимнымъ разстояніемъ, каково бы ни было отношеніе этого разстоянія ко всему пролету, наибольший моментъ будетъ всегда подъ среднимъ грузомъ, когда онъ достигнетъ середины пролета.

Подобнымъ образомъ найдемъ *), что для четырехъ равныхъ грузовъ съ равными разстояніями получается два равныхъ наибольшихъ момента: одинъ подъ вторымъ грузомъ,

*) Ходъ вычисленія не помѣщаемъ, такъ какъ онъ понятенъ изъ предыдущаго.

Число грузовъ.	A.	m.
1	$P\left(1 - \frac{m}{l}\right) = P\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{1(1-1)}{2} \cdot \frac{d}{l}\right) \dots$	$\frac{l}{2} = \frac{l}{2} - \frac{(2.1-2)}{4} \cdot d \dots$
2	$P\left(2 - \frac{2m}{l} - \frac{d}{l}\right) = P\left(2 - \frac{2m}{l} - \frac{2(2-1)}{2} \cdot \frac{d}{l}\right) \left\{ \begin{array}{l} \frac{l}{2} - \frac{d}{4} = \frac{l}{2} - \frac{(2.2-3)}{4} \cdot d \\ \frac{l}{2} - \frac{3}{4}d = \frac{l}{2} - \frac{(2.2-1)}{4} \cdot d \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{l}{2} - \frac{d}{4} = \frac{l}{2} - \frac{(2.2-3)}{4} \cdot d \\ \frac{l}{2} - \frac{3}{4}d = \frac{l}{2} - \frac{(2.2-1)}{4} \cdot d \end{array} \right.$
3	$P\left(3 - \frac{3m}{l} - \frac{3d}{l}\right) = P\left(3 - \frac{3m}{l} - \frac{3(3-1)}{2} \cdot \frac{d}{l}\right) \left\{ \begin{array}{l} \frac{l}{2} - d = \frac{l}{2} - \frac{(2.3-2)}{4} \cdot d \\ \frac{l}{2} - \frac{5}{4}d = \frac{l}{2} - \frac{(2.4-3)}{4} \cdot d \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{l}{2} - d = \frac{l}{2} - \frac{(2.3-2)}{4} \cdot d \\ \frac{l}{2} - \frac{5}{4}d = \frac{l}{2} - \frac{(2.4-3)}{4} \cdot d \end{array} \right.$
4	$P\left(4 - \frac{4m}{l} - \frac{6d}{l}\right) = P\left(4 - \frac{4m}{l} - \frac{4(4-1)}{2} \cdot \frac{d}{l}\right) \left\{ \begin{array}{l} \frac{l}{2} - \frac{7}{4}d = \frac{l}{2} - \frac{(2.4-1)}{4} \cdot d \\ \frac{l}{2} - \frac{7}{4}d = \frac{l}{2} - \frac{(2.4-1)}{4} \cdot d \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{l}{2} - \frac{7}{4}d = \frac{l}{2} - \frac{(2.4-1)}{4} \cdot d \\ \frac{l}{2} - \frac{7}{4}d = \frac{l}{2} - \frac{(2.4-1)}{4} \cdot d \end{array} \right.$
5	$P\left(5 - \frac{5m}{l} - \frac{10d}{l}\right) = P\left(5 - \frac{5m}{l} - \frac{5(5-1)}{2} \cdot \frac{d}{l}\right) \left\{ \begin{array}{l} \frac{l}{2} - 2d = \frac{l}{2} - \frac{(2.5-2)}{4} \cdot d \\ \frac{l}{2} - \frac{9}{4}d = \frac{l}{2} - \frac{(2.6-3)}{4} \cdot d \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{l}{2} - 2d = \frac{l}{2} - \frac{(2.5-2)}{4} \cdot d \\ \frac{l}{2} - \frac{9}{4}d = \frac{l}{2} - \frac{(2.6-3)}{4} \cdot d \end{array} \right.$
6	$P\left(6 - \frac{6m}{l} - \frac{15d}{l}\right) = P\left(6 - \frac{6m}{l} - \frac{6(6-1)}{2} \cdot \frac{d}{l}\right) \left\{ \begin{array}{l} \frac{l}{2} - \frac{11}{4}d = \frac{l}{2} - \frac{(2.6-1)}{4} \cdot d \\ \frac{l}{2} - \frac{11}{4}d = \frac{l}{2} - \frac{(2.6-1)}{4} \cdot d \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{l}{2} - \frac{11}{4}d = \frac{l}{2} - \frac{(2.6-1)}{4} \cdot d \\ \frac{l}{2} - \frac{11}{4}d = \frac{l}{2} - \frac{(2.6-1)}{4} \cdot d \end{array} \right.$
7	$P\left(7 - \frac{7m}{l} - \frac{21d}{l}\right) = P\left(7 - \frac{7m}{l} - \frac{7(7-1)}{2} \cdot \frac{d}{l}\right) \left\{ \begin{array}{l} \frac{l}{2} - 3d = \frac{l}{2} - \frac{(2.7-2)}{4} \cdot d \\ \frac{l}{2} - 3d = \frac{l}{2} - \frac{(2.7-2)}{4} \cdot d \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{l}{2} - 3d = \frac{l}{2} - \frac{(2.7-2)}{4} \cdot d \\ \frac{l}{2} - 3d = \frac{l}{2} - \frac{(2.7-2)}{4} \cdot d \end{array} \right.$
n нечетное.	$P\left(n - \frac{nm}{l} - \frac{n(n-1)}{2} \cdot \frac{d}{l}\right) \dots$	$\frac{l}{2} - \frac{(2.n-2)}{4} \cdot d \dots$
n четное.	$P\left(n - \frac{nm}{l} - \frac{n(n-1)}{2} \cdot \frac{d}{l}\right) \dots$	$\left\{ \begin{array}{l} \frac{l}{2} - \frac{(2.n-3)}{4} \cdot d \dots \\ \frac{l}{2} - \frac{(2.n-1)}{4} \cdot d \dots \end{array} \right.$

другой подъ третьимъ, при чемъ въ первомъ случаѣ $m = \frac{l}{2} - \frac{5}{4}d$; $x = \frac{l}{2} - \frac{d}{4}$; во второмъ $m = \frac{l}{2} - \frac{7}{4}d$; $x = \frac{l}{2} + \frac{d}{4}$ и въ обоихъ случаяхъ $A = P \left[4 - \frac{8m}{l} - \frac{6d}{l}\right]$.

Max. $z = P \left[\left(2 - \frac{d}{l}\right)\left(\frac{l}{2} - \frac{d}{4}\right) - d\right]$. Для пяти равныхъ грузовъ: $m = \frac{l}{2} - 2d$; $x = m + 2d = \frac{l}{2}$, т. е. опасное сѣченіе подъ среднимъ грузомъ, когда онъ дойдетъ до середины пролета. Значеніе же $A = P \left[5 - \frac{5m}{l} - \frac{10d}{l}\right]$; Max. $z = P \left[\frac{5l}{4} - 3d\right]$.

Сравнивая случаи съ однимъ, съ тремя, съ пятью, затѣмъ съ двумя и четырьмя равными грузами, можно подмѣтить законъ образованія выраженій для m , x , A и **max** z и написать по аналогіи выраженія этихъ величинъ при n равныхъ грузахъ, различая n четное отъ n нечетнаго.

x.	Max. z.
$m = \frac{l}{2} \dots$	$P \cdot \frac{l}{4} = P\left(\frac{1.l}{4} - \frac{(1^2-1)}{8} \cdot d\right)$
$m = \frac{l}{2} - \frac{d}{4} \dots$	$P\left(1 - \frac{d}{2l}\right)\left(\frac{l}{2} - \frac{d}{4}\right) = P \cdot \frac{2}{2} \left[\left(1 - \frac{d}{2l}\right)\left(\frac{l}{2} - \frac{d}{4}\right) - \frac{(2-2)}{4} \cdot d\right]$
$m + d = \frac{l}{2} + \frac{d}{4} \dots$	$P\left(\frac{3}{4} \cdot l - d\right) = P\left[3 \cdot \frac{l}{4} - \frac{(3^2-1)}{8} \cdot d\right]$
$m + d = \frac{l}{2} \dots$	$P\left[\left(2 - \frac{d}{l}\right)\left(\frac{l}{2} - \frac{d}{4}\right) - d\right] = P \cdot \frac{4}{2} \left[\left(1 - \frac{d}{2l}\right)\left(\frac{l}{2} - \frac{d}{4}\right) - \frac{(4-2)}{4} \cdot d\right]$
$m + 2d = \frac{l}{2} + \frac{d}{4} \dots$	$P\left(\frac{5.l}{4} - 3d\right) = P\left[\frac{5.l}{4} - \frac{(5^2-1)}{8} \cdot d\right]$
$m + 2d = \frac{l}{2} - \frac{d}{4} \dots$	$P\left[\left(3 - \frac{3}{2} \cdot \frac{d}{l}\right)\left(\frac{l}{2} - \frac{d}{4}\right) - 3d\right] = P \cdot \frac{6}{2} \left[\left(1 - \frac{d}{2l}\right)\left(\frac{l}{2} - \frac{d}{4}\right) - \frac{(6-2)}{4} \cdot d\right]$
$m + 3d = \frac{l}{2} + \frac{d}{4} \dots$	$P\left(\frac{7.l}{4} - 6d\right) = P\left[\frac{7.l}{4} - \frac{(7^2-1)}{8} \cdot d\right]$
$m + 3d = \frac{l}{2} \dots$	$P\left[n \cdot \frac{l}{4} - \frac{(n^2-1)}{8} \cdot d\right]$
$m + \frac{(n-1)}{2} \cdot d = \frac{l}{2} \dots$	$P \cdot \frac{n}{2} \left[\left(1 - \frac{d}{2l}\right)\left(\frac{l}{2} - \frac{d}{4}\right) - \frac{(n-2)}{4} \cdot d\right]$
$m + \frac{(2n-4)}{4} \cdot d = \frac{l}{2} - \frac{d}{4} \dots$	
$m + \frac{2n}{4} \cdot d = \frac{l}{2} + \frac{d}{4} \dots$	

Справедливость закона будет доказана, если мы найдем другим путем для n четного и нечетного подобныя же выражения величин: A , m , x и \max . z .

Для n грузовъ сопротивление лѣвой опоры будетъ:

$$A = P \left[1 - \frac{m}{l} \right] + P \left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l} \right) + P \left(1 - \frac{m}{l} - \frac{2d}{l} \right) + \dots + P \left[1 - \frac{m}{l} - (n-1) \frac{d}{l} \right] = P \left[n - \frac{n \cdot m}{l} - [1 + (n-1)] \frac{(n-1) \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{l} \right] = P \left[n - \frac{n \cdot m}{l} - n \frac{(n-1) \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{l} \right].$$

Моменты:

$$\begin{aligned} I & \dots Ax \\ II & \dots Ax - P(x-m) \\ III & \dots Ax - P(x-m) - P(x-m-d) \\ & \dots Ax - P(x-m) - P(x-m-d) - \dots - P[x-m-(n-2)d] - \\ n+1 & \dots Ax - P(x-m) - P(x-m-d) - \dots - P[x-m-(n-2)d] - \\ & \dots - P[x-m-(n-1)d]. \end{aligned}$$

Коэффициенты при x .

$$\begin{aligned} I' & \dots P \left[n - \frac{n \cdot m}{l} - n \frac{(n-1) \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{l} \right] \\ II' & \dots P \left[(n-1) - \frac{n \cdot m}{l} - n \frac{(n-1) \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{l} \right] \\ III' & \dots P \left[(n-2) - \frac{n \cdot m}{l} - n \frac{(n-1) \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{l} \right] \\ & \dots P \left[1 - \frac{n \cdot m}{l} - n \frac{(n-1) \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{l} \right] \\ (n+1)' & \dots P \left[- \frac{n \cdot m}{l} - n \frac{(n-1) \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{l} \right] \end{aligned}$$

Предѣлы m будутъ 0 и $l - (n-1)d$.

Выписываемъ значеніе коэффициентовъ при обоихъ предѣлахъ:

$$\begin{aligned} \text{При } m = 0 \quad m = l - (n-1)d \\ I' \dots P \left[n - \frac{n(n-1) \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{l} \right] \dots P \left[n - \left[n - \frac{n(n-1) \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{l} \right] \right] \\ II' \dots P \left[(n-1) - \frac{n(n-1) \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{l} \right] \dots P \left[(n-1) - \left[n - \frac{n(n-1) \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{l} \right] \right] \\ III' \dots P \left[(n-2) - \frac{n(n-1) \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{l} \right] \dots P \left[(n-2) - \left[n - \frac{n(n-1) \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{l} \right] \right] \\ \dots \dots \dots \end{aligned}$$

$$n' \dots P \left[1 - \frac{n(n-1) \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{l} \right] \dots P \left[1 - \left[n - \frac{n(n-1) \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{l} \right] \right] \\ (n+1) \dots P \left(- \frac{n(n-1) \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{l} \right) \dots P \left[- \left[n - \frac{n(n-1) \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{l} \right] \right]$$

Отношеніе $\frac{d}{l}$ можетъ имѣть различныя значенія. Разсмотримъ сначала случай, когда $\frac{1}{n-1} > \frac{d}{l} > \frac{1}{n}$. Чтобы узнать, которые изъ коэффициентовъ при обоихъ предѣльных значеніяхъ m и при данныхъ предѣлахъ $\frac{d}{l}$ положительны или отрицательны, имѣемъ слѣдующія условныя неравенства: при $\frac{d}{l} = \frac{1}{n}$, коэффициенты при обоихъ предѣльных значеніяхъ m будутъ положительны, когда:

$$(n-x) - \frac{n(n-1) \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{l} = (n-x) - \frac{n(n-1)}{2} \cdot \frac{1}{n} = (n-x) - \frac{(n-1)}{2} > 0. \\ \text{Откуда } x < \frac{n+1}{2}$$

$$\text{И} \\ (n-x) - \left[n - \frac{n(n-1) \cdot d}{2} \cdot \frac{1}{l} \right] = (n-x) - \left[n - \frac{n(n-1)}{2} \cdot \frac{1}{n} \right] = \\ = (n-x) - \frac{(n+1)}{2} > 0; \text{ откуда } x < \frac{n-1}{2}.$$

Здѣсь буквою x обозначено вычитаемое цѣлое число въ первомъ членѣ выраженія коэффициентовъ.

При $\frac{d}{l} = \frac{1}{n-1}$ коэффициенты положительны, покуда:

$$(n-x) - \frac{n(n-1)}{2} \cdot \frac{1}{(n-1)} = (n-x) - \frac{n}{2} > 0, \text{ откуда } x < \frac{n}{2} \\ (n-x) - \left[n - \frac{n(n-1)}{2} \cdot \frac{1}{(n-1)} \right] = (n-x) - \frac{n}{2} > 0 \text{ откуда } x < \frac{n}{2}.$$

И такъ всѣ четыре неравенства будутъ удовлетворены, если $x < \frac{n-1}{2}$; а такъ какъ это послѣднее условіе выведено въ предположеніи $\frac{d}{l} = \frac{1}{n}$ при $m = l - (n-1)d$, а на самомъ дѣлѣ $\frac{d}{l} > \frac{1}{n}$, то неравенства будутъ удовлетворены и при $x = \frac{n-1}{2}$.

Условныя неравенства для существованія отрицательныхъ коэффициентовъ будутъ обратныя, т. е.

$$x > \frac{n+1}{2}, \quad x > \frac{n-1}{2}, \quad x > \frac{n}{2}, \quad x > \frac{n}{2}$$

Всѣ неравенства будутъ удовлетворены, если $x > \frac{n+1}{2}$ или, на основаніи вышесказаннаго, если $x = \frac{n+1}{2}$. И такъ тѣ коэффиціенты положительны, для которыхъ x менѣе или равно $\frac{n-1}{2}$;—и отрицательны, для которыхъ x равно или болѣе $\frac{n+1}{2}$. Если n число нечетное, то $\frac{n-1}{2}$ и $\frac{n+1}{2}$ суть два смежныя цѣлыя числа и слѣдовательно абсолютный макс. будетъ на кривой пересѣченія поверхностей:

$$\left[\frac{n-1}{2} + 1 \right] \dots z = P \left[n - \frac{nm}{l} - \frac{n(n-1)}{2} \cdot \frac{d}{l} \right] x - P(x-m) - \dots \\ - P \left[x - m - \frac{(n-3)}{2} d \right] \\ \left[\frac{n+1}{2} + 1 \right] \dots z = P \left[n - \frac{nm}{l} - \frac{n(n-1)}{2} \cdot \frac{d}{l} \right] x - P(x-m) - \dots \\ - P \left[x - m - \frac{(n-3)}{2} d \right] - P \left[x - m - \frac{(n-1)}{2} d \right].$$

Условіе пересѣченія поверхностей:

$$x = m + \frac{(n-1)}{2} \cdot d$$

а уравненіе кривой:

$$z = P \left[n - \frac{nm}{l} - \frac{n(n-1)}{2} \cdot \frac{d}{l} \right] \left[m + \frac{(n-1)}{2} \cdot d \right] - P \frac{(n-1)}{2} d \dots - Pd$$

Приравнивая производную нулю, получимъ:

$$\frac{dz}{dm} = n - \frac{2nm}{l} - \frac{n(n-1)}{2} \cdot \frac{d}{l} - \frac{n(n-1)}{2} \cdot \frac{d}{l} = 0$$

$$\text{откуда } m = \frac{l - (n-1)d}{2}$$

$$\text{Слѣдовательно: } x = m + \frac{(n-1)}{2} d = \frac{l}{2}.$$

$$\text{Мак. } z = P \left[n - \frac{n}{l} \left[\frac{l}{2} - \frac{(n-1)}{2} \cdot d \right] - \frac{n(n-1)}{2} \cdot \frac{d}{l} \right] \frac{l}{2} - \\ - P \cdot d \left[1 + \frac{n-1}{2} \right] \frac{(n-1)}{4} = P \left[\frac{n \cdot l}{4} - \frac{(n^2-1)}{8} \cdot d \right].$$

Если n четное, то условія: $x \leq \frac{n-1}{2}$ и $x \geq \frac{n+1}{2}$ должны быть замѣнены соотвѣтственно $x \leq \frac{n-2}{2}$ и $x \geq \frac{n+2}{2}$, такъ какъ числа $\frac{n-1}{2}$ и $\frac{n+1}{2}$ суть дробныя, которыя и замѣнены ближайшими цѣлыми числами. Но между цѣлыми числами $\frac{n-2}{2}$ и $\frac{n+2}{2}$

заключается еще цѣлое число $\frac{n}{2}$, которое вмѣстѣ съ тѣмъ заключается и между найденными предѣлами $\frac{n-1}{2}$ и $\frac{n+1}{2}$; слѣдовательно при $x = \frac{n}{2}$ коэффиціентъ непремѣнно долженъ быть равенъ нулю, такъ какъ онъ не можетъ быть ни отрицательнымъ, ни положительнымъ. И такъ для n четнаго—коэффиціенты положительны при $x = \frac{n-2}{2}$; они равны нулю при $x = \frac{n}{2}$, отрицательны при $x = \frac{n+2}{2}$. Слѣдовательно будемъ имѣть два равныхъ абсолютныхъ макс., расположенныхъ на кривыхъ пересѣченія поверхностей.

$$\left(\frac{n-2}{2} + 1 \right) \dots z = P \left[n - \frac{nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \cdot \frac{d}{l} \right] x - P(x-m) - \dots \\ - P \left[x - m - \frac{(n-4)}{2} d \right]$$

$$\left(\frac{n}{2} + 1 \right) \dots z = P \left[n - \frac{nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \cdot \frac{d}{l} \right] x - P(x-m) - \dots \\ - P \left[x - m - \frac{(n-4)}{2} d \right] - P \left[x - m - \frac{(n-2)}{2} d \right]$$

$$\left(\frac{n}{2} + 1 \right) \dots z = P \left[n - \frac{nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \cdot \frac{d}{l} \right] x - P(x-m) - \dots \\ - P \left[x - m - \frac{(n-2)}{2} d \right]$$

$$\left(\frac{n+2}{2} + 1 \right) \dots z = P \left[n - \frac{nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \cdot \frac{d}{l} \right] x - P(x-m) - \dots \\ - P \left[x - m - \frac{(n-2)}{2} d \right] - P \left[x - m - \frac{nd}{2} \right]$$

Условіемъ пересѣченія двухъ первыхъ поверхностей будетъ:

$$x = m + \left(\frac{n-2}{2} \right) \cdot d$$

Уравненіе кривой:

$$z = P \left[n - \frac{nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \cdot \frac{d}{l} \right] \left[m + \frac{(n-2)}{2} d \right] - P \frac{(n-2)}{2} d \dots - Pd$$

Приравнивая производную нулю, получимъ:

$$\frac{dz}{dm} = n - \frac{2nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \cdot \frac{d}{l} - n \frac{(n-2)}{2} \cdot \frac{d}{l} \text{ или } l - 2m - \frac{(2n-3)}{2} d = 0$$

откуда:

$$m = \frac{l}{2} - \frac{(2n-3)}{4} d \\ x = m + \frac{(n-2)}{2} d = \frac{l}{2} - \frac{d}{4}.$$

$$\text{Max. } z = P \left[n - \frac{n}{l} \left(\frac{l}{2} - \frac{(2n-3)}{4} d \right) - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} \right] \left(\frac{l}{2} - \frac{d}{4} \right) - Pd \left[1 + \frac{(n-2)}{2} \right] \frac{(n-2)}{4} = \frac{Pn}{2} \left(\frac{l}{2} + \frac{d^2}{8l} - \frac{nd}{4} \right) \dots (m)$$

Условіємъ пересѣченія остальныхъ двухъ поверхностей имѣемъ:

$$x = m + \frac{nd}{2}$$

Уравненіе кривой:

$$z = P \left[n - \frac{nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} \right] \left(m + \frac{nd}{2} \right) - P \frac{nd}{2} - \dots - Pd$$

Приравнивая производную нулю, получимъ:

$$\frac{dz}{dm} = n - \frac{2nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} - \frac{n^2}{2} \frac{d}{l} \text{ или } 2nl - 4nm - n(n-2)d - n^2d = 0$$

$$\text{откуда } m = \frac{2l - 2nd + d}{4} = \frac{l}{2} - \frac{(2n-1)}{4} d$$

$$x = m + \frac{nd}{2} = \frac{l}{2} - \frac{(2n-1)}{4} d + \frac{nd}{2} = \frac{l}{2} + \frac{d}{4}$$

$$\text{Max. } z = P \left[n - \frac{nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} \right] \left(\frac{l}{2} + \frac{d}{4} \right) - Pd \left[1 + \frac{n}{2} \right] \frac{n}{4} = \frac{Pn}{2} \left(\frac{l}{2} + \frac{d^2}{8l} - \frac{nd}{4} \right) \dots (n)$$

Слѣдовательно выраженіе (n) тождественно съ (m).

Итакъ при $\frac{1}{n-1} > \frac{d}{l} > \frac{1}{n}$ оправдался предполагаемый законъ образованія величинъ A , m , x и $\text{max. } z$; остается убѣдиться въ его справедливости для всѣхъ остальныхъ возможныхъ значеній отношенія $\frac{d}{l}$. Возьмемъ крайнее значеніе этого отношенія, когда $\frac{d}{l} < \frac{2}{n(n-1)}$; въ этомъ случаѣ будемъ имѣть, для предѣльныхъ значеній m , перемѣну знаковъ тангенса во всѣхъ сторонахъ многоугольника, кромѣ двухъ крайнихъ. Очевидно, что доказавъ справедливость для этого значенія $\frac{d}{l}$, мы вмѣстѣ съ тѣмъ докажемъ его справедливость и для остальныхъ значеній $\frac{d}{l}$ потому что тогда перемѣна знаковъ тангенса будетъ только въ нѣкоторыхъ среднихъ сторонахъ многоугольника.

$$\text{При } m = 0, \quad \frac{d}{l} < \frac{2}{n(n-1)} \quad m = l - (n-1)d$$

$$\text{I'. } > 0 \quad > 0$$

$$\text{II'. } > 0 \quad < 0$$

$$\text{III'. } > 0 \quad < 0$$

$$\dots \dots \dots$$

$$n'. > 0 \quad < 0$$

$$(n+1)'. < 0 \quad < 0$$

Составимъ уравненія кривыхъ пересѣченія поверхностей I и II, II и III и т. д. до n и $n+1$ и получимъ:

$$\text{I и II. } z = P \left[n - \frac{nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} \right] m \dots (a)$$

$$\text{II и III. } z = P \left[n - \frac{nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} \right] (m+d) - Pd \dots (b)$$

$$\text{III и IV. } z = P \left[n - \frac{nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} \right] (m+2d) - 2Pd \dots (c)$$

$$y+1 \text{ и } y+2. \dots z = P \left[n - \frac{nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} \right] (m+y.d) - y.Pd \dots (p)$$

$$n \text{ и } (n+1). \dots z = P \left[n - \frac{nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} \right] (m+(n-1)d) - (n-1)Pd \dots (t)$$

Значенія m , при которыхъ ординаты двухъ смежныхъ кривыхъ между собою равны, будутъ:

$$\text{для (a) и (b). } m = \frac{(n-1)}{n} \cdot l - \frac{(n-1)}{2} \cdot d$$

$$\text{— (b) и (c). } m = \frac{(n-2)}{n} \cdot l - \frac{(n-1)}{2} \cdot d$$

$$\text{— (c) и (d). } m = \frac{(n-3)}{n} \cdot l - \frac{(n-1)}{2} \cdot d$$

$$\dots \dots \dots$$

$$\text{— (o) и (p). } m = \frac{(n-y)}{n} \cdot l - \frac{(n-1)}{2} \cdot d$$

$$\dots \dots \dots$$

$$\text{— (s) и (t). } m = \frac{1 \cdot l}{n} - \frac{(n-1)}{2} \cdot d$$

Затѣмъ выписываемъ производныя уравненія кривыхъ и рядомъ съ ними тѣ значенія m , при которыхъ величина производныхъ должна быть изслѣдована.

$$(a') \frac{dz}{dm} = \left(n - \frac{2nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} \right) \left\} m = \frac{(n-1)}{n} l - \frac{(n-1)}{2} \cdot d$$

$$(b') \frac{dz}{dm} = \left(n - \frac{2nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} - \frac{nd}{l} \right) \left\} m = \frac{(n-2)}{n} l - \frac{(n-1)}{2} \cdot d$$

$$(b'_1) \frac{dz}{dm} = \left(n - \frac{2nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} - \frac{nd}{l} \right) \left\} m = \frac{(n-2)}{n} l - \frac{(n-1)}{2} \cdot d$$

$$(c') \frac{dz}{dm} = \left(n - \frac{2nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} - \frac{2nd}{l} \right) \left\} m = \frac{(n-2)}{n} l - \frac{(n-1)}{2} \cdot d$$

$$\dots \dots \dots$$

$$(p-1)' \frac{dz}{dm} = \left(n - \frac{2nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} - (y-1) \frac{nd}{l} \right) \left\} m = \frac{(n-y)}{n} l - \dots$$

$$p' \frac{dz}{dm} = \left(n - \frac{2nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} - \frac{y \cdot nd}{l} \right) \left\} m = \frac{(n-1)}{2} \cdot d$$

$$p' \frac{dz}{dm} = \left(n - \frac{2nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} - \frac{y \cdot nd}{l} \right) m = \left[\frac{n-(y+1)}{n} \right] l - \frac{(n-1)}{2} d$$

$$(p+1)' \frac{dz}{dm} = \left(n - \frac{2mn}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} - \frac{(y+1)nd}{l} \right) m = \left[\frac{1}{n} \cdot l - \frac{(n-1)}{2} d \right]$$

$$(t-1)' \frac{dz}{dm} = \left(n - \frac{2nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} - \frac{(n-2)nd}{l} \right) m = \left[\frac{1}{n} \cdot l - \frac{(n-1)}{2} d \right]$$

$$t' \frac{dz}{dm} = \left(n - \frac{2nm}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} - \frac{(n-1)nd}{l} \right) m = \left[\frac{1}{n} \cdot l - \frac{(n-1)}{2} d \right]$$

Чтобы имѣть возможность судить объ относительной величинѣ этихъ производныхъ, опредѣлимъ каково должно быть значеніе y для того, чтобы $\frac{dz}{dm}$ было 0 при соответствующемъ значеніи m и $\frac{d}{l} < \frac{2}{n(n-1)}$.

Вставляя значеніе $m = \frac{(n-y)}{n} l - \frac{(n-1)}{2} d$ въ p' и приравнявая нулю, получимъ:

$$n - \frac{2n}{l} \left(\frac{n-y}{n} \cdot l - \frac{(n-1)}{2} d \right) - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} - \frac{y \cdot nd}{l} = 0 \quad (\alpha)$$

$$\text{или } n - 2(n-y) + n(n-1) \frac{d}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} - \frac{y \cdot nd}{l} =$$

$$= -n + 2y + n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} - \frac{y \cdot nd}{l} = -2ln + 4ly + n(n-1)d - 2ynd = 0$$

$$\text{откуда } y = \frac{2ln - n(n-1)d}{4l - 2nd}$$

При $\frac{d}{l} = \frac{2}{n(n-1)}$ выраженіе y обратится въ

$$y = \frac{2ln - n(n-1)d}{4l - 2nd} = \frac{n(n-1)}{2n \cdot 2l} = \frac{(2ln - 2l)(n-1)}{4l(n-1) - 4l} = \frac{(n-1)}{2} \frac{(n-1)}{(n-2)}$$

Вставляя значеніе $m = \left(\frac{n-(y+1)}{n} \right) l - \frac{(n-1)}{2} d$ въ p_1' и приравнявая нулю, получимъ:

$$n - \frac{2n}{l} \left(\frac{n-y-1}{n} l - \frac{(n-1)}{2} d \right) - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} - \frac{y \cdot nd}{l} = 0 \quad (\beta)$$

$$\text{или } n - 2(n-y-1) + n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} - \frac{y \cdot nd}{l} =$$

$$= -2ln + 4ly + 4l + n(n-1)d - 2ynd = 0$$

$$\text{откуда } y = \frac{2ln - n(n-1)d - 4l}{4l - 2nd}$$

$$\text{при } \frac{d}{l} = \frac{2}{n(n-1)}$$

$$y = \frac{2ln - 4l - n(n-1) \cdot 2l}{4l - \frac{2n \cdot 2l}{n(n-1)}} = \frac{(2ln - 6l)(n-1)}{4l(n-1) - 4l} = \frac{2l(n-3)(n-1)}{4l(n-2)} =$$

$$= \frac{(n-1)}{2} \cdot \frac{(n-3)}{(n-2)}$$

Замѣтивъ, 1) что при n — нечетномъ — полученные два значенія y не цѣлыя числа; первое $y = \frac{(n-1)}{2} \frac{(n-1)}{(n-2)} = \frac{(n-1)}{2} + q$, второе $y = \frac{(n-1)}{2} \frac{(n-3)}{(n-2)} = \frac{(n-1)}{2} - q'$, гдѣ q и q' оба менѣе 1; 2) что члены, содержащіе y въ выраженіяхъ (α) и (β) всегда положительные, каково бы ни было значеніе y , такъ какъ въ $2y - \frac{y \cdot nd}{l} = y \left(2 - n \frac{d}{l} \right)$ двучленъ въ скобкахъ всегда болѣе нуля, а потому заключаемъ, что при всѣхъ значеніяхъ y отъ 0 до $\frac{n-1}{2}$ соответственныя значенія производныхъ отъ (a') до (p') будутъ отрицательныя, а при y отъ $\frac{n-1}{2}$ до $n-1$ соответственныя значенія производныхъ отъ (p_1') до (t') — положительныя. Сверхъ того въ каждой парѣ производныхъ (a') и (b') (b_1') и (c'), . . . ($p-1'$) и p' , p' и ($p+1'$) и т. д. вторая по порядку производная всегда болѣе первой, покуда производная отрицательна и обратно при положительныхъ производныхъ, потому что каждая пара производныхъ имѣетъ по три общихъ члена, а четвертый отрицательный и во второй производной болѣе, чѣмъ въ первой. Слѣдовательно (p') будетъ наибольшая отрицательная производная, а (p_1') наибольшая положительная производная; другими словами, относительный мах кривой (p) при $y = \frac{n-1}{2}$ болѣе относительнаго махъ двухъ смежныхъ кривыхъ и слѣдовательно онъ вмѣстѣ съ тѣмъ есть и абсолютный мах. Уравненіе кривой, на которой расположенъ абсолютный мах, найдется, если вставимъ въ (p) $y = \frac{n-1}{2}$ и получимъ $z = P \left(n - \frac{mn}{l} - n \frac{(n-1)}{2} \frac{d}{l} \right) \left(m + \frac{(n-1)}{2} d \right) -$

$\frac{n-1}{2} Pd$, т. е. имѣемъ ту же кривую, какъ и для n нечетнаго при $\frac{1}{n-1} > \frac{d}{l} > \frac{1}{n}$.

Подобное же доказательство, которое мы впрочемъ не приводимъ, имѣетъ мѣсто и для n четнаго. Замѣтимъ, что во время доказательства мы принимали $\frac{d}{l} = \frac{2}{n(n-1)}$; въ дѣйствительности же $\frac{d}{l} < \frac{2}{n(n-1)}$, но очевидно, что замѣна въ этомъ случаѣ равенства неравенствомъ не ослабляетъ, а усиливаетъ значеніе «выведенныхъ условій».

Такимъ образомъ доказана справедливость предполагаемаго закона образованія значеній A , m , x , $\max z$ для произвольнаго числа равныхъ грузовъ на равныхъ взаимныхъ разстояніяхъ, каково бы ни было отношеніе этого разстоянія ко всему пролету.

Этимъ и заканчиваемъ изслѣдованіе вопроса объ *опредѣленіи положенія опаснаго сѣченія и значенія наибольшаго момента при дѣйствіи сосредоточенныхъ грузовъ*.

Что касается опредѣленія наибольшаго значенія перерѣзывающаго усилія, то оно очевидно будетъ на лѣвой или на правой опорѣ, когда въ первомъ случаѣ первый грузъ только что сходитъ съ лѣвой опоры, а во второмъ—последній грузъ вступаетъ на правую опору. Это видно изъ аналитическаго выраженія сопротивленія обѣихъ опоръ:

$$A = P\left(1 - \frac{m}{l}\right) + P'\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l}\right) + P''\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l} - \frac{d'}{l}\right) + \dots + P^{(n)}\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l} - \frac{d'}{l} - \dots - \frac{d^{(n-1)}}{l}\right)$$

$$B = (P + P' + P'' + \dots + P^{(n)}) - A = -P \frac{m}{l} - P'\left(\frac{m}{l} + \frac{d}{l}\right) - P''\left(\frac{m}{l} + \frac{d}{l} + \frac{d'}{l}\right) - \dots - P^{(n)}\left(\frac{m}{l} + \frac{d}{l} + \frac{d'}{l} + \dots + \frac{d^{(n-1)}}{l}\right)$$

Очевидно A имѣетъ наибольшее значеніе при $m=0$, а B при $m=l-(d+d'+\dots+d^{n-1})$, тогда

$$\max A = P + P'\left(1 - \frac{d}{l}\right) + P''\left(1 - \frac{d}{l} - \frac{d'}{l}\right) + \dots + P^{(n)}\left(1 - \frac{d}{l} - \frac{d'}{l} - \dots - \frac{d^{(n-1)}}{l}\right)$$

$$\max B = -P\left(1 - \frac{d}{l} - \frac{d'}{l} - \dots - \frac{d^{(n-1)}}{l}\right) - P'\left(1 - \frac{d}{l} - \frac{d'}{l} - \dots - \frac{d^{(n-2)}}{l}\right) - \dots - P^{(n-1)}\left(1 - \frac{d}{l}\right) - P^{(n)}$$

Большее изъ этихъ двухъ значеній будетъ искомымъ.

Переходимъ теперь къ рѣшенію второй задачи, т. е. къ *опредѣленію наибольшаго момента и перерѣзывающаго усилія въ данномъ сѣченіи пролета*.

Пусть имѣемъ на пролетѣ, длиною l , n неравныхъ грузовъ, (чер. 13) неизмѣнно между собою связанныхъ; требуется найти наибольшій моментъ въ сѣченіи, отстоящемъ отъ лѣвой опоры на разстояніи $x = a$.

Сопротивленіе лѣвой опоры:

$$A = P\left(1 - \frac{m}{l}\right) + P'\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l}\right) + P''\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l} - \frac{d'}{l}\right) + \dots + P^{(n-1)}\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l} - \dots - \frac{d^{(n-1)}}{l}\right) + \dots$$

Выписываемъ моменты и соответственные предѣлы величины x :

Моменты.

- I. . . . Ax
- II. . . . $Ax - P(x-m)$
- III. . . . $Ax - P(x-m) - P'(x-m-d)$
- IV. . . . $Ax - P(x-m) - P'(x-m-d) - P''(x-m-d-d')$
- ($n-1$). . . $Ax - P(x-m) - \dots - P^{(n-3)}(x-m-d-\dots-d^{(n-4)})$
- (n). . . . $Ax - P(x-m) - \dots - P^{(n-2)}(x-m-d-\dots-d^{(n-3)})$
- ($n+1$). . . $Ax - P(x-m) - \dots - P^{(n-1)}(x-m-d-\dots-d^{(n-2)})$

Предѣлы величины x .

- I. о и $l-(d+d'+\dots+d^{(n-2)})$
- II. о и $l-(d'+d''+\dots+d^{(n-2)})$
- III. d и $l-(d''+d'''+\dots+d^{(n-2)})$
- IV. $d+d'$ и $l-(d''' + d^{(n-2)})$ (A)
-
- $n-1$ $d+d'+\dots+d^{n-4}$ и $l-(d^{n-3})$
- n $d+d'+\dots+d^{n-3}$ и l
- $n+1$ $d+d'+\dots+d^{n-2}$ и l

Затѣмъ оставляемъ только тѣ функціи, въ которыхъ встрѣчается значеніе $x=a$. Пусть это будетъ, на примѣръ, во всѣхъ функціяхъ отъ II до (n) включительно. Полагаемъ въ нихъ $x=a$, т. е. пересекаемъ всѣ поверхности плоскостью, параллельною плоскости координатъ zm , и получимъ систему пересекающихся прямыхъ линий (чер. 14) или многоугольникъ.

Ординаты сторонъ многоугольника представляютъ значенія функцій группы (A) отъ II до (n) при $x=a$. Слѣдовательно ординаты вершинъ многоугольника соответствуютъ тому случаю, когда каждый изъ грузовъ $P, P', \dots, P^{(n-1)}$ по очереди находится надъ сѣченіемъ $x=a$, а ординаты остальныхъ точекъ представляютъ значеніе функцій, когда надъ сѣченіемъ $x=a$ находится какая нибудь промежуточная точка между двумя смежными грузами. Наивысшая точка въ этомъ многоугольникѣ будетъ соответствовать точкѣ пересѣченія двухъ сторонъ, наклоненныхъ относительно горизонтальной оси въ противоположныя стороны. Съ этой цѣлью опредѣляемъ знакъ коэффиціента при второй переменнѣ m и пусть до функціи $(p+1)$ всѣ коэффиціенты отрицательны, а отъ $(p+2)$ положительны. Тогда:

$$II' \dots \left(-\frac{Px}{l} - \frac{P'x}{l} - \frac{P''x}{l} - \dots - \frac{P^{(n-1)}x}{l} \right) + P < 0$$

$$III' \dots \left(-\frac{Px}{l} - \frac{P'x}{l} - \dots - \frac{P^{n-1}x}{l} \right) + (P + P') < 0$$

$$(p+1) \dots \left(-\frac{Px}{l} - \frac{P'x}{l} - \dots - \frac{P^{n-1}x}{l} \right) + (P + P' + \dots + P^{(p-1)}) < 0$$

$$(p+2) \dots \left(-\frac{Px}{l} - \frac{P'x}{l} - \dots - \frac{P^{n-1}x}{l} \right) + (P + P' + \dots + P^{(p-1)} + P^{(p)}) > 0$$

$$(n+1) \dots \left(-\frac{Px}{l} - \frac{P'x}{l} - \dots - \frac{P^{(n-1)}x}{l} \right) + (P + P' + \dots + P^{(p)} + \dots + P^{(n-1)}) > 0$$

Слѣдовательно въ нашемъ случаѣ наибольшая ордината бу-

детъ тогда, когда надъ сѣченіемъ $x=a$ помѣстится грузъ $P^{(p)}$. Оба условныя неравенства такъ напишутся:

$$\frac{P + P' + \dots + P^{(p-1)}}{P + P' + \dots + P^{(n-1)}} \frac{x}{l} < \frac{x}{l}$$

$$\frac{P + P' + \dots + P^{(p-1)} + P^{(p)}}{P + P' + \dots + P^{(n-1)}} \frac{x}{l} > \frac{x}{l}$$

И такъ при предположенномъ движеніи грузовъ отъ лѣвой опоры къ правой, наибольшій моментъ у даннаго сѣченія будетъ при проходѣ надъ нимъ того груза, при которомъ отношеніе не прошедшихъ надъ сѣченіемъ грузовъ къ общей ихъ суммѣ сдѣлается больше отношенія разстоянія сѣченія отъ опоры ко всей длинѣ балки.

Возьмемъ частный примѣръ:

Пусть на пролетѣ, длиною 20 ф. (чер. 15), четыре подвижныхъ груза величиною 6, 2, 8 и 1 и требуется найти наибольшій моментъ надъ сѣченіемъ $x=10$ ф. Составляемъ требуемыя отношенія:

$$\frac{6}{6+2+8+1} = \frac{6}{17}; \frac{6+2}{6+2+8+1} = \frac{8}{17}; \frac{6+2+8}{6+2+8+1} = \frac{16}{17}; \frac{6+2+8+1}{6+2+8+1} = \frac{17}{17}$$

Отношеніе $\frac{x}{l} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2}$ заключается между найденными отношеніями $\frac{6+2}{6+2+8+1}$ и $\frac{6+2+8}{6+2+8+1}$

Слѣдовательно, на основаніи вышесказаннаго, наибольшій моментъ надъ сѣченіемъ $x=10$ ф. имѣетъ мѣсто при проходѣ надъ этимъ сѣченіемъ груза 8 (чер. 16). Величина момента: $\text{Max } z = \left(\frac{6 \times 14}{20} + \frac{2 \times 13}{20} + \frac{8 \times 10}{20} + \frac{1 \times 8}{20} \right) 10 - 6 \times 4 - 2 \times 3 = 69$ п.ф.

Рѣшимъ ту же задачу по правилу Винклера. На стр. 19 и 20 Winckler's Theorie der Brücken (I Heft. Aeusserer Kräfte gerader Träger. Lieferung I. 1872) сказано, что наибольшій моментъ надъ даннымъ сѣченіемъ соответствуетъ проходу одного изъ грузовъ надъ сѣченіемъ, при чемъ суммы грузовъ, расположенныхъ по обѣ стороны сѣченія, приблизительно должны между собою относиться какъ части, на которыя пролетъ раздѣленъ даннымъ сѣченіемъ или, другими словами, чтобы нагрузка на единицу длины по обѣ стороны сѣченія была по-

сти одинакова. Слѣдовательно, если G и G' суммы грузовъ по обѣ стороны сѣченія, то $\frac{G}{x}$ должно быть почти равно $\frac{G'}{l-x}$. Въ нашемъ случаѣ для этихъ отношеній имѣемъ слѣдующія значенія при проходѣ каждаго изъ грузовъ надъ сѣченіемъ $x=10$ ф.

Величина груза надъ сѣченіемъ $x=10$ ф.	$\frac{G}{x}$	$\frac{G'}{l-x}$	
6	$\frac{0}{10}$	$\frac{11}{10}$	
2	$\frac{6}{10}$	$\frac{9}{10}$	
8	$\frac{8}{10}$	$\frac{1}{10}$	
1	$\frac{16}{10}$	$\frac{0}{10}$	

Наименьшая разность между значеніями отношеній $\frac{G}{x}$ и $\frac{G'}{l-x}$ соотвѣтствуетъ случаю, когда грузъ 2 находится надъ сѣченіемъ $x=10$ (чер. 17). Этотъ случай и дастъ по Винклеру значеніе наибольшаго момента въ данномъ сѣченіи. Найдемъ этотъ моментъ:

$\text{Max } z = \left(\frac{6 \times 11}{20} + \frac{2 \times 10}{20} + \frac{8 \times 7}{20} + \frac{1 \times 5}{20} \right) 10 - 6 \times 1 = 67\frac{1}{2}$ пудофута менѣе того момента, когда грузъ 8 находится надъ сѣченіемъ $x=10$.

Слѣдовательно правило, предлагаемое Винклеромъ, не вѣрно.

Въ началѣ статьи мы упомянули, что Винклеръ выводитъ сначала условіе существованія max въ данномъ сѣченіи при сплошной нагрузкѣ и находитъ необходимымъ условіемъ: $\frac{G}{x} = \frac{G'}{l-x}$ или $\frac{G}{G'} = \frac{x}{l-x}$, $\frac{G}{G+G'} = \frac{x}{l}$, гдѣ $G+G'$ есть сплошная нагрузка по обѣ стороны сѣченія и затѣмъ примѣняетъ это условіе къ сосредоточеннымъ грузамъ, чего нельзя сдѣлать, такъ какъ при сплошной нагрузкѣ $G+G'$ представляетъ всю нагрузку на пролетъ, а при сосредоточенныхъ грузахъ $G+G'$ есть вся нагрузка на пролетъ безъ груза, помѣщеннаго надъ разсматриваемымъ сѣченіемъ.

Самый выводъ условія $\frac{G}{x} = \frac{G'}{l-x}$ на стр. 18 упомянутого сочиненія Винклера нѣсколько натянутъ; предлагаемъ съ своей стороны слѣдующій выводъ: пусть на пролетѣ длиною l (чер. 26), помѣщена сплошная нагрузка длиною p , примѣняющаяся по извѣстному закону, выражаемому функціею $y=f(\xi)$, и требуется найти такое положеніе этой нагрузки, при которомъ моментъ надъ сѣченіемъ $x=a$ есть наибольшій. Начало координатъ для кривой, изображающей законъ измѣненія нагрузки, помѣщаемъ въ началѣ сплошной нагрузки. Означимъ буквою m разстояніе начала нагрузки отъ сѣченія $x=a$ въ какое нибудь мгновеніе; буквами n и n' — разстояніе отъ правой опоры до центровъ тяжести сплошной нагрузки по обѣ стороны сѣченія, а N , N' разстояніе центровъ тяжести отъ начала нагрузки.

Эти величины имѣютъ слѣдующія выраженія:

$$N = \frac{\int_0^m y \xi d\xi}{\int_0^m y d\xi}$$

$$N' = \frac{\int_m^p y \xi d\xi}{\int_m^p y d\xi}$$

$$n = l - x + m - N = l - x + m - \frac{\int_0^m y \xi d\xi}{\int_0^m y d\xi}$$

$$n' = l - x - N' + m = l - x + m - \frac{\int_m^p y \xi d\xi}{\int_m^p y d\xi}$$

Сопротивленіе лѣвой опоры:

$$A = \int_0^m y d\xi \times \frac{n}{l} + \int_m^p y d\xi \times \frac{n'}{l}$$

Моментъ относительно сѣченія $x=a$

$$z = \left[\int_0^m y d\xi \times \frac{n}{l} + \int_m^p y d\xi \times \frac{n'}{l} \right] x - \int_0^m y d\xi [m - N] = \\ = \left[\int_0^m y d\xi \times \frac{n}{l} + \int_m^p y d\xi \times \frac{n'}{l} \right] x - \int_0^m y d\xi \left[m - \frac{\int_0^m y \xi d\xi}{\int_0^m y d\xi} \right]$$

Величина m , при которомъ z имѣетъ наибольшее значеніе, найдется изъ условія: $\frac{dz}{dm} = 0$.

Замѣтимъ, что здѣсь придется брать производныя опредѣленныхъ интеграловъ по верхнему и по нижнему предѣламъ. Изъ ученія объ опредѣленныхъ интегралахъ извѣстно, что если подынтегральная функція и предѣлы независимы другъ отъ друга, то производная по предѣламъ равняется подынтегральной функціи со вставкою вмѣсто независимой переменной предѣловъ; для производной по верхнему предѣлу подынтегральная функція сохраняетъ свой знакъ, а для производной по нижнему предѣлу знакъ переменяется. Слѣдовательно, если

$$u = \int_a^b \phi(x) \cdot dx,$$

гдѣ $\phi(x)$, b и a независимы одно отъ другаго, то

$$\frac{du}{db} = \phi(b); \quad \frac{du}{da} = -\phi(a) *).$$

Составляемъ производную $\frac{dz}{dm}$ и приравниваемъ ее нулю;

$$\frac{dz}{dm} = \frac{n}{l} xy_m + \frac{x}{l} \int_0^m y d\xi \cdot \frac{dn}{dm} - \frac{n'}{l} xy_m + \frac{x}{l} \int_m^p y d\xi \cdot \frac{dn'}{dm} - \left[m - \frac{\int_0^m y \xi d\xi}{\int_0^m y d\xi} \right] y_m - \int_0^m y d\xi \left[m - \frac{\int_0^m y \xi d\xi}{\int_0^m y d\xi} \right]$$

$$\text{Но } \frac{dn}{dm} = 1 - \frac{y_m \cdot m \int_0^m y d\xi - y_m \int_0^m y \xi d\xi}{\left(\int_0^m y d\xi \right)^2}$$

$$\frac{dn'}{dm} = +1 + \frac{y_m \cdot m \int_m^p y d\xi - y_m \int_m^p y \xi d\xi}{\left(\int_m^p y d\xi \right)^2}$$

$$d \left[m - \frac{\int_0^m y \xi d\xi}{\int_0^m y d\xi} \right] = 1 - \frac{[y_m \cdot m \int_0^m y d\xi - y_m \int_0^m y \xi d\xi]}{\left(\int_0^m y d\xi \right)^2}$$

Вставляя эти выраженія въ $\frac{dz}{dm}$, получимъ:

$$\frac{dz}{dm} = \frac{n}{l} xy_m + \frac{x}{l} \frac{\left(\int_0^m y d\xi \right)^2 - y_m \cdot m \int_0^m y d\xi + y_m \int_0^m y \xi d\xi}{\int_0^m y d\xi} - \frac{n'}{l} xy_m + \frac{x}{l} \frac{\left(\int_m^p y d\xi \right)^2 + m \cdot y_m \int_m^p y d\xi - y_m \int_m^p y \xi d\xi}{\int_m^p y d\xi} - \left[m - \frac{\int_0^m y \xi d\xi}{\int_0^m y d\xi} \right] y_m - \frac{\left(\int_0^m y d\xi \right)^2 - m \cdot y_m \int_0^m y d\xi + y_m \int_0^m y \xi d\xi}{\int_0^m y d\xi} = 0.$$

Помноживъ всѣ члены на l и отбѣливъ члены, содержащіе x и l , получимъ:

$$\frac{dz}{dm} = x \left[ny_m - n'y_m + \frac{\left(\int_0^m y d\xi \right)^2 - y_m \cdot m \int_0^m y d\xi + y_m \int_0^m y \xi d\xi}{\int_m^p y d\xi} + \frac{my_m \int_m^p y d\xi + \left(\int_m^p y d\xi \right)^2 - y_m \int_m^p y \xi d\xi}{\int_m^p y d\xi} \right] - l \frac{[my_m \int_0^m y d\xi - y_m \int_0^m y \xi d\xi + \left(\int_0^m y d\xi \right)^2 - my_m \int_m^p y d\xi + y_m \int_m^p y \xi d\xi]}{\int_0^m y d\xi} = x [ny_m - n'y_m + \int_0^m y d\xi - my_m + y_m N + my_m + \int_m^p y d\xi - y_m (N - m)] - l \int_0^m y d\xi = 0$$

Но $n - n' = N - (N' - m)$. Слѣдовательно,

$$\frac{dz}{dm} = x \left[\int_0^m y d\xi + \int_m^p y d\xi \right] - l \int_0^m y d\xi = 0,$$

откуда

$$\frac{x}{l} = \frac{\int_0^m y d\xi}{\int_0^m y d\xi + \int_m^p y d\xi} = \frac{G}{G + G'}$$

$$\text{или } \frac{x}{l - x} = \frac{\int_0^m y d\xi}{\int_m^p y d\xi} = \frac{G}{G'}.$$

*) Todhunter. A treatise on the integral Calculus 1862 p. 175.

Остается еще рассмотреть вопросъ объ *опредѣленіи наибольшаго перерѣзывающаго усилія въ данномъ сѣченіи.*

Значенія перерѣзывающихъ

$$\begin{aligned} p) \dots A &= P\left(1 - \frac{m}{l}\right) + P'\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l}\right) + P''\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l} - \frac{d'}{l}\right) \\ q) \dots A - P &= P\left(1 - \frac{m}{l}\right) + P'\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l}\right) + \dots P^{n-1}\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l} - \dots - \frac{d^{n-2}}{l}\right) \\ r) \dots A - P - P' &= P\left(1 - \frac{m}{l}\right) + P'\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l}\right) + \dots P^{n-1}\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l} - \dots - \frac{d^{n-2}}{l}\right) \\ s) \dots A - P - P' - \dots - P^{p-2} &= P\left(1 - \frac{m}{l}\right) + P'\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l}\right) + \dots P^{n-1}\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l} - \dots - \frac{d^{n-2}}{l}\right) \\ t) \dots A - P - P' - \dots - P^{p-2} &= P\left(1 - \frac{m}{l}\right) + P'\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l}\right) + \dots P^{n-1}\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l} - \dots - \frac{d^{n-2}}{l}\right) \\ u) \dots A - P - P' - \dots - P^{p-2} &= P\left(1 - \frac{m}{l}\right) + P'\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l}\right) + \dots P^{n-1}\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l} - \dots - \frac{d^{n-2}}{l}\right) \\ v) \dots A - P - P' - \dots - P^{p-2} &= P\left(1 - \frac{m}{l}\right) + P'\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l}\right) + \dots P^{n-1}\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l} - \dots - \frac{d^{n-2}}{l}\right) \\ w) \dots A - P - P' - \dots - P^{p-2} &= P\left(1 - \frac{m}{l}\right) + P'\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l}\right) + \dots P^{n-1}\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l} - \dots - \frac{d^{n-2}}{l}\right) \\ x) \dots A - P - P' - \dots - P^{p-2} &= P\left(1 - \frac{m}{l}\right) + P'\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l}\right) + \dots P^{n-1}\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l} - \dots - \frac{d^{n-2}}{l}\right) \\ y) \dots A - P - P' - \dots - P^{p-2} &= P\left(1 - \frac{m}{l}\right) + P'\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l}\right) + \dots P^{n-1}\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l} - \dots - \frac{d^{n-2}}{l}\right) \\ z) \dots A - P - P' - \dots - P^{p-2} &= P\left(1 - \frac{m}{l}\right) + P'\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l}\right) + \dots P^{n-1}\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l} - \dots - \frac{d^{n-2}}{l}\right) \end{aligned}$$

Оставляемъ только тѣ выраженія перерѣзывающихъ усилій, которыя могутъ имѣть мѣсто при $x = a$. Пусть это будетъ отъ (p) до (q). Ясно, что во всей группѣ выраженій между (p) и (q) наибольшимъ будетъ всегда одно изъ крайнихъ. Въ самомъ дѣлѣ, если вся группа даетъ положительныя значенія для предѣловъ m , то первое выраженіе въ группѣ будетъ наибольшимъ, такъ какъ въ немъ наименьшее число отрицательныхъ вычитаемыхъ; если при предѣльныхъ значеніяхъ m группа имѣетъ отрицательное значеніе, то наибольшимъ будетъ послѣднее выраженіе въ слѣдствіе того, что въ немъ наибольшее число *отрицательныхъ вычитаемыхъ*. Наконецъ, если часть выраженій отрицательна, а другая положительна, то наибольшими выраженіями, по той же причинѣ, будутъ опять оба крайнія и придется только выбрать наибольшее изъ двухъ. Слѣдовательно разсмотрѣнію подлежатъ во всякомъ случаѣ только крайнія выраженія.

Опредѣляемъ для каждаго изъ нихъ тѣ значенія m , при которыхъ они имѣютъ наибольшую величину, при чемъ ни одинъ изъ грузовъ не долженъ перейти разсматриваемаго сѣченія.

Выписываемъ значенія перерѣзывающихъ усилій и соотвѣтственные предѣлы x , между которыми эти усилія имѣютъ мѣсто:

усилій.

Предѣлы x .

$$\begin{aligned} &\dots + P^{n-1}\left(1 - \frac{m}{l} - \frac{d}{l} - \dots - \frac{d^{n-2}}{l}\right); \dots 0 \text{ и } l - (d + d' + \dots + d^{n-2}) \\ &\dots - \frac{d^{n-2}}{l} - P; \dots 0 \text{ и } l - (d' + d'' + \dots + d^{n-2}) \\ &\dots - \frac{d^{n-2}}{l} - P - P'; \dots d \text{ и } l - (d'' + d''' + \dots + d^{n-2}) \\ &\dots - \frac{d^{n-2}}{l} - P - P' - \dots - P^{p-2}; \dots d + d' + \dots + d^{p-3} \text{ и } l - (d^{p-2} + \dots + d^{n-2}) \\ &\dots - \frac{d^{n-2}}{l} - P - P' - \dots - P^{p-2} - \dots - P^{q-2}; d + d' + \dots + d^{p-3} + d^{q-3} \text{ и } l - (d^{q-2} + \dots + d^{n-2}) \\ &\dots - \frac{d^{n-2}}{l} - P - P' - \dots - P^{n-1}; \dots d + d' + \dots + d^{n-2} \text{ и } l \end{aligned}$$

Если (p) для обоихъ предѣловъ m положительно или если при $m = 0$ оно положительно, а при $m = l - (d + d' + \dots + d^{n-2})$ отрицательно, но численное значеніе положительной величины болѣе отрицательной, то очевидно (p) будетъ тѣмъ болѣе, чѣмъ менѣе m ; его наименьшее возможное значеніе опредѣлится изъ условія:

$$m + (d + d' + \dots + d^{p-3}) = a.$$

Если же (p) при обоихъ предѣлахъ m отрицательно или если при предѣлахъ значенія его имѣютъ противоположные знаки, но отрицательная численная величина болѣе положительной, то значеніе (p) тѣмъ больше, чѣмъ больше m ; его наибольшее возможное значеніе найдется изъ условія:

$$m + (d + d' + \dots + d^{p-3} + d^{p-2}) = a.$$

Потомъ повѣряемъ, возможны ли эти значенія m , т. е. не сходятъ ли нѣкоторые грузы съ пролета. Если m дѣйствительно таково, исключаемъ тѣ грузы и рѣшаемъ задачу снова. Въ противномъ случаѣ опредѣляемъ для обоихъ значеній m величины перерѣзывающихъ усилій и выбираемъ большее, которое и будетъ искомымъ.

Возьмемъ частный примѣръ.

Требуется опредѣлить наибольшее перерѣзывающее усилие для $x=14$ ф. на 20-футовомъ пролетѣ, нагруженномъ четырьмя сосредоточенными грузами 6, 7, 12 и 8 (чер. 18).

Выписываемъ выраженія перерѣзывающихъ усилій и соответственные значенія предѣловъ x .

$$A = 6\left(1 - \frac{m}{20}\right) + 12\left(1 - \frac{m}{20} - \frac{1}{20}\right) + 7\left(1 - \frac{m}{20} - \frac{1}{20} - \frac{2}{20}\right) + 8\left(1 - \frac{m}{20} - \frac{1}{20} - \frac{2}{20} - \frac{5}{20}\right) = 28.15 - 1.65m.$$

I' . . . A	Предѣлы x , 0 и 12
II' . . . A-6	» 0 и 13
III' . . . A-6-12	» 1 и 15
IV' . . . A-6-12-7	» 3 и 20
V' . . . A-6-12-7-8	» 8 и 20

При $x=14$ могутъ имѣть мѣсто III', IV' и V'. Разсматриваемъ только крайнія III' и V'.

Значенія величины m , при которыхъ III' и V' имѣютъ наибольшія значенія, найдутся изъ условій:

$$m + (1 + 2) = 14, \text{ откуда } m = 11$$

$$m + (1 + 2 + 5) = 14; \text{ откуда } m = 6$$

такъ какъ III' при $m=0$ положительно, и его отрицательное значеніе при $m=12$ превосходитъ положительное; V' при обоихъ предѣлахъ отрицательно.

Оба значенія m возможны, такъ какъ ни одинъ изъ грузовъ не сходитъ съ пролета.

Для перваго значенія m , для сѣченія непосредственно влѣво отъ $x=14$ (чер. 19) перерѣзывающее усилие есть

$$\left[\frac{6 \times 9}{20} + \frac{12 \times 8}{20} + \frac{7 \times 6}{20} + \frac{8 \times 1}{20}\right] - 6 - 12 = -8;$$

а для сѣченія непосредственно вправо отъ $x=14$

$$\text{III' . . . } \left[\frac{6 \times 9}{20} + \frac{12 \times 8}{20} + \frac{7 \times 6}{20} + \frac{8 \times 1}{20}\right] - 6 - 12 - 7 = -15.$$

Для втораго значенія m имѣемъ

Для сѣченія влѣво отъ $x=14$ (чер. 20).

Перерѣзывающее усилие =

$$\left[\frac{6 \times 14}{20} + \frac{12 \times 13}{20} + \frac{7 \times 11}{20} + \frac{8 \times 6}{20}\right] - 6 - 12 - 7 = -6.75.$$

Для сѣченія вправо отъ $x=14$.

Перерѣзывающее усилие есть

$$\left[\frac{6 \times 14}{20} + \frac{12 \times 13}{20} + \frac{7 \times 11}{20} + \frac{8 \times 6}{20}\right] - 6 - 12 - 7 - 8 = -14.75.$$

Слѣдовательно и наибольшее перерѣзывающее усилие $x=14$ соответствуетъ тому случаю, когда грузъ 7 помѣстится надъ сѣченіемъ.

По Винклеру же *) наибольшее перерѣзывающее усилие надъ даннымъ сѣченіемъ соответствуетъ тому случаю, когда все грузы расположены по одну сторону сѣченія, при чемъ крайній грузъ находится надъ сѣченіемъ. Слѣдовательно по этому правилу наибольшему перерѣзывающему усилию въ сѣченіи $x=14$ соответствуетъ такое расположеніе грузовъ, при которомъ 8 находится надъ сѣченіемъ; но мы показали на приведенномъ примѣрѣ, что это несправедливо.

Возьмемъ еще примѣръ.

Требуется опредѣлить наибольшее перерѣзывающее усилие при $x=16$ на 20 футовомъ пролетѣ, нагруженномъ 6 сосредоточенными грузами, величиною: 3, 4, 5, 3, 4 и 4 (чер. 22).

Выписываемъ выраженія коэффициентовъ и соответственные предѣлы x .

I' . . . A	Предѣлы x 0 и 4.5
II' . . . A-3	» 0 и 6.5
III' . . . A-3-4	» 2 и 10.5
IV' . . . A-3-4-5	» 6 и 13.5
V' . . . A-3-4-5-3	» 9 и 15.5
VI' . . . A-3-4-5-3-4	» 11 и 20
VII' . . . A-3-4-5-3-4-4	» 15.5 и 20

гдѣ A =

$$= 3\left[1 - \frac{m}{20}\right] + 4\left[1 - \frac{m}{20} - \frac{2}{20}\right] + 5\left[1 - \frac{m}{20} - \frac{2}{20} - \frac{4}{20}\right] +$$

*) Winkler. Der Brückenbau, 1 Heft. Aeusere Kräfte gerader Träger. 1872. Стр. 15.

$$+ 3 \left[1 - \frac{m}{20} - \frac{2}{20} - \frac{4}{20} - \frac{3}{20} \right] + 4 \left[1 - \frac{m}{20} - \frac{2}{20} - \frac{4}{20} - \frac{3}{20} - \frac{2}{20} \right] + \\ + 4 \left[1 - \frac{m-2-4-3-2-4 \cdot 5}{20} \right] = 14.45 - 1.15 m.$$

При $x=16$ могутъ имѣть мѣсто выраженія отъ VI' до VII'. Наибольшія ихъ значенія будутъ при m , опредѣляемомъ изъ условій:

$$m + (2 + 4 + 3 + 2) = 16; \quad m = 5.$$

и

$$m + (2 + 4 + 3 + 2 + 4.5) = 16; \quad m = 0.5,$$

такъ какъ VI' и VII' при обоихъ предѣлахъ m отрицательны.

При первомъ значеніи m послѣдній грузъ сходитъ съ пролета. Опредѣляемъ величину перерѣзывающаго усилія для послѣдняго значенія m (чер. 22).

Для сѣченія непосредственно влѣво отъ $x=16$, имѣемъ.

$$\left[\frac{3 \times 19.5}{20} + \frac{4 \times 17.5}{20} + \frac{5 \times 13.5}{20} + \frac{3 \times 10.5}{20} + \frac{4 \times 8.5}{20} + \frac{4 \times 4}{20} \right] - \\ - 3 - 4 - 5 - 3 - 4 = -5.13.$$

Для сѣченія непосредственно вправо отъ $x=16$.

$$\left[\frac{3 \times 19.5}{20} + \frac{4 \times 17.5}{20} + \frac{5 \times 13.5}{20} + \frac{3 \times 10.5}{20} + \frac{4 \times 8.5}{20} + \frac{9 \times 9}{20} \right] - \\ - 3 - 4 - 5 - 3 - 4 - 4 = -9.13.$$

Но такъ какъ предвѣдущее изслѣдованіе величины m показало, что, при наибольшемъ значеніи VI', послѣдній грузъ долженъ сойти съ пролета, то нужно еще и этотъ случай разсмотрѣть (чер. 23).

Составляемъ выраженія коэффициентовъ при x съ соответственными предѣлами:

I' . . .	A	0 и 9
II' . . .	A-3	0 и 11
III' . . .	A-3-4	2 и 15
IV' . . .	A-3-4-5	6 и 18
V' . . .	A-3-4-5-3	9 и 20
VI' . . .	A-3-4-5-3-4	11 и 20

гдѣ A =

$$= 3 \left[1 - \frac{m}{20} \right] + 4 \left[1 - \frac{m}{20} - \frac{2}{20} \right] + 5 \left[1 - \frac{m}{20} - \frac{2}{20} - \frac{4}{20} \right] +$$

$$+ 3 \left[1 - \frac{m}{20} - \frac{2}{20} - \frac{4}{20} - \frac{3}{20} \right] + 4 \left[1 - \frac{m}{20} - \frac{2-4-3-2}{20} \right] = \\ = 13.55 - 0.95 m.$$

При $x=16$ могутъ имѣть мѣсто выраженія отъ IV' до VI'. Разсматриваемъ только эти крайнія. Соответственные значенія m опредѣлятся изъ условій:

$$m + (2 + 4 + 3) = 16; \quad m = 7$$

и

$$m + (2 + 4 + 3 + 2) = 16; \quad m = 5.$$

При $m=7$ (чер. 24) имѣемъ для сѣченія непосредственно влѣво отъ $x=16$.

$$\left[\frac{3 \times 13}{20} + \frac{4 \times 11}{20} + \frac{5 \times 7}{20} + \frac{3 \times 4}{20} + \frac{4 \times 2}{20} \right] - 3 - 4 - 5 = -5.30.$$

Для сѣченія непосредственно вправо отъ $x=16$.

$$\left[\frac{3 \times 13}{20} + \frac{4 \times 11}{20} + \frac{5 \times 7}{20} + \frac{3 \times 4}{20} + \frac{4 \times 2}{20} \right] - 3 - 4 - 5 - 3 = -8.30.$$

При $m=5$ (чер. 25) имѣемъ для сѣченія непосредственно влѣво отъ $x=16$

$$\left[\frac{3 \times 15}{20} + \frac{4 \times 13}{20} + \frac{5 \times 9}{20} + \frac{3 \times 6}{20} + \frac{4 \times 4}{20} \right] - 3 - 4 - 5 - 3 = -6.20$$

Для сѣченія непосредственно вправо отъ $x=16$

$$\left[\frac{3 \times 15}{20} + \frac{4 \times 13}{20} + \frac{5 \times 9}{20} + \frac{3 \times 6}{20} + \frac{4 \times 4}{20} \right] - 3 - 4 - 5 - 3 - 4 = -10.20.$$

Слѣдовательно, наибольшее перерѣзывающее усиліе для $x=16$ на 20 футовомъ пролетѣ, нагруженномъ данными 6 сосредоточенными грузами, 3, 4, 5, 3, 4 и 4 будетъ тогда, когда на пролетѣ останется только 5 грузовъ, при чемъ послѣдній грузъ долженъ встать на сѣченіе.

По Винклеру же наибольшее перерѣзывающее усиліе соответствовало бы тому случаю, когда всѣ 6 грузовъ находились бы на пролетѣ и крайній грузъ на данномъ сѣченіи, такъ какъ по его правилу нѣтъ никакихъ признаковъ, по которымъ можно было судить, что наибольшее перерѣзывающее усиліе въ данномъ сѣченіи бываетъ иногда тѣмъ больше, чѣмъ меньше грузовъ на пролетѣ, что на этомъ примѣрѣ и подтвердилось.

Въ заключеніе возьмемъ одинъ изъ примѣровъ, помѣщен-

ныхъ въ таблицахъ Шмидта *), упомянутыхъ въ началѣ статьи, и дадимъ его полное рѣшеніе по нашему способу, т. е. отыщемъ невыгоднѣйшее положеніе колесъ поѣзда и соответствующее значеніе наибольшаго сгибающаго момента; опредѣлимъ равнозначущую этому распложенію колесъ поѣзда равномерно распределенную нагрузку на единицу длины и вычислимъ помощью ея значеніе моментовъ для нѣкоторыхъ сѣченій; затѣмъ проверимъ, бываютъ ли въ дѣйствительности при проходѣ поѣзда въ этихъ сѣченіяхъ тѣ моменты, которые получались при дѣйствіи вычисленной равномерно распределенной нагрузки. Такъ же поступимъ и относительно перерѣзывающихъ успій.

Возьмемъ пролетъ въ 5 метровъ. Для тендеръ-паровоза Энгерта на этомъ пролетѣ указано въ сочиненіи Шмидта невыгоднѣйшее положеніе колесъ поѣзда, представленное на чертежѣ, 27, а равнозначущій и равномерно распределенный на единицу длины грузъ вычисленъ въ 9030 килогр. на 1 пог. метръ. Замѣтимъ, что на пролетѣ въ 5 метровъ можетъ помѣститься кромѣ трехъ колесъ паровоза, еще первое колесо тендера, такъ какъ разстояніе между ними 1.25 м. и сумма:

$$1.25 + 1.35 + 1.35 = 3.95 \text{ менѣе } 5 \text{ метровъ.}$$

Расчетъ же покажетъ, будетъ ли наибольшій моментъ при дѣйствіи трехъ или четырехъ грузовъ.

И такъ разсматриваемъ на пролетѣ четыре груза (чер. 28)

Для удобства вычисленія уменьшимъ напряженіе грузовъ въ 20 разъ, а затѣмъ окончательный результатъ помножимъ на 20 и тогда вмѣсто 7000 и 11760 килограммовъ будемъ имѣть 350 и 588.

Составляемъ выраженія моментовъ:

$$\text{I } Ax.$$

$$\text{II } Ax - 350(x - m).$$

$$\text{III } Ax - 350(x - m) - 588(x - m - 1.25).$$

$$\text{IV } Ax - 350(x - m) - 588(x - m - 1.25) - 588(x - m - 1.25 - 1.35).$$

*) Вѣнскія силы, дѣйствующія на мостовыя сооруженія (по Шмидту). С.-Петербургъ. 1870 г., стр. 7.

$$V \quad Ax - 350(x - m) - 588(x - m - 1.25) - 588(x - m - 1.25 - 1.35 - 588(x - m - 1.25 - 1.35 - 1.35)).$$

$$\begin{aligned} \text{гдѣ } A &= 350\left[1 - \frac{m}{5}\right] + 588\left[1 - \frac{m}{5} - \frac{1.25}{5}\right] + \\ &+ 588\left[1 - \frac{m}{5} - \frac{1.25+1.35}{5}\right] + 588\left[1 - \frac{m}{5} - \frac{1.25+1.35+1.35}{5}\right] = \\ &= 350\left[1 - \frac{m}{5}\right] + 588\left[1.44 - \frac{3m}{5}\right]. \end{aligned}$$

$$\text{При } m=0; A = 350 + 588 \times 1.44.$$

$$\text{При } m=1.05; A = 350 \times 0.79 + 588 \times 1.07.$$

Составляемъ выраженія коэффициентовъ при x , и изслѣдуемъ ихъ знакъ при предѣльныхъ значеніяхъ m .

	$m=0$	$m=1.05$
I' . . . A	> 0	> 0
II' . . . A-350	> 0	> 0
III' . . . A-350-588	> 0	< 0
IV' . . . A-350-588-588	< 0	< 0
V' . . . A-350-588-588-588	< 0	< 0

Постоянство знаковъ не сохранилось и видно, что абсолютный мах. будетъ на одной изъ кривыхъ пересѣченіяхъ поверхностей II и III или III и IV.

Уравненія кривыхъ будутъ:

$$(a) \quad . . z = \left[350\left(1 - \frac{m}{5}\right) + 588\left(1.44 - \frac{3m}{5}\right) \right] (m + 1.25) - 350 \times 1.25$$

$$(b) \quad . . z = \left[350\left(1 - \frac{m}{5}\right) + 588\left(1.44 - \frac{3m}{5}\right) \right] (m + 2.60) - 350 \times 2.60 - 588 \times 1.35.$$

Значеніе m , при которомъ обѣ кривыя имѣютъ общую ординату, найдется изъ условія.

$$0 = \left[350\left(1 - \frac{m}{5}\right) + 588\left(1.44 - \frac{3m}{5}\right) \right] 1.35 - 350 \times 1.35 - 588 \times 1.35$$

или

$$0 = [350(5 - m) + 588(7.20 - 3m)] - 350 \times 5 - 588 \times 5$$

Откуда $m=0.85$.

Опредѣляемъ величину производныхъ обѣихъ кривыхъ при этомъ значеніи m ;

$$(a'). \dots \frac{dz}{dm} = 350 - \frac{2 \times 350 \times 0.85}{5} + 588 \times 1.44 - \frac{2 \times 588 \times 3 \times 0.85}{5} - 350 \times \frac{1.25}{5} - 588 \times \frac{3 \times 1.25}{5}$$

$$(b'). \dots \frac{dz}{dm} = 350 - \frac{2 \times 350 \times 0.85}{5} + 588 \times 1.44 - \frac{2 \times 588 \times 3 \times 0.85}{5} - 350 \times \frac{2.60}{5} - 588 \times \frac{3 \times 2.60}{5}$$

Изъ сравненія этихъ двухъ выраженій видно, что оба они отрицательны и второе болѣе перваго, а потому заключаемъ, что абсолютный *мах.* находится на кривой (b).

Величина *m*, при которой (b) имѣетъ наибольшее значеніе, найдется изъ условія:

$$\frac{dz}{dm} = 350 - \frac{2 \times 350 \times m}{5} + 588 \times 1.44 - \frac{3 \times 588 \times 2 \times m}{5} - 350 \times \frac{2.60}{5} - 588 \times \frac{3}{5} \times 2.60 = 350 - 140m + 846.72 - 705.60m - 182 - 917.28 = 0$$

Откуда $m = 0.115$.

При этой величинѣ *m* ни одинъ изъ четырехъ грузовъ не сходитъ съ пролета; слѣдовательно для пролета въ 5 метровъ наибольшій моментъ имѣетъ мѣсто при дѣйствіи четырехъ колесъ тендеръ-паровоза Энгерта, а не трехъ, какъ это показано у Шмидта.

Въ уравненіи кривой (b).

$$x = m + 1.25 + 1.35.$$

Слѣдовательно наибольшій *мах.* будетъ у вторыхъ колесъ на разстояніи $x = 0.115 + 2.60 = 2.715$ метра отъ лѣвой опоры.

Значеніе же абсолютнаго *мах.* найдется, если вставить полученную величину *m* въ уравненіе кривой (b), тогда получимъ $\text{Мах. } z = (350 \times 0.977 + 588 \times 1.371)2.715 - 350 \times 2.60 - 588 \times 1.35 = 1413.29$

По умноженіи на 20, получимъ что

$$\text{Мах } z = 1413.29 \times 20 = 28265.80 \text{ килограмметр.}$$

Равнозначущая равномерно распределенная нагрузка на единицу длины найдется изъ условія.

$$28265.80 = q \times \frac{5}{2} \times 2.715 - q \times 2.715 \times \frac{2.715}{2} = 3.101q;$$

$$\text{откуда } q = \frac{28265.80}{3.10} = 9118 \text{ килограмм.},$$

между тѣмъ какъ въ таблицѣ Шмидта оно вычислено въ 9030 килогр., что дѣйствительно соотвѣтствуетъ невыгоднѣйшему положенію трехъ колесъ паровоза.

Изъ этого примѣра мы видимъ, что данныя Шмидта требуютъ повѣрки и что употребленный имъ приемъ для опредѣленія невыгоднѣйшаго положенія колесъ поѣзда на данномъ пролетѣ былъ не аналитическій или во всякомъ случаѣ не такой, который давалъ бы вѣрные результаты.

Опредѣляемъ теперь, помощью величины $q = 9118$ килогр., значенія моментовъ для сѣченій:

$$x = 1, 2, 2.5, 3 \text{ и } 4.$$

Для $x = 1$.

$$z = 9118 \times 2.5 \times 1 - 9118 \times 1 \times 0.5 = 9118 \times 2 = 18236 \text{ к. м.}$$

Для $x = 2$

$$z = 9118 \times 2.5 \times 2 - 9118 \times 2 \times \frac{2}{2} = 9118 \times 3 = 27354 \text{ к. м.}$$

Для $x = 2.5$

$$z = 9118 \times 2.5 \times 2.5 - 9118 \times 2.5 \times \frac{2.5}{2} = 9118 \times 2.5^2 \times \times 0.5 = 28494 \text{ к. м.}$$

Для $x = 3$

$$z = 27354 \text{ к. м.}$$

Для $x = 4$

$$z = 18236 \text{ к. м.}$$

Повѣримъ, получаютъ ли въ дѣйствительности при проходѣ поѣзда эти моменты.

Отыскиваемъ наибольшее значеніе момента для $x = 1$.

Составляя отношенія послѣдовательной суммы грузовъ къ общей суммѣ, получимъ.

$$\left. \begin{array}{rcl} 350 & = & 350 \\ 350 + 3 \times 588 & = & 2114 \\ 350 + 588 & = & 938 \\ 350 + 3 \times 588 & = & 2114 \\ 350 + 588 + 588 & = & 1526 \\ 350 + 3 \times 588 & = & 2114 \\ 350 + 588 + 588 + 588 & = & 2114 \\ 350 + 3 \times 588 & = & 2114 \end{array} \right\} (A)$$

и сравниваемъ съ отношеніемъ $\frac{x}{l} = \frac{1}{5}$. Оказывается, что

$$\frac{350}{2114} < \frac{1}{5} < \frac{938}{2114}.$$

Слѣдовательно наибольшій моментъ будетъ для $x=1$ (чер. 29), когда первое изъ тяжелыхъ колесъ (588 к.) встанетъ на это сѣченіе; но въ этомъ случаѣ первое колесо (350 к.) будетъ внѣ пролета, такъ какъ $1.25 > 1$.

Слѣдовательно наибольшій моментъ для $x=1$ будетъ при дѣйствіи трехъ, а не четырехъ грузовъ на пролетѣ.

Составляя отношенія грузовъ для этого случая, получимъ:

$$\left. \begin{aligned} \frac{588}{3 \times 588} &= \frac{588}{1764} \\ \frac{588+588}{3 \times 588} &= \frac{1176}{1764} \\ \frac{588+588+588}{3 \times 588} &= \frac{1764}{1764} \end{aligned} \right\} (B)$$

Сравнивая ихъ съ отношеніемъ $\frac{x}{l} = \frac{1}{5}$ находимъ, что

$$0 < \frac{1}{5} < \frac{588}{1764}.$$

Слѣдовательно наибольшій моментъ будетъ, когда первое колесо встанетъ на сѣченіе $x=1$ (чер. 29).

$$z = \left[588 \times \frac{4}{5} + \frac{588 \times 2.65}{5} + \frac{588 \times 1.30}{5} \right] = 588 \times 1.59 = 934.94.$$

Умножая на 20, получимъ.

$$z = 934.92 \times 20 = 18698 \text{ к. м.}$$

Отбисемъ наибольшій моментъ для $x=2$. Тогда $\frac{x}{l} = \frac{2}{5}$. Сравнивая это отношеніе съ группою (А), находимъ, что

$$\frac{350}{2114} < \frac{2}{5} < \frac{938}{2114}.$$

Слѣдовательно наибольшій моментъ для $x=2$ (чер. 30) соответствуетъ проходу перваго тяжелаго колеса надъ сѣченіемъ и въ этомъ случаѣ всѣ четыре колеса остаются на пролетѣ.

Значеніе момента будетъ:

$$z = \left(350 \times \frac{4.25}{5} + 588 \times \frac{3}{5} + 588 \times \frac{1.65}{5} + 588 \times \frac{0.30}{5} \right) 2 - 350 \times 1.25 = 1321.74.$$

Умножая на 20, получимъ

$$z = 1321.74 \times 20 = 26435 \text{ к. м.}$$

Беремъ $x=2.5$.

Сравнивая отношеніе $\frac{x}{l} = \frac{2.5}{5} = \frac{1}{2}$ съ группою (А), находимъ, что

$$\frac{938}{2114} < \frac{1}{2} < \frac{1526}{2114}.$$

Слѣдовательно наибольшій моментъ соответствуетъ проходу втораго тяжелаго груза (588) надъ сѣченіемъ $x=2.5$ (чер. 31); но замѣтимъ, что въ этомъ случаѣ первый грузъ будетъ внѣ пролета, такъ какъ $1.25 + 1.35 > 2.5$, а потому обращаемся къ группѣ (В), гдѣ находимъ, что

$$\frac{588}{1764} < \frac{1}{2} < \frac{1176}{1764}.$$

Результатъ тотъ же, какъ и въ предыдущемъ случаѣ и значеніе момента:

$$z = \frac{3.588}{2} \times 2.5 - 588 \times 1.35 = 1411.20.$$

Умножая на 20, получимъ

$$z = 1411.20 \times 20 = 28224 \text{ к. м.}$$

Переходимъ къ $x=3$.

Сравнивая отношеніе $\frac{x}{l} = \frac{3}{5}$ съ группою (А), находимъ

$$\frac{938}{2114} < \frac{3}{5} < \frac{1526}{2114}.$$

Слѣдовательно наибольшій моментъ соответствуетъ проходу втораго тяжелаго колеса надъ сѣченіемъ $x=3$, (чер. 32), при чемъ ни одинъ изъ четырехъ грузовъ не сходитъ съ пролета. Значеніе момента:

$$z = \left[350 \times \frac{4.6}{5} + 588 \times \frac{3.35}{5} + 588 \times \frac{2.00}{5} + 588 \times \frac{0.65}{5} \right] 3 - 350 \times 2.60 - 588 \times 1.35 = 1379.00.$$

Умножая на 20, получимъ:

$$z = 1379.00 \times 20 = 27580 \text{ к. м.}$$

Для $x=4$ отношеніе $\frac{x}{l} = \frac{4}{5}$ заключается между

$$\frac{1526}{2114} < \frac{4}{5} < \frac{2114}{2114}.$$

Слѣдовательно наибольшій моментъ получится при проходѣ послѣдняго тяжелаго колеса надъ сѣченіемъ, при чемъ всѣ грузы остаются на пролетѣ (чер. 33).

Значеніе момента:

$$z = \left[350 \times \frac{4.95}{5} + 588 \times \frac{3.70}{5} + 588 \times \frac{2.35}{5} + 588 \times \frac{1}{5} \right] 4 - 350 \times 3.95 - 588 \times 2.70 - 588 \times 1.35 = 938.42.$$

Умножая на 20, получимъ

$$z = 938.42 \times 20 = 18768 \text{ к. м.}$$

Вписываемъ въ одну таблицу эти значенія моментовъ съ тѣми, которыя получились при дѣйствіи вычисленной равномерно распределенной нагрузки.

Сѣченія.	Наибольшая величина моментовъ при дѣйствіи вычисленной равномерно распределенной нагрузки.	Дѣйствительная наибольшая величина момента при проходѣ поѣзда сълѣва на право.	Значеніе тѣхъ же величинъ при обратномъ проходѣ поѣзда.
1	18236	18698	18768
2	27334	26435	27580
2.5	28494	28224	28224
3	27334	27580	26435
4	18236	18768	18698

Изъ этой таблицы видно, что въ дѣйствительности моменты получаются иногда болѣе, иногда менѣе, чѣмъ это предполагается при дѣйствіи вычисленной сплошной нагрузки и для нашего случая, за исключеніемъ одного сѣченія $x=2.5$, для всѣхъ сѣченій моменты въ дѣйствительности болѣе предположенныхъ. Само собою разумѣется, что при опредѣленіи поперечнаго сѣченія фермы нужно обращаться къ послѣднимъ числамъ.

Переходимъ теперь къ опредѣленію перерѣзывающихъ усилій.

Было найдено, что наибольшее перерѣзывающее усиліе при дѣйствіи системы сосредоточенныхъ грузовъ бываетъ на опорахъ: на лѣвой, когда задній грузъ только что сходитъ съ лѣвой опоры (чер. 34) и на правой, когда передній грузъ вступаетъ на правую (чер. 35) опору; изъ двухъ значеній выбирается наибольшее. Въ нашемъ случаѣ для лѣвой опоры

$$\text{Max. } V = 350 + 588 \left[\frac{3.75}{5} + \frac{2.40}{5} + \frac{1.05}{5} \right] = 1196.72$$

или умножая на 20

$$\text{Max. } V = 1196.72 \times 20 = 23934.4 \text{ к.}$$

Для правой опоры.

$$\text{Max. } V = 2114 - \left[350 \times \frac{3.95}{5} + 588 \left(\frac{2.70}{5} + \frac{1.35}{5} \right) \right] = 1361.22$$

или умножая на 20

$$\text{Max. } V = 1361.22 \times 20 = 27224.4 \text{ к.}$$

Выбираемъ послѣднее для опредѣленія величины равномерно распределенной сплошной нагрузки.

Уравненіе объемлющей кривой перерѣзывающихъ усилій есть

$$\text{Max. } V = \frac{k(l-x)^2}{2l} (*).$$

Для опоры:

$$\text{Max. } V = \frac{kl}{2}.$$

Слѣдовательно:

$$27224.40 = k \cdot \frac{l}{2} = k \times 2.5;$$

откуда

$$k = 10890$$

По этому

$$\text{Для } x = 1; \text{ Max. } V = 10890 \frac{(5-1)^2}{2 \times 5} = 17424.00$$

$$x = 2; \text{ Max. } V = 10890 \frac{(5-2)^2}{2 \times 5} = 9801.00$$

$$x = 2.5; \text{ Max. } V = 10890 \frac{(5-2.5)^2}{2 \times 5} = 6806.25$$

$$x = 3; \text{ Max. } V = 9801.00$$

$$x = 4; \text{ Max. } V = 17424.00$$

Повѣримъ, получаются ли въ дѣйствительности въ данныхъ сѣченіяхъ такія значенія наибольшихъ перерѣзывающихъ усилій.

Выписываемъ выраженія перерѣзывающихъ усилій и соотвѣтственные предѣлы x

I' A	0	и 1.05
II' A—350	0	и 2.30
III' A—350—588	1.25	и 3.65 (A)
IV' A—350—588—588	2.60	и 5.00
V' A—350—588—588—588	3.95	и 5.00
гдѣ $A = 350 \left[1 - \frac{m}{5} \right] + 588 \left[1.44 - \frac{3m}{5} \right] = 1196.72 - 422.80 m$.		

При $x = 1$ могутъ имѣть мѣсто I' и II'. Такъ какъ при обоихъ предѣлахъ m , эти выраженія остаются положительны, то значенія m , при которыхъ они имѣютъ наибольшія значенія, найдутся изъ условий:

$$m = 1; \text{ откуда } m = 1$$

$$\text{и } m + 1.25 = 1; \text{ откуда } m = -0.25.$$

*) Laissle und Schübler. Der Bau der Brückenträger. Erster Theil. 1869. S. 87.

Въ первомъ случаѣ (чер. 29).

$$\text{Max. } V = 350 \times \frac{4}{5} + 588 \left[\frac{2.75}{5} + \frac{1.40}{5} + \frac{0.05}{5} \right] = 773.92.$$

Значеніе $m = -0.25$ показываетъ, что первый грузъ сходитъ съ пролета. По этому для $x=1$ нужно еще рассмотреть случай съ тремя грузами.

I' A	0	и 1.25
II' A—588	0	и 2.60
III' A—588—588	1.35	и 3.95 (B)
IV' A—588—588—588	2.70	и 5.00

$$\text{гдѣ } A = 588 \left[1 - \frac{m}{5} \right] + 588 \left(1 - \frac{m+1.35}{5} \right) + 588 \left(1 - \frac{m+1.35+1.35}{5} \right) = 588 \times 2.18 - 352.8 m$$

съ предѣлами 0 и 1.25 для m . При $x=1$ имѣютъ мѣсто I и II' при чемъ оба при предѣльныхъ значеніяхъ m положительны. Слѣдовательно соотвѣтственные значенія m найдутся изъ условій

$$m = 1; \text{ откуда } m = 1$$

$$\text{и } m + 1.35 = 1; \text{ откуда } m = -0.35$$

Въ первомъ случаѣ (чер. 29).

$$\text{Max. } V = 588 \left[\frac{4}{5} + \frac{2.65}{5} + \frac{1.30}{5} \right] = 588 \times 1.59 = 934.92.$$

Такъ какъ второе значеніе m получилось отрицательное, то нужно бы еще рассмотреть случай съ 2 грузами; но очевидно, что тогда перерѣзывающее усиліе было бы менѣе найденнаго, а потому останавливаемся для $x=1$ на

$$\text{Max. } V = 934.92 \times 20 = 18698.40 \text{ к.}$$

Для $x=2$ (чер. 30) въ группѣ (A) возможны II' и III'. Такъ какъ II' остается положительнымъ при обоихъ предѣльныхъ значеніяхъ m , то наибольшее значеніе II' будетъ при m , найденномъ изъ условія:

$$m + 1.25 = 2; \text{ откуда } m = 0.75$$

Соотвѣтственное значеніе перерѣзывающаго усилія для сѣченія непосредственно влѣво отъ $x=2$

$$\text{Max. } V = 350 \times \frac{4.25}{5} + 588 \left[\frac{3}{5} + \frac{1.65}{5} + \frac{0.30}{5} \right] - 350 = 529.62,$$

а для сѣченія непосредственно вправо отъ $x=2$

$$\text{Max. } V = 529.62 - 588 = -58.38$$

Затѣмъ III' при первомъ предѣлѣ m положительно, а при второмъ отрицательно; но положительная численная величина болѣе отрицательной, слѣдовательно соотвѣтственное значеніе m найдется изъ условія:

$$m + 1.25 + 1.35 = 2; \text{ откуда } m = -0.60$$

что обозначаетъ, что первый грузъ долженъ сойти съ пролета. Обращаясь по этому къ группѣ (B) замѣчаемъ, что при $x=2$ имѣютъ мѣсто I' и III'.

Но I' остается положительнымъ при обоихъ предѣльныхъ значеніяхъ m ; слѣдовательно соотвѣтственное значеніе m найдется изъ условія (чер. 37).

$$m = 2$$

при чемъ.

$$\text{Max. } V = \left[\frac{3}{5} + \frac{1.65}{5} + \frac{0.3}{5} \right] = 582.12.$$

Отрицательное значеніе III' при второмъ предѣлѣ болѣе положительнаго значенія; слѣдовательно соотвѣтственное значеніе m найдется изъ условія.

$$m + 1.35 = 2; \text{ откуда } m = 0.65.$$

$$\text{Max. } V = 588 \left[\frac{4.35}{5} + \frac{3.00}{5} + \frac{1.65}{5} \right] - 588 = 470.40.$$

Изъ сравненія всѣхъ этихъ величинъ оставляемъ для $x=2$

$$\text{Max. } V = 582.12 \times 20 = 11642.4 \text{ к.}$$

Подобнымъ образомъ нашли бы, что

для $x=2.5$ (чер. 31) $\text{max } V = 8584.8 \text{ к. м.}$

для $x=3$ (чер. 38) $\text{max } V = 11642.4 \text{ к. м.}$

для $x=4$ (чер. 35) $\text{max } V = 18768.4 \text{ к. м.}$

Въ слѣдующей таблицѣ выписаны значенія $\text{max } V$, соотвѣствующія дѣйствию равнозначущей равномерно распределенной нагрузки и дѣйствительно существующія при проходѣ поезда

Сѣченія.	Значеніе $\text{max. } V$ при дѣйстви численной равнозначущей равномерно распределенной нагрузки.	Дѣйствительное значеніе $\text{max. } V$ при проходѣ поезда слѣва на право.	Значеніе тѣхъ же величинъ при обратномъ проходѣ поезда.
1	17424.00	18698.40	18768.40
2	9801.01	11642.40	11642.40
2.5	6806.25	8584.80	8584.80
3	9801.00	11642.40	11642.40
4	17424.00	18768.40	18698.40

Изъ этой таблицы видно, что въ дѣйствительности $\text{Max } V$ болѣе предположенныхъ по вычисленію; тоже самое оказалось и для сгибающихъ моментовъ.

Подобный результатъ нужно было ожидать, такъ какъ извѣстно, что только при большихъ пролетахъ дѣйствіе сосредоточенныхъ грузовъ можетъ быть замѣнено безъ большой погрѣшности дѣйствіемъ равномерно распределенной сплошной нагрузки, величина которой найдена вычисленіемъ.

Инженеръ **Николай**.

ВЛІЯНІЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ

НА ВЕЛИЧИНУ ПРОБѢГА ПАРОВОЗА БЕЗЪ ПРОМЫВКИ И СПОСОБЫ ОЧИЩЕНІЯ ВОДЫ ОТЪ ПРИМѢСЕЙ.

Закрывающіяся въ водѣ соли имѣютъ особенно вредное вліяніе на трубчатые котлы паровозовъ, потому что количество воды, выпариваемой ими въ единицу времени, составляетъ весьма значительную часть всего того объема воды, который находится въ котлѣ.

Послѣдствія находящихся въ водѣ примѣсей на питаемый ею котелъ состоятъ главнымъ образомъ въ слѣдующемъ:

1) Увеличивается значительно количество топлива, потребнаго для разведенія опредѣленнаго количества паровъ, вслѣдствіе дурной теплопроводности накипей.

2) Образуется течь во всѣхъ швахъ котла и трубокъ, соприкасающихся съ огнемъ, вслѣдствіе чего нарушается правильность хода паровоза, а слѣдовательно и поѣзда, и всего движенія по дорогѣ.

3) Перегораютъ огневые коробки и дымогарныя трубки, отъ того что металлическія части, обращенныя къ огню, будучи изолированы отъ воды дурнопроводящими накипями, не охлаждаются водою, находящеюся въ котлѣ.

Излишекъ расходовъ на топливо и ремонтъ паровыхъ двигателей, который происходитъ собственно отъ питанія котловъ

водою съ примѣсами, на столько великъ, что употребленіе тѣхъ же денегъ на раціональное очищеніе воды въ общемъ дастъ весьма хорошіе результаты уже тѣмъ, что обезпечить правильность движенія.

Вообще можно сказать, что во многихъ случаяхъ сбереженія въ топливѣ и ремонтѣ паровозовъ отъ употребленія чистой воды будутъ значительно болѣе стоимости очищенія воды при раціональномъ его устройствѣ, такъ что очищеніе воды въ экономическомъ отношеніи можетъ представить значительныя выгоды. Въ нѣкоторыхъ же случаяхъ, когда невозможно найти воду удовлетворительныхъ качествъ, а между тѣмъ безъ нея нельзя обойтись, необходимо прибѣгнуть къ очищенію воды, не обращая вниманія на расходы, которыхъ это потребуетъ, и на то, какой получится результатъ.

Вода, вполне насыщенная какою нибудь солью, невозможна для употребленія, такъ какъ при малѣйшемъ уменьшеніи ея объема, посредствомъ выпариванія, образуются осадки или накипи. Вода же, не вполне насыщенная солью, а заключающая ее въ себѣ значительно менѣе предѣла насыщенія, можетъ быть безвредна, т. е. выпаривается безъ образованія осадковъ, до тѣхъ поръ, пока оставшійся отъ выпариванія объемъ воды въ котлѣ не будетъ вполне насыщенъ тѣмъ количествомъ соли, которое заключалось въ первоначальномъ объемѣ воды. Дальнѣйшее выпариваніе становится вреднымъ.

По этому, если въ водѣ заключается мало солей, легко въ ней растворимыхъ, то такая вода безвредно можетъ быть употребляема для питанія котловъ безъ очищенія; надобно только ее всю выпускать изъ котла или промывать котелъ, какъ только вода достигнетъ степени насыщенія. Это не представляетъ никакого затрудненія, если промежутки между такими очистками котла значительны.

При водѣ, насыщенной солями, промежутки между двумя промывками котла обращаются въ нуль; по этому степень год-

ности воды для котла можетъ быть выражена количествомъ времени употребленія котла безъ промывки.

Опредѣленіе количества воды, которое можетъ быть обращено въ паръ безъ осажденія солей изъ воды.

Ниже приведенныя исчисленія относятся ко всѣмъ солямъ, исключая тѣхъ, которые растворяются въ водѣ только въ присутствіи въ ней свободной углекислоты, которая обращаетъ соли въ двууглекислыя, растворимыя въ водѣ. Къ такимъ солямъ относятся углекислая известь и углекислая магнезія, которые совершенно нерастворимы въ водѣ, не содержащей углекислоты. Такъ какъ двууглекислая известь и магнезія весьма непрочныя соединенія, то при выпариваніи или при кипяченіи воды онѣ теряютъ одну часть углекислоты, которая выдѣляется въ видѣ пузырьковъ, и превращаются въ нерастворимыя соединенія, какъ-то: въ углекислую известь или углекислую магнезію, осаждающіяся въ видѣ накипей.

Назовемъ:

Q вѣсъ воды въ котлѣ до втораго пробнаго крана, т. е. до нормальнаго горизонта.

q вѣсъ воды, который можетъ быть обращенъ въ паръ въ промежутокъ времени между двумя накачиваніями (объемъ между первымъ и вторымъ кранами).

s вѣсъ соли, которая содержится въ объемѣ воды вѣсомъ Q .
 m предѣльный вѣсъ соли, которая можетъ быть растворена въ объемѣ воды вѣсомъ Q .

По обращеніи части воды вѣсомъ q въ паръ, въ котлѣ останется вѣсъ $Q - q$, который можетъ заключать въ себѣ вѣсъ соли, не большій $\frac{(Q - q)}{Q} m$.

По такъ какъ во время обращенія воды въ паръ, количество соли не измѣнилось, то въ котлѣ будетъ находиться въ дѣйствительности вѣсъ соли s .

По проходѣ паровозомъ такого количества верстъ, послѣ котораго начинается образованіе накипей, вода изъ него должна быть выпущена и котель долженъ быть наполненъ вновь свѣжею водою, послѣ чего паровозъ можетъ вновь пройти такое же количество верстъ.

Въ случаѣ необходимости очистки котла ранѣе прихода паровоза обратно въ депо, можно очистить воду, не прекращая топки, слѣдующимъ образомъ:

Довести паръ до предѣльнаго давленія, а воду до самаго низшаго допускаемаго горизонта; затѣмъ закрыть поддувало, оставляя въ топкѣ самый малый огонь, и открыть кранъ для выпуска воды изъ котла при прочихъ всѣхъ закрытыхъ краняхъ; выпустить столько воды, чтобы давленіе пара упало до 3.5 атмосферы, т. е. давленія, достаточнаго для дѣйствія инжекторомъ; затѣмъ, закрывъ выпускной кранъ, наполнить котель водою посредствомъ инжектора, послѣ чего безопасно можно развести огонь и довести упругость пара до требуемыхъ размѣровъ; операція эта можетъ быть произведена въ продолженіи около часа времени.

Полагая, что упругость пара въ котлѣ была въ 9 атмосферъ и объемъ пара, имъ занимаемаго равенъ 1, объемъ пара при 3.5 атмосферы составитъ $\frac{7.740}{3.277} = 2.36$. (Недзялковскій, часть I, стр. 747).

Если принять объемъ пара въ 0.30 объема воды въ котлѣ при нормальномъ его горизонтѣ и объемъ воды между нормальнымъ и самымъ низкимъ горизонтомъ въ 0.10 нормальнаго объема воды, то объемъ воды, который останется въ котлѣ послѣ вытѣсненія, въ отношеніи всего объема воды Q , составитъ: $1.30Q - 2.36(0.30 + 0.10)Q = 0.356Q$ или приблизительно $\frac{1}{3} Q$.

Объемъ же вытѣсненной воды составитъ $0.643 Q$ или приблизительно $\frac{2}{3} Q$.

Если до выпуска вода въ котлѣ была приведена въ состояніе, насыщенное солями, то въ котлѣ находился всѣхъ соли $\frac{Q-q}{Q} m$. Съ выпускомъ $\frac{2}{3}$ всего количества воды, въ котлѣ

остается воды $\frac{1}{3} Q$, а соли $\frac{1}{3} m$. Съ введеніемъ въ котель объема воды $\frac{2}{3} Q$, въ него вводится также всѣхъ соли $\frac{2}{3} s$, такъ что общее количество соли составитъ $\frac{1}{3} m + \frac{2}{3} s = \frac{m+2s}{3}$.

Затѣмъ, при дальнѣйшемъ обращеніи воды въ паръ и введеніи по нѣсколько разъ всѣа воды q , заключающаго въ себѣ всѣхъ соли $\frac{sq}{Q}$, въ котлѣ будетъ количество соли согласно слѣдующей таблицѣ:

По испаренію всѣа воды.	Всѣхъ воды въ котлѣ.	Всѣхъ соли въ котлѣ.
q	$Q - q$	$\frac{m+2s}{3}$
$2q$	$Q - q$	$\frac{m+2s}{3} + \frac{sq}{Q}$
$3q$	$Q - q$	$\frac{m+2s}{3} + \frac{2sq}{Q}$
....
$n'q$	$Q - q$	$\frac{m+2s}{3} + \frac{(n'-1)sq}{Q}$

Для того, чтобы не образовалась осадка, должно существовать уравненіе:

$$\frac{m+2s}{3} + \frac{(n'-1)sq}{Q} = \frac{Q-q}{Q} m,$$

откуда:

$$V' = n'q = \left(\frac{2}{3} Q - q\right) \left(\frac{m}{s} - 1\right) = 0.572 \left(\frac{m}{s} - 1\right)$$

$$\text{и } \frac{V'}{V} = \frac{0.57}{0.90} = 0.633 \text{ или около } \frac{5}{8}.$$

а слѣдовательно и число верстъ, которое паровозъ можетъ пройти послѣ первой промывки $R' = \frac{5}{8} R$.

По проходѣ паровозомъ $\frac{5}{8} R$ верстъ вода въ котлѣ снова насытится и если послѣ того устроить вторую частную промывку котла, то онъ снова можетъ пройти разстояніе $\frac{5}{8} R$ верстъ.

Такъ какъ выпускъ изъ котла $\frac{2}{3}$ всего количества воды, безъ предварительнаго охлажденія, дѣйствуетъ на котель очень разрушительно, то этого допускать не слѣдуетъ. Приведенныя исчисленія показываютъ только наибольшій результатъ, который можетъ быть достигнутъ при промывкѣ котла безъ выпуска пара и охлажденія котла. Выше изложенное показываетъ

также, какъ ничтожны результаты, достигаемые продуваніемъ котловъ съ выпускомъ незначительнаго количества воды, хотя способъ этотъ и употребляется очень часто, въ особенности при постоянныхъ паровыхъ котлахъ.

Вода, содержащая въ себѣ 0.0003 частей трудно растворимой соли, считается вполне годною для питанія котловъ (Heusinger von Waldegg часть I, стр. 612). Посмотримъ сколько верстъ можетъ быть пройдено паровозомъ при такой водѣ безъ обра- зованія накипей.

Принимая, что эти 0.0003 состоятъ изъ сѣрноокислой изве- сти, которой растворимость въ горячей водѣ есть 0.002, по- лучимъ:

$$\begin{aligned}s &= 0.0003Q \\ m &= 0.002Q \\ R &= \frac{0.90Q}{w_1} \left(\frac{0.0020}{0.0003} - 1 \right) = \frac{5.1Q}{w_1}.\end{aligned}$$

Если въ котлѣ помѣщается 165 кубич. футовъ воды, то $Q=165 \times 1.73=285$ пуд.

По этому:

$$\begin{aligned}\text{при } w_1 &= 3.83, R = 380 \text{ верстъ.} \\ &» \quad w_1 = 5.40, R = 270 \quad » \\ &» \quad w_1 = 8.20, R = 177 \quad »\end{aligned}$$

Если затѣмъ, не выпуская воды изъ котла, продолжать ѣзду, то на каждыя 100 верстъ пробѣга образуется накипей вѣсомъ

$$\begin{aligned}s &= 100 \times \frac{w_1}{Q} \times 0.0003Q = 0.03w_1 \text{ пудовъ} \\ \text{при } w_1 &= 8.2 \text{ пуд. } s = 0.03 \times 8.2 = 0.25 \text{ пуда.}\end{aligned}$$

Принимая поверхность нагрѣва равною 1350 квад. фу- тамъ и вѣсъ 1 куб. фута накипей въ 3 пуда, толщина наки- пи составитъ:

$$\frac{0.25}{3 \times 1350} \times 12 = 0.0007 \text{ дюйма, т. е. очень слабый налетъ,}$$

но который, проникая въ швы частей, составляющихъ поверх- ность нагрѣва, легко можетъ образовать течъ и другія раз- строения въ паровозѣ, а потому даже вода съ содержаніемъ 0.0003 сѣрноокислой извести должна быть признана негодною.

Изъ выше изложеннаго можно вывести слѣдующія правила для избѣжанія, по возможности, накипей въ котлахъ:

1) Нагнетать воду въ котелъ возможно чаще, поддер- живая въ котлѣ постоянно нормальный горизонтъ воды.

2) По проходѣ паровозомъ опредѣленнаго разстоянія, вы- пускать изъ него всю воду съ наполненіемъ затѣмъ котла свѣжею водою.

Но при обильномъ содержаніи въ водѣ соли, эти правила не приводятъ къ желанной цѣли и приходится прибѣгать къ другимъ средствамъ.

Такъ на примѣръ, если положить:

$$s = 0.0007Q; m = 0.002Q$$

$$\text{то } R = \frac{0.90}{w_1} Q \left(\frac{0.002}{0.0007} - 1 \right) = \frac{1.67}{w_1} Q.$$

$$\text{при } Q = 285 \text{ пуд. } w_1 = 8.2 \text{ пуд.}$$

$$R = 65 \text{ верстъ а } R^1 = 5 \frac{1}{2} R = 40 \text{ верстъ,}$$

$R + R^1 = 105$ верстъ, т. е. менѣ чѣмъ проходъ между двумя депо.

Способы очищенія воды отъ примѣсей.

Не имѣя однако другой воды для питанія котловъ, нужно изыскать средства для увеличенія времени употребленія котла безъ промывки.

Такихъ средствъ существуетъ нѣсколько, а именно:

- 1) Перегонка воды посредствомъ выпариванія.
- 2) Сгущеніе отработавшаго пара въ тендерѣ.
- 3) Химическое очищеніе воды.
- 4) Физическій способъ анти-инкрустаціонный.
- 5) Механический способъ анти-инкрустаціонный.

Не имѣя теперь времени заняться всѣми способами въ на- стоящей статьѣ, я рассмотрю подробно лишь первые три спо- соба и сдѣлаю заключеніе о пригодности ихъ на практикѣ.

Разсмотримъ по очередно всѣ способы.

I. Перегонка воды.

Этот способ есть самый действительный, но по дороговизнѣ не примѣнимъ въ большихъ размѣрахъ.

Принимая, согласно Недзьялковскому (часть I, стр. 811), что одинъ фунтъ лучшаго антрацита можетъ образовать 7.20 фунта пара изъ воды, на обращеніе 1 куб. саж. или 593 пудовъ воды въ паръ, потребно антрацита $\frac{593}{7.20} = 82.3$ пуда.

При стоимости 1 пуда антрацита въ 15 коп., стоимость очищенія перегонкою одной кубической сажени воды будетъ $82.3 \times 15 = 12$ руб. 35 коп., а 1 пуда воды $\frac{12.35}{593} = 2.08$ к.

Расходъ на версту пробѣга товарнаго паровоза есть $2.08 \times 8.2 = 17.06$ коп., не считая прочихъ расходовъ.

Если принять обыкновенную стоимость всѣхъ расходовъ тяги на версту пробѣга паровоза въ 40 коп., то расходъ на очистку составитъ 42 % всѣхъ расходовъ.

II. Сгущеніе пара въ тендеръ.

Этотъ способъ заключается въ томъ, что паръ, выходящій изъ цилиндра, частью проводится въ дымовую трубу для увеличенія тяги, а остальная часть, не нужная для увеличенія тяги, проводится особою трубою въ тендеръ, гдѣ паръ сгущается.

Устройство это подробно описано у Heusinger von Waldegg (часть III, стр. 373—377).

На дорогахъ, гдѣ этотъ способъ примѣненъ, оказалось, что вода въ тендерѣ доходитъ до температуры кипѣнія и что сбереженіе въ количествѣ расходуемой паровозомъ воды составляетъ 25%.

Вслѣдствіе возвышенія температуры воды, всѣ углекислыя соли извести и магнезій должны осаждаться на дно тендера, не засоряя такимъ образомъ котла паровоза. Другія же соли, находящіяся въ водѣ, не осаждаются при возвышеніи температуры воды и по этому $\frac{1}{4}$ часть воды, въ видѣ сгущеннаго

пара введенная въ тендеръ, будучи химически чистою, уменьшить только содержаніе солей въ водѣ и можно принять, что при каждомъ накачиваніи въ котель количества воды q , въ него будетъ введено соли не $\frac{sq}{Q}$, а $\frac{3}{4} \frac{sq}{Q}$.

Въ самомъ же котлѣ въ началѣ его дѣйствія, количество соли будетъ по прежнему s .

На основаніи предъидущаго мы получимъ:

$$s \left[1 + \frac{3}{4} \left(\frac{n-1}{Q} \right) q \right] = \frac{Q-q}{Q} m, \text{ откуда}$$

$$V'' = nq = \frac{4Q}{3} \left(\frac{m}{s} - 1 \right) - q \left(\frac{4m}{3s} - 1 \right)$$

при $q = \frac{Q}{10}$, $V'' = Q \left[\frac{6}{5} \cdot \frac{m}{s} - \frac{37}{30} \right]$, а

$$R'' = \frac{Q}{10} \left[\frac{6}{5} \cdot \frac{m}{s} - \frac{37}{30} \right]$$

Принимая

$$m = 0.002Q \quad s = 0.0007Q \quad w = 8.2 \text{ пуд.} \quad Q = 285 \text{ пудовъ.}$$

Получимъ $R'' = 2.20 \cdot \frac{Q}{w} = 77$ верстѣ, вмѣсто прежнихъ 65 верстѣ, при тѣхъ же обстоятельствахъ, т. е. представляется увеличеніе пробѣга на 18%.

Принимая въ соображеніе незначительные результаты, которые достигаются этимъ способомъ въ отношеніи уменьшенія накипей, при содержаніи въ водѣ сѣрноизвестковой соли, едва ли будетъ полезно для этой цѣли устраивать сгущеніе пара, такъ какъ это не представляетъ рациональнаго средства. Но такъ какъ этотъ способъ представляетъ собою экономію въ топливѣ на 15%, то онъ весьма хорошо примѣнимъ при содержаніи въ водѣ только угленизвестковой и углемagneзильной солей. Неудобство этого способа заключается въ томъ, что инжекторъ долженъ быть замѣненъ насосомъ.

III. Химическое очищеніе воды.

Обыкновенно въ водѣ заключаются (въ большемъ или меньшемъ количествѣ) слѣдующія главные соли:

1) Угленизвестковая.

- 2) Углемагnezиальная.
- 3) Хлористый натръ или поваренная соль.
- 4) Хлористый магний.
- 5) Сѣрнонатровая.
- 6) Сѣрноизвестковая.
- 7) Сѣрномагnezиальная.
- 8) Азотнокалиевая (селитра).
- 9) Кремнещелочныя соли калия и натра.

Не во всѣхъ водахъ заключаются всѣ исчисленныя соли; есть воды, которыя вовсе не содержатъ нѣкоторыхъ изъ упомянутыхъ солей.

Изъ всѣхъ исчисленныхъ солей самыя вредныя сущъ углекисловыя и углемагnezиальныя. Онѣ осаждаются при кипѣніи вслѣдствіе улетучиванія углекислоты, которая ихъ удерживала въ растворенномъ видѣ. Степень вреда другихъ солей можетъ быть вполне выражена предѣломъ растворимости каждой изъ нихъ въ водѣ, т. е. можетъ быть измѣрена количествомъ солей, нужныхъ для насыщенія опредѣленнаго вѣса воды.

Нижеслѣдующая таблица солей, наиболѣе встрѣчающихся въ водѣ или получающихся при дѣйствіи на эти соли нѣкоторыми реактивами, показываетъ и степень вредности, при чемъ болѣе вредныя показаны въ началѣ таблицы, въ которой соли расположены по степени растворимости ихъ при 15° Ц., такъ какъ до выпуска воды изъ котла, его слѣдуетъ охладить. Для сѣрнокислой извести при расчетахъ слѣдуетъ принимать растворимость ихъ при кипѣніи воды, чтобы соли не осаждались во время дѣйствія паровоза.

№ по порядку	Брат- нія озна- ченія солей.	Наименованіе солей.	Количество солей по вѣсу раствори- мыхъ въ 100000 ча- стяхъ воды по вѣсу.		Количество воды для ра- створения едн. вѣса соли.		Отношеніе вѣсовъ солей къ										
			При темпе- ратурѣ около 15° Ц.	При кипѣ- ніи.	При темпе- ратурѣ 15° Ц.	При кипѣ- ніи.	Ca Cl ₂ .	Mg Cl ₂ .	Na Cl.	Na ² CO ₃ .	Ba Cl ₂ .	Na ² C ² O ₄ .	Na ² SO ₄ .				
1	a	Углекислая известь CaCO ₃	$\left. \begin{matrix} m_1 \\ m_2 \\ m_3 \\ m_4 \\ m_5 \\ m_6 \\ m_7 \\ m_8 \\ m_9 \\ m_{10} \end{matrix} \right\} \text{ не растворяем.}$	—	—	—	100	1,11	—	—	—	—	—	—	—	—	
2	b	Углекислая магнезія MgCO ₃		—	—	—	84	1,32	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	c	Сѣрно-кислая известь CaSO ₄		200	400,00	500,00	136	0,81	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	d	Сѣрно-кислый натръ Na ² SO ₄		42650	6,01	2,34	142	0,81	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	e	Сѣрно-кислый натръ Na ² SO ₄		—	4,00	—	138	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	f	Кремнево-калиевыя соли K ² SiO ₄		335000	3,13	0,30	101	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	g	Селитро-азотно-калиевая соль KNO ₃		—	2,86	—	95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	h	Хлористый магній MgCl ₂		—	2,78	2,47	58,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	i	Хлористый натръ NaCl		40400	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	k	Сѣрно-кислая магнезія MgSO ₄		—	0,80	—	120,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11		Хлористый кальцій CaCl ₂	при 10° Ц. m ₁₀ =200000	0,50	—	111	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
12		Ѣдкая известь CaHO ₂	130	7,70	—	56	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
13		Углекислый натръ Na ² CO ₃	—	—	—	106	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
14		Хлористый баритъ BaCl ₂	—	—	—	208	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
15		Щавелево-кислый натръ Na ² C ² O ₄	—	—	—	134	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
16		Сѣрно-кислый баритъ BaSO ₄	—	—	—	233	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
17		Щавелево-кислая известь Ca ² CO ₄	—	—	—	128	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
17		Углекислота CO ₂	—	—	—	44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Примѣчаніе. Углекислотная и углеманганная соли нерастворимы въ водѣ. (Менделѣевъ: «Основы химіи». Часть II, стр. 127).

Хлористый натръ въ 100 частяхъ воды растворяется: 36 частей при 15° 40.4 части при 109°. (Тоже, ч. I, стр. 696).

Хлористый магній въ 100 частяхъ воды растворяется при 15°—35 частей. (Тоже ч. II, стр. 143).

Сѣрнистый натръ въ 100 частяхъ воды растворяется при 17.9° — 16 32 части, при 103°—42.65 частей. (Тоже ч. II, стр. 8).

Сѣрнокислотная соль въ 100 частяхъ воды растворяется при 35°—0.25 частей, при 100°—0.20 части, (ч. II, стр. 155).

Селитро-азотно-калиевая соль въ 100 частяхъ воды растворяется при 116°—335 частей, при 20°—32 части. (Тоже ч. II, стр. 65).

Сѣрноманганная соль въ 100 частяхъ воды растворяется при 20°—125 частей соли (ч. II, стр. 140).

Если по химическому анализу воды извѣстно содержаніе въ ней соли, то на основаніи приведенной таблицы можно вывести число верстъ, которое можетъ пройти паровозъ безъ образованія накипей.

Полагая для примѣра, что въ водѣ, которою питается паровой котель, заключается поваренная соль h въ количествѣ 0.003 частей по вѣсу, что довольно значительно, число верстъ пробѣга товарнаго паровоза найдется изъ формулы

$$R = \frac{0.90}{8.2} ; Q \left(\frac{m}{s} - 1 \right), \text{ въ которую надобно вставить}$$

$$m = \frac{36000}{100000} = 0.36; s = 0.003$$

$$R = \frac{0.9}{8.2} \left(\frac{0.36}{0.003} - 1 \right) Q = 13.1 Q.$$

Принимая $Q = 165$ куб. фут. = 285 пудамъ, получимъ $R = 13.1 \times 285 = 3733$ версты.

Но такъ какъ паровозъ проходить 3733 версты около 2 мѣсяцевъ, то оказывается, что, при содержаніи въ водѣ 0.003 части поваренной соли, вода изъ паровоза должна быть выпускаема лишь чрезъ каждые два мѣсяца и что при такомъ обращеніи съ паровозами въ немъ накипей никогда не должно образоваться.

Такъ какъ пассажирскіе паровозы на версту пробѣга расходуютъ менѣе воды, а именно 5.4 пуда, а съ другой стороны пробѣгъ ихъ въ одинъ и тотъ же промежутокъ времени въ 1 1/2 раза болѣе, чѣмъ товарныхъ паровозовъ, то пассажирскіе

паровозы могутъ быть въ дѣйствиіи около 2 1/2 мѣсяцевъ, не выпуская воды изъ котла.

При содержаніи же въ водѣ сѣрнистой извести въ количествѣ 0.0005, товарный паровозъ можетъ пройти, безъ образованія накипей, верстъ:

$$R = \frac{0.9}{8.2} \times 285 \times \left(\frac{0.0020}{0.0005} - 1 \right) = 95 \text{ верстъ}$$

т. е. менѣе чѣмъ разстояніе между двумя депо. Если бы даже число верстъ и было равно разстоянію между двумя депо, то содержаніе въ водѣ 0.0005 частей сѣрнистой извести было бы очень вредно, такъ какъ выпускать всю воду изъ котла въ каждомъ депо крайне неудобно.

Если же предположить, что въ водѣ содержится только 0.00005 части или въ 10 разъ меньше сѣрнистой извести, то получится, что

$$R = \frac{0.9}{8.2} \times 285 \times \left(\frac{0.00200}{0.00005} - 1 \right) = 1222 \text{ версты.}$$

Это можно признать вообще безвреднымъ, такъ какъ выпускъ всей воды изъ котла чрезъ каждые 1200 верстъ не затруднителенъ.

Вообще, назначивъ разстояніе R , ранѣе прохода котораго нежелательно выпускать воду изъ котла, легко опредѣлить s содержаніе солей изъ уравненія:

$$R = \left(\frac{Q-q}{w} \right) \left(\frac{m}{s} - 1 \right)$$

$$\text{откуда } s = \frac{(Q-q)m}{Rw + (Q-q)}.$$

$$\text{Если } q = 0.1Q,$$

$$\text{то } s = \frac{mQ}{1.11Rw_1 + Q}$$

Если выразить работу паровоза сутками и назвать N число сутокъ, а r средній пробѣгъ въ сутки: то

$$s = \frac{mQ}{1.11 N \times r \times w_1 + Q}$$

Полагая промывать котель одинъ разъ въ недѣлю, работу въ продолженіе 6 дней можно принять: для товарнаго паровоза въ 600 верстъ и для пассажирскаго въ 1000 верстъ. При промывкѣ котла разъ въ двѣ недѣли работа паровозовъ въ 13

дней может быть принята для товарного въ 1300, для пассажирского въ 2200 верстъ.

На основаніи этого (при $Q=285$ пуд.), составлена слѣдующая таблица возможнаго содержанія солей въ водѣ безъ образованія накипей:

НАЗВАНІЕ СОЛЕЙ.	Содержаніе солей въ 100000 частяхъ воды по вѣсу			
	Товарные паравозы.		Пассажирскіе паравозы.	
	При промывкѣ котла 1 разъ въ недѣлю.	При промывкѣ котла 1 разъ въ 2 недѣли.	При промывкѣ котла 1 разъ въ недѣлю.	При промывкѣ котла 1 разъ въ 2 недѣли.
1) Сѣрнистая известь . . .	10	4,7	9	4,2
2) Сѣрнистый натръ . . .	809	384	741	345
3) Кремнещелочная соль калия.	1240	588	1135	529
4) Селитра	1587	752	1453	677
5) Хлористый магній	1736	823	1589	740
6) Хлористый натръ	1786	846	1634	761
7) Сернистая магнезія . . .	6200	2940	5675	2645

Такъ какъ воды, которыми приходится питать котлы, почти никогда не содержатъ въ себѣ послѣднихъ шести солей въ такомъ большомъ количествѣ, какое показано въ этой таблицѣ, и при томъ рѣдко содержатъ такъ мало сѣрнистой извести, какъ въ ней показано, то ясно, что кромѣ углекислыхъ солей приходится выдѣлять лишь сѣрнистые соли извести или, если выдѣленіе ихъ сопряжено съ затрудненіями, то превращать ихъ въ болѣе растворимыя соли.

Обыкновенно въ водѣ содержится не одна соль, а нѣсколько различныхъ солей.

Назовемъ a , b , c , d , e содержаніе въ 100000 частяхъ воды разныхъ солей, означенныхъ тѣми же буквами въ таблицѣ на стр. 97. Соли a и b , какъ углекислыя, выдѣляются сначала по этому для растворенія ихъ въ котлѣ воды не требуется; для остальныхъ же солей, если назвать количество воды, потребной для растворенія каждой частицы изъ этихъ солей буквами t , t_1 , t_2 , t_3 и т. д., то можно принять съ достаточною точностью въ нашихъ изслѣдованіяхъ, что количество воды для растворенія солей $c + d + e + f$ должно составлять $ct + dt_1 + et_2 + ft_3$.

Называя затѣмъ x то количество воды, которое въ изслѣ-

дуемой нами водѣ, т. е. въ 100000 частяхъ ея, растворяетъ единицу вѣса соли c , можемъ принять, что:

$$cx:c.t = 100000:(ct + dt_1 + et_2 + ft_3)$$

$$\text{откуда } x = \frac{100000t}{ct + dt_1 + et_2 + ft_3}.$$

Такимъ же образомъ получимъ для прочихъ солей:

$$y = \frac{100000t_1}{ct + dt_1 + et_2 + ft_3}$$

$$z = \frac{100000t_2}{ct + dt_1 + et_2 + ft_3}$$

$$u = \frac{100000t_3}{ct + dt_1 + et_2 + ft_3}$$

и такъ далѣе.

Если x представляетъ количество воды, въ которомъ растворена 1 часть соли, то $\frac{1}{x}$ будетъ количество солей, содержащихся въ 1 части воды, а $\frac{100000}{x}$ составитъ количество солей, содержащихся въ 100000 частяхъ воды.

Слѣдовательно:

$$s_3 = \frac{100000}{x} = \frac{ct + dt_1 + et_2 + ft_3}{t}.$$

Такимъ же образомъ

$$s_4 = \frac{100,000}{y} = \frac{ct + dt_1 + et_2 + ft_3}{t_1}$$

$$s_5 = \frac{ct + dt_1 + et_2 + ft_3}{t_2} \text{ и т. д.}$$

Такъ какъ количество солей, растворимыхъ въ 100000 частяхъ воды, есть $m = \frac{100000}{t}$, то, вставляя въ предъидущемъ выраженіи

$$t = \frac{100000}{m_3}, \quad t_1 = \frac{100000}{m_4} \text{ и т. д.}$$

получимъ:

$$s_3 = m_3 \left(\frac{c}{m_3} + \frac{d}{m_4} + \frac{e}{m_5} + \frac{f}{m_6} \right)$$

$$s_4 = m_4 \left(\frac{c}{m_3} + \frac{d}{m_4} + \frac{e}{m_5} + \frac{f}{m_6} \right)$$

Такимъ образомъ

$$\frac{m_3}{s_3} = \frac{1}{\frac{c}{m_3} + \frac{d}{m_4} + \frac{e}{m_5} + \frac{f}{m_6}}$$

$$\frac{m_4}{s_4} = \frac{1}{\frac{c}{m_3} + \frac{d}{m_4} + \frac{e}{m_5} + \frac{f}{m_6}} \text{ и т. д.,}$$

а слѣдовательно

$$\frac{m_3}{s_3} = \frac{m_4}{s_4} = \frac{m_5}{s_5} = \frac{m_6}{s_6} \text{ и т. д.}$$

Изъ этого оказывается, что моментъ осажденія начинается для всѣхъ солей въ одно и то же время. Въ дѣйствительности это не совсѣмъ такъ, вслѣдствіе того, что при насыщеніи воды одною солью, она способна растворить еще нѣкоторую часть другихъ солей; но строгій законъ пока химіею не выработанъ. На практикѣ же замѣчается, что накипи заключаютъ въ себѣ осадки легко растворимыхъ солей, какъ на примѣръ поваренной соли, при довольно частой промывкѣ котловъ, при которой легко растворяющіяся соли, если бы онѣ однѣ заключались въ водѣ, еще не должны бы были осаждаться.

Чѣмъ отношенія $\frac{m}{s}$ болѣе, тѣмъ большее разстояніе паровозъ въ состояніи пройти безъ образованія накипей, т. е. тѣмъ вода лучше для питанія котла. Отношенія эти тѣмъ болѣе, чѣмъ менѣе знаменатель:

$$\frac{c}{m_3} + \frac{d}{m_4} + \frac{e}{m_5} + \frac{f}{m_6}.$$

Но такъ какъ это выраженіе тѣмъ менѣе, чѣмъ болѣе величины m_3, m_4, m_5 , то ясно, что съ уничтоженіемъ тѣхъ членовъ, въ которыхъ m имѣетъ меньшія значенія, отношенія $\frac{m}{s}$ должны становиться болѣе. Такъ какъ членъ $\frac{c}{m_3}$ есть наибольшій и превосходитъ всѣ остальные въ нѣсколько разъ, вслѣдствіе того, что m_3 много разъ менѣе m_4, m_5 и m_6 , то ясно, что съ уничтоженіемъ соли с отношеніе $\frac{m}{s}$ значительно увеличится. На этомъ основаніи, для того, чтобы воду сдѣлать годною для питанія котла, требуется только выдѣлать соль c изъ воды или,

если это выдѣленіе трудно, то обратить ее въ другую, для которой коэффициентъ растворимости былъ бы болѣе.

Для этой цѣли употребляются различные реактивы, дѣйствующіе на соли, которые находятся въ водѣ при обыкновенной температурѣ или при незначительномъ ея возвышеніи, обыкновенно до 35° Ц. Возвышать температуру воды свыше 35° Ц. было бы очень дорого и по этому реактивы, дѣйствующіе при высокой температурѣ, не примѣнимы.

Обыкновенно употребляютъ, какъ реактивы, ѣдкую известь вмѣстѣ съ хлористымъ баріемъ $BaCl_2$ или углекислымъ натромъ NaO_2CO_3 .

Примѣръ. Опредѣлить число верстъ пробѣга паровоза, безъ промывки котла, до момента образованія накипей, принимая въ 100000 частяхъ воды по вѣсу слѣдующее содержаніе солей:

- | | |
|----------------------|----------|
| 1) Углекислая. | $a = 38$ |
| 2) Сѣрноизвестковая. | $c = 48$ |
| 3) Сѣрнатая. | $d = 21$ |
| 4) Кремневокалиевая. | $e = 15$ |
| 5) Селитра. | $f = 14$ |
| 6) Хлористый натръ. | $h = 72$ |
| 7) Сѣрномгнезистая. | $i = 90$ |
| 8) Углекислота. | 50 |

348

Углекислая соль осаждается уже при нагреваніи воды, а потому ее не нужно принимать въ расчетъ.

Согласно даннымъ таблицы на стр. 97.

$$\frac{c}{m_3} = \frac{48}{200} = 0.24000$$

$$\frac{d}{m_4} = \frac{21}{16320} = 0.00129$$

$$\frac{e}{m_5} = \frac{15}{25000} = 0.00060$$

$$\frac{f}{m_6} = \frac{14}{32000} = 0.00044$$

$$\frac{h}{m_s} = \frac{72}{36000} = 0.00200$$

$$\frac{i}{m_g} = \frac{90}{125000} = 0.00072$$

$$\underline{\hspace{1.5cm}} \\ 0.24505$$

а слѣдовательно

$$\frac{m}{s} = \frac{1}{0.24505} = 4.08$$

$$R = \frac{0.90Q}{w_1} \left(\frac{m}{s} - 1 \right) = \frac{0.90 \times 285}{8.2} (4.08 - 1) = 106 \text{ верстъ.}$$

Количество же солей, которое будетъ осаждаться послѣ 106 верстъ пробѣга, если продолжать, не промывая котель, ѣзду, составить на каждыя 100 верстъ пробѣга, вмѣстѣ съ углекислѣйшею солью:

$$s = 100 \times 82 \times \frac{298}{100.000} = 0.0082 \times 298 = 244 \text{ пуда.}$$

Если до введенія воды въ котель углекислѣйшыя соли не были выдѣлены, то на первыхъ 106 верстахъ образовалось слѣдующее количество солей:

$$s = 106 \times 8,2 \times \frac{38}{100000} = 0,33 \text{ пуд.}$$

Слѣдовательно:

по проходѣ верстъ.	количество осадковъ.
100	0.33 пуд.
200	2.77 »
300	5.21 »
400	7.65 »
500	10.09 »
600	12.53 »
1000	22.29 »

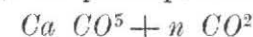
1. Очищеніе воды посредствомъ ѣдкой извести (CaH_2O_2).

Ѣдкая известь, будучи прибавлена къ водѣ, въ которой заключается двууглекислая известь и углекислота въ свободномъ состояніи, отнимая отъ двууглекислой извести 1 частицу CO_2 , образуетъ углекислую известь и дѣлаетъ находящуюся въ водѣ

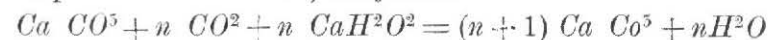
въ растворенномъ состояніи углекислѣйшую соль нерастворимую *).

Процессъ, который при этомъ происходитъ, можетъ быть выраженъ слѣдующимъ образомъ.

Находятся въ водѣ въ растворенномъ состояніи



Прибавляя $n \text{ CaH}^2\text{O}^2$, получимъ:



соль совершенно нерастворимую, которая вслѣдствіе этого осаждается.

На другія соли, щелочныя, находящіяся въ водѣ, ѣдкая известь не дѣйствуетъ, а слѣдовательно онѣ всѣ остаются въ растворѣ. Вслѣдствіе этого, если въ водѣ не заключается сѣрнистой извести, то лучшимъ средствомъ для ея очищенія служить ѣдкая известь.

Положимъ, что составъ воды тотъ же, какъ и въ предыдущемъ примѣрѣ, за исключеніемъ сѣрнистой извести, которой содержаніе предположимъ равнымъ нулю, т. е. что:

$$\begin{aligned} a &= 38 \\ c &= 0 \\ d &= 21 \\ e &= 15 \\ f &= 14 \\ h &= 72 \\ i &= 90 \\ \text{CO}_2 &= 50 \\ \hline &300 \end{aligned}$$

Для 44 частей CO^2 по вѣсу требуется 56 частей CaH_2O_2 по этому на 1 часть по вѣсу требуется $\frac{56}{44} = 1.27$ частей ѣдкой извести (CaH_2O_2).

*) Здѣсь слѣдуетъ принять въ соображеніе, что ѣдкая известь или известковая вода разлагаетъ сѣрнистую магнезію, если послѣдняя соль находится въ данной водѣ.

Слѣдовательно, на 1 куб. саж. или 593 пуд. воды потребно ѣдкой извести

$$\frac{593}{100000} \times 50 \times 1.27 = 0.377 \text{ пуд.}$$

Если стоимость одного пуда извести есть 20 коп., то стоимость очищенія одной кубическ. сажени воды будетъ $0.377 \times 20 = 0.075$ руб. или 7.5 коп., а стоимость очищенія одного пуда воды $\frac{7.5}{593} = 0.013$ копѣйки.

Расходъ очищенія на 1 версту пробѣга паровоза будетъ $0.013 \times 8.2 = 0.11$ коп., т. е. расходъ весьма ничтожный.

Отдѣливъ послѣ прибавленія ѣдкой извести воду отъ осадка, получимъ въ растворѣ:

$$a = 0$$

$$c = 0$$

$$d = 21 \text{ и } \frac{d}{m_4} = \frac{21}{16320} = 0.00129$$

$$e = 15 \quad \frac{e}{m_5} = \frac{15}{25000} = 0.00060$$

$$f = 14 \quad \frac{f}{m_6} = \frac{14}{32000} = 0.00044$$

$$h = 72 \quad \frac{h}{m_7} = \frac{72}{36000} = 0.00200$$

$$i = 90 \quad \frac{i}{m_9} = \frac{90}{125000} = 0.00072$$

$$Co^2 = 0$$

$$212$$

$$0.00505$$

слѣдовательно:

$$\frac{m}{s} = \frac{1}{0.00505} = 198 \text{ и}$$

$$R = \frac{0.90 \times 285}{8.2} \times 197 = 6162.$$

Это служить лучшимъ доказательствомъ того, что если въ данной водѣ не содержится сѣрнокислая известь, то она совершенно годна для питанія котловъ при употребленіи самыхъ простыхъ средствъ и незначительныхъ расходовъ на выдѣленіе изъ нея углекислой извести.

Предполагая даже, что въ водѣ, не содержащей сѣрнокис-

лую известь, будутъ содержаться всѣ остальные исчисленныя соли, а также углекислая известь, и что послѣдняя не будетъ выдѣлена изъ воды до поступленія въ котелъ, отношеніе $\frac{m}{s}$ останется по прежнему 198 и $R = 6162$ версты; по количеству солей, которое осаждается въ котлѣ на каждыя 100 верстъ пробѣга, есть $s = 100 \times 8.2 \times 0.00038 = 0.31$ пуд., а чрезъ 600 верстъ или 6 дней дѣйствія паровоза, количество солей будетъ въ 6 разъ болѣе или 1.86 пуд., т. е. на $12.53 - 1.86 = 10.67$ пудовъ менѣе, чѣмъ при содержаніи 0.00048 части сѣрнокислой извести, кромѣ прочихъ солей.

Изъ этого слѣдуетъ, что самое вредное влияніе на воду которою питаются котлы, оказываетъ сѣрнокислая известь и что съ выдѣленіемъ этой соли или съ превращеніемъ ея въ болѣе растворимую, вода можетъ быть обращена въ совершенно годную.

Для выдѣленія, т. е. превращенія сѣрнокислой извести въ болѣе растворимую соль, употребляются главнымъ образомъ хлористый барій и углекислый натръ, такъ какъ они дешевле другихъ солей. Съ большимъ успѣхомъ можно бы употреблять щавелевокислый натръ, если бы оказалось возможнымъ имѣть его по дешевымъ цѣнамъ. Ниже приведены всѣ три способа.

2. Очистка воды хлористымъ баріемъ ($BaCl_2$).

По выдѣленіи углекислой извести изъ взятой для примѣра воды посредствомъ ѣдкой извести и по прибавленіи затѣмъ къ водѣ хлористаго барія въ достаточномъ количествѣ, сѣрная кислота всѣхъ сѣрнокислыхъ солей, вслѣдствіе большого сродства къ барію, соединится съ нимъ и образуетъ сѣрнокислый баритъ; хлоръ же соединится съ кальціемъ, магниемъ и натромъ и образуетъ хлористый кальцій $CaCl_2$, хлористый магній $MgCl_2$ и хлористый натръ 2 ($NaCl$). Сѣрнокислый баритъ $BaSO_4$, какъ совершенно нерастворимая соль, осидетъ, а остальные соли останутся растворенными въ водѣ. По отдѣленіи твердыхъ осадковъ, составъ воды будетъ слѣдующій:

- 1) Углекислая известь. $a = 0$
- 2) Сѣрнокислая известь $c = 0$
- 3) Сѣрнокислый натръ $d = 0$
- 4) Кремневокислый калий $e = 15$
- 5) Селитра $f = 14$
- 6) Хлористый натръ $h = 72 + 21 \times 0.82 = 89$
- 7) Сѣрнокислая магнезія. $i = 0$
- 8) Хлористый кальцій $k = 48 \times 0.82 = 39$
- 9) Хлористый магній $g = 90 \times 0.79 = 71$

 228

Одна часть хлористаго кальція при 0° растворяется въ $\frac{1}{2}$ части воды, а при 16° Ц. во всякомъ количествѣ воды; а такъ какъ во время выпуска воды изъ котла температура можетъ дойти до 0° , то примемъ, что въ 10000 частяхъ воды можетъ быть растворимо 200000 частей хлористаго кальція. Такимъ образомъ получимъ:

$$\begin{aligned} \frac{a}{m} &= 0 \\ \frac{c}{m} &= 0 \\ \frac{d}{m} &= 0 \\ \frac{e}{m} &= \frac{15}{25000} = 0.00060 \\ \frac{f}{m} &= \frac{14}{32000} = 0.00044 \\ \frac{h}{m} &= \frac{89}{36000} = 0.00248 \\ \frac{i}{m} &= 0 \\ \frac{k}{m} &= \frac{71}{35000} = 0.00203 \\ \hline \text{Всего.} & . 0.00555 \end{aligned}$$

а слѣдовательно:

$$\begin{aligned} \frac{m}{s} &= \frac{1}{0.00555} = 180 \\ R &= \frac{0.90 \times 285}{8.2} \times 179 = 5600 \text{ верстѣ.} \end{aligned}$$

Но такъ какъ паровозный котель требуетъ уже для освобожденія отъ механическихъ примѣсей очистки чрезъ каждыя 2 недѣли, а въ 2 недѣли онъ не можетъ пройти 5600 верстѣ, то въ немъ не можетъ образоваться накипей при водѣ, очищенной хлористымъ баріемъ.

Расходъ по очисткѣ воды. Такъ какъ тутъ главную стоимость составляетъ хлористый барій, то исчислимъ издержку на 1 куб. саж. воды или на 593 пуда.

Хлористаго барія потребно:

$$\begin{aligned} \text{На одну часть сѣрнокислой извести.} & \cdot \frac{208}{136} = 1.53 \\ \text{» » » » магнезіи} & \cdot \frac{208}{120} = 1.74 \\ \text{» » » » натра.} & \cdot \frac{208}{142} = 1.47 \end{aligned}$$

Слѣдовательно, для очищенія 593 пуд. воды съ вышеуказаннымъ содержаніемъ солей, потребно:

$$\frac{593}{100000} (48 \times 1.53 + 90 \times 1.74 + 21 \times 1.47) = 261 \times \frac{593}{100000} = 1.548 \text{ пудовъ.}$$

А такъ какъ для лучшаго процесса требуется незначительный избытокъ и часть надобно считать на потерю, то нужно прибавить еще 5%, т. е. 0.077 пуда; а всего на 1 куб. саж. воды потребно 1.625 или $1\frac{5}{8}$ пуда хлористаго барія. Одинъ пудъ барита съ доставкою обходится около 1.75 рубля, а слѣдовательно стоимость хлористаго барія для очищенія 1 куб. саж. воды составитъ $1\frac{5}{8} \times 1.75 = 2$ руб. 84 коп., а на 1 пудъ воды $\frac{284}{593} = 0.474$ коп.

Расходъ на 1 версту пробѣга паровоза составитъ
 $0.474 \times 8.2 = 3,90$ коп.

Принимая въ соображеніе, что расходъ тракціи обыкновенно составляетъ около 40 коп. на версту, пройденную паровозомъ, расходъ на хлористый барій для очистки воды на каждую версту составитъ около 10% всѣхъ расходовъ тракціи, т. е. громадную цифру.

По этому способу очистки воды хлористымъ баріемъ при значительномъ содержаніи сѣрнокислыхъ солей, не смотря на многія его хорошія стороны и большое распространеніе въ Германіи, крайне невыгоденъ.

Употребляя, какъ реактивы, ѣдкую известь и хлористый барій, который дѣйствуетъ только на сѣрнокислыя соли, можемъ вообще написать общее выраженіе для $\frac{m}{s}$, а именно:

$$\frac{m}{s} = \frac{1}{\frac{c}{m_3} + \frac{f}{m_6} + \frac{g+i}{m_7} + \frac{95}{120} + \frac{h}{m_8} + \frac{d \times 2 \times 58,5}{142} + \frac{c \times 111}{136}} =$$

$$\frac{1}{\frac{c}{m_3} + \frac{f}{m_6} + \frac{g+i}{m_7} + \frac{95}{120} + \frac{h}{m_8} + \frac{d \times 2 \times 58,5}{142} + \frac{c \times 111}{136}}$$

а хлористаго барія нужно:

$$\frac{208}{136} c + \frac{208}{142} d + \frac{208}{120} i = 1.53 c + 1.47 d + 1.74 i.$$

При большемъ содержаніи сѣрнокислыхъ солей необходимо приискать другой реактивъ, который дѣйствовалъ бы только на сѣрнокислую известь, при чемъ, однако, слѣдуетъ замѣтить, что реактивъ этотъ долженъ обладать свойствомъ дѣйствовать на сѣрнокислую известь и разлагать ее при обыкновенной температурѣ воды или при нѣсколько нагрѣтомъ ея состояніи, на примѣръ при 35° Ц.

3. Очищеніе воды углекислымъ натромъ ($\text{Na}_2 \text{CO}_3$).

По выдѣленіи, также какъ и прежде, углекислыхъ солей извести посредствомъ ѣдкой извести и прибавленіи затѣмъ углекислаго натра, который будетъ дѣйствовать на сѣрнокислую известь и сѣрнокислую магнезію, получатся въ осадкѣ нерастворимыя соли углекислой извести и углекислой магнезии, а въ растворѣ, вмѣсто прежнихъ сѣрнокислыхъ солей извести и магнезии, будетъ находиться сѣрнокислый натръ.

По отдѣленіи осадковъ, составъ воды будетъ:

- 1) Углекислая известь $a = 0$
- 2) Сѣрнокислая известь $c = 0$
- 3) Сѣрнокислый натръ. $d = 21 + 48 \times 1.05 + 90 \times 1.19 = 179$
- 4) Кремневокислый калий $e = 15$
- 5) Селитра $f = 14$
- 6) Хлористый натръ $h = 72$

Всего . . 280

Такъ-же получимъ:

$$\frac{a}{m} = 0$$

$$\frac{c}{m} = 0$$

$$\frac{d}{m} = \frac{179}{16320} = 0.01097$$

$$\frac{e}{m} = \frac{15}{25000} = 0.00060$$

$$\frac{f}{m} = \frac{14}{32000} = 0.00044$$

$$\frac{h}{m} = \frac{72}{36000} = 0.00200$$

Всего . . 0.01401

а слѣдовательно

$$\frac{m}{s} = \frac{1}{0.01401} = 71.4$$

$$R = \frac{0.90 \times 285}{8.2} = 70.4 = 2202 \text{ версты.}$$

А такъ какъ въ двѣ недѣли паровозъ проходить менѣе 2200 верстъ, то этотъ способъ можетъ быть употребленъ съ полнымъ успѣхомъ.

Углекислаго натра потребно:

$$\text{на 1 часть сѣрнокислой извести } \frac{126}{136} = 0.78$$

$$\text{» » » » магнезии } \frac{106}{120} = 0.88$$

Слѣдовательно, для очищенія 593 пудовъ воды съ вышеуказаннымъ содержаніемъ солей потребно углекислаго натра $\frac{593}{100000} (48 \times 0.78 + 90 \times 0.88) = \frac{593}{100000} \times 126.6 = 0.75$ пуда. Прибавляя 5% на избытокъ и потерю, слѣдуетъ считать 0.79 пуда.

При стоимости одного пуда безводного углекислого натра въ 2 рубля, очищеніе 1 кубическая саж. потребуетъ $0.79 \times 2 = 1$ руб. 58 коп., а на пудъ воды $\frac{1.58}{593} = 0.327$ копѣйки.

Расходъ на 1 версту пробѣга паровоза составитъ $0.327 \times 8.2 = 2.68$ коп., т. е. 68% стоимости очищенія хлористымъ баріемъ и 7% всѣхъ расходовъ тракціи. При другомъ же составѣ воды, отношенія могутъ оказаться совершенно другими и очищеніе помощію хлористаго барія можетъ въ нѣкоторыхъ случаяхъ оказаться дешевле очищенія углекислымъ натромъ.

При употребленіи, какъ реактива, фѣдой извести и углекислаго натра, который дѣйствуетъ только на сѣрнокислую известъ и сѣрнокислую магнезію, отношеніе $\frac{m}{s}$ вообще для всякой воды можетъ быть выражено слѣдующею общеою формулою.

$$\frac{m}{s} = \frac{1}{d + \frac{142}{136}c + \frac{142}{120}i + \frac{f}{m_5} + \frac{g}{m_7} + \frac{h}{m_8}} = \frac{1}{d + 1.05c + 1.20i + \frac{f}{m_5} + \frac{g}{m_7} + \frac{h}{m_8}}$$

Углекислаго же натра потребно

$$\frac{106}{135}c + \frac{106}{120}i = 0.78c + 0.88i$$

4. Очищеніе воды щавелевокислымъ натромъ ($\text{Ca C}_2\text{O}_4$).

Щавелевокислый натръ дѣйствуетъ только на сѣрнокислую известъ, оставляя сѣрнокислую магнезію въ растворѣ¹⁾. При этомъ образуется щавелевокислая известъ въ осадкѣ, потому что она совершенно нерастворима; сѣрнокислый же натръ будетъ растворенъ въ водѣ. Предполагается, что данная вода не заключаетъ въ себѣ углекислой извести.

¹⁾ Если предварительно будетъ прибавлено самое ничтожное количество хлористаго аммонія.

Общее выраженіе для $\frac{m}{s}$ будетъ.

$$\frac{m}{s} = \frac{1}{d + \frac{142}{136}c + \frac{e}{m_4} + \frac{f}{m_6} + \frac{g}{m_7} + \frac{h}{m_8} + \frac{i}{m_9}} = \frac{1}{d + 1.05c + \frac{e}{m_4} + \frac{f}{m_6} + \frac{g}{m_7} + \frac{h}{m_8} + \frac{i}{m_9}}$$

Общее выраженіе для исчисленія количества щавелевокислаго натра есть $\frac{134c}{136} = 0.99c$.

Для разсматриваемой нами воды:

$$\begin{aligned} \frac{d + 1.05c}{m_4} &= \frac{21 + 1.05 \times 48}{16320} = 0.00438 \\ \frac{e}{m_5} &= \frac{15}{25000} = 0.00060 \\ \frac{f}{m_6} &= \frac{14}{32000} = 0.00044 \\ \frac{g}{m_7} &= 0 \\ \frac{h}{m_8} &= \frac{72}{36000} = 0.00200 \\ \frac{i}{m_9} &= \frac{90}{125000} = 0.00072 \\ &= 0.00814 \end{aligned}$$

$$\frac{m}{s} = \frac{1}{0.00814} = 123$$

$$R = \frac{0.90 \times 285}{8.2} \times 122 = 3816 \text{ верстъ.}$$

Количество потребнаго щавелевокислаго натра на 1 куб. саж. воды есть $\frac{593}{100,000} \times 0.99 \times 48 = 0.282$ пуда, а съ прибавленіемъ 5% на избытокъ и потерю, всего 0.296 пуда.

При цѣнѣ 15 руб. за одинъ пудъ щавелевокислаго натра, расходъ на очищеніе 1 куб. саж. воды составитъ $0.296 \times 15 = 4$ руб. 44 коп., а расходъ на очищеніе одного пуда воды 0.75 копѣйки.

Расходъ на одну версту пробѣга паровоза будетъ $0.75 \times 8.2 = 6.15$ коп., т. е. болѣе стоимости очищенія хлористымъ баріемъ на 158% и болѣе стоимости очищенія углекислымъ натромъ на 228% и составляетъ 15.4% всѣхъ расходовъ тяги.

Но при значительномъ содержаніи сѣрноокислыхъ солей магнeзiи и натра, при существованіи незначительнаго количества сѣрноокислой извести, стоимость очищенія щавелевоокислымъ натромъ можетъ сдѣлаться дешевле стоимости очищенія посредствомъ хлористаго барія и углекислаго натра. По этому для каждой воды долженъ быть опредѣленъ реактивъ сообразно химическому ея анализу.

Не смотря на явную выгоду очищенія воды химическими способами, приходится однако сознаться, что примѣненіе ихъ на практикѣ представляетъ громадныя затрудненія. Химическій способъ легко примѣнимъ на большихъ заводахъ и при большихъ паровозныхъ депо; на маленькихъ же станціяхъ желѣзныхъ дорогъ онъ представляется весьма неудобнымъ вслѣдствіе того, что по необходимости пришлось бы поручать самое производство очeщeнiя людямъ, не развитымъ научно и не вполне добросовѣстнымъ въ отношеніи исполненія своихъ обязанностей.

Колодезная вода обыкновенно отличается непостоянствомъ количества содержащихся въ ней солей, при чемъ особенно сильно измѣняется количество двууглекислыхъ солей и свободной углекислоты, вслѣдствіе чего количество реактивовъ приходится измѣнять весьма часто, а если ихъ употребить въ избытѣ, то это будетъ вредно.

Избытокъ ѣдкой извести дѣлаетъ воду весьма вредною, потому что известь сама растворима въ водѣ и не выдѣляется изъ нея даже кипяченіемъ.

Къ этому надобно присовокупить, что весьма трудно практически прибавить должное количество извести, такъ какъ исчисленія относятся къ химически-чистой извести, а на практикѣ употребляется та известь, которая есть подъ рукою. Для очищенія воды, питающей котель, надобно употреблять ѣдкую известь въ видѣ известковаго молока; а немисливо употреблять его въ такомъ громадномъ количествѣ, какое потребно для паровозовъ.

Избытокъ хлористаго барія вреденъ въ томъ отношеніи, что вода, заключающая его въ избытѣ, дѣлается опасною для употребленія въ пищу.

Избытокъ углекислаго натра при разныхъ жирахъ, часто находящихся въ котлахъ, дѣйствуетъ весьма вредно на котлы, производя выбрасываніе изъ нихъ воды.

Но такъ какъ паровозы (товарные) принуждены брать воду на каждой малой станціи, то ясно, что примѣненіе химическаго очищенія воды на желѣзныхъ дорогахъ вообще не вполне практично, если дурная вода находится на многихъ станціяхъ сряду; очистка же воды только на той станціи, которая имѣетъ большое депо, когда на смежныхъ станціяхъ вода дурная, не принесла бы желаемыхъ выгодъ.

По этому техника постоянно стремится къ изысканію физическихъ и химическихъ способовъ, которые препятствовали бы инкрустаціи осаждающихся изъ воды солей. Много было предложено способовъ, но они не привели къ удовлетворительнымъ результатамъ.

Къ послѣднимъ способамъ слѣдуетъ отнести и глицеринъ, приготовленный по способу инженера Асселина, такъ какъ, съ прибавленіемъ его къ водѣ, соли, осаждающіяся изъ воды въ котлѣ, не образуютъ твердой коры, а ложатся на дно въ видѣ мути. Средство это, еще довольно новое, заслуживаетъ однако большаго вниманія.

Бар. **Ө. Штейнгель.**

Ростовъ на Дону.

ШВЕДСКІЕ ПОРТЫ.

ИЗЪ ОТЧЕТА О ЗАГРАНИЧНОЙ ПОѢЗДКѢ ВЪ 1875 ГОДѢ.

(Съ чертежами на листахъ III—VII).

I. Стокгольмъ.

Городъ Стокгольмъ расположенъ у пролива, соединяющаго озеро Меларенъ съ Балтійскимъ моремъ. По срединѣ этого пролива находится островъ, на которомъ въ 1254 году Биргеромъ-Ярломъ былъ выстроенъ замокъ «Тре-Кроноръ» (три короны), нынѣ королевскій дворецъ, и вмѣстѣ съ тѣмъ основана была столица Шведскаго королевства.

Этотъ островъ (чер. 1 листа III), называемый нынѣ просто «Стаденъ» (городъ), составляетъ центръ торговой дѣятельности столицы. Къ востоку отъ него находится гавань для судовъ, приходящихъ изъ Балтійскаго моря; она тянется узкимъ проливомъ прямо на востокъ, ограничиваясь съ сѣвера: сперва берегомъ материка, у котораго расположена болѣе новая часть города «Норръ» (сѣверъ), далѣе островами Дюргорденъ, Лидингъ и Ведеръ, а съ юга: тоже берегомъ материка съ частью города «Садеръ» (югъ) и островами Сиклаэ и Урминге-Ландетъ и оканчивается у крѣпости и городка «Ваксхольмъ».

Главный выходъ въ море идетъ отъ Ваксхольма проливомъ «Кудюпетъ» къ сѣверовостоку между материкомъ и ря-

домъ острововъ до Фурузунда, гдѣ открывается море, котораго достигаютъ окончательно у Седерармскаго маяка, составляющаго знакъ главнаго входа въ Стокгольмскій портъ.

Кромѣ этого пути существуютъ еще два другіе: одинъ съ востока у Гренгифскаго маяка направляется между островами къ западу, въ заливъ Трельхаветъ, находящійся къ сѣверу отъ Ваксхольма; другой путь начинается у Ландсортскаго маяка и идетъ къ сѣверовостоку, тоже до залива Трельхаветъ.

Изъ этого видно, что всѣ корабли, посѣщающіе Стокгольмъ со стороны Балтійскаго моря, непременно должны проходить проливъ Кудюпетъ, у городка Ваксхольма, глубина котораго 28 футовъ; но по причинѣ извилистости пути суда, сидяція глубже 24 ф., должны оставаться на якорѣ въ Трельхаветѣ, что и случилось съ американскимъ фрегатомъ «Франклинъ» (осадка въ 26 ф.), прибывшимъ въ Стокгольмъ въ то время, когда я еще тамъ находился.

Въ срединѣ гавани, у самаго города находятся два острова: «Шепсхольменъ» (Skeppsholmen), и «Кастельхольменъ» (Castellholmen), соединенные съ городомъ мостами. На первомъ расположены магазины, склады и казармы для шхернаго военнаго флота (Skärgårdsflottan); на второмъ существуютъ остатки старой крѣпости, служившей прежде для защиты Стокгольма.

Съ западной стороны города находится гавань для судовъ, плавающихъ внутри государства. Внутреннее судоходство, по причинѣ хорошаго состоянія водныхъ сообщеній, весьма дѣятельно. Къ Стокгольму приходятъ суда съ сѣвера по Стремсгольмскому и съ юга по Седертельскому каналу, входящему въ озеро Меларенъ изъ Балтійскаго моря и составляющему одинъ конецъ Готскаго канала, который соединяетъ Стокгольмскій портъ съ Нѣмецкимъ моремъ.

На сѣверѣ отъ Стадена вода изъ озера Меларенъ изливается въ море двумя протоками (Норрстремъ), по которымъ судоходства вообще нѣтъ, по причинѣ большой скорости воды.

Съ южной стороны упомянутой части города устроенъ въ запрудѣ бывшаго здѣсь протока камерный шлюзъ для пропуска судовъ изъ озера въ море и обратно.

Разница уровней Меларена и моря не значительна, обыкновенно 3 фута *); при западныхъ вѣтрахъ она нѣсколько увеличивается, а при продолжительныхъ восточныхъ часто совершенно уничтожается и тогда является даже обратное теченіе, такъ что морская вода попадаетъ иногда въ водопроводныя трубы, приемники которыхъ находится къ югу отъ Садера въ заливѣ Орста-викенъ.

Шлюзъ, соединяющій озеро Меларенъ съ моремъ, имѣетъ въ длину 150 ф., ширину у воротъ 32 ф. 6 д.; глубина на порогѣ обыкновенно 13 ф., но увеличивается до 15 футовъ, въ слѣдствіе чего и ворота (деревянные) рассчитаны на эту глубину. Весь шлюзъ устроенъ изъ гранита на гидравлическомъ растворѣ въ понтонномъ ящикѣ. Въ настоящее время онъ оказывается ненадежнымъ и имѣется въ виду его въ скоромъ времени перестроить. Въ 1874 году хотѣли произвести въ немъ нѣкоторыя исправленія и для этого изъ него выкачали всю воду, но по случаю появленія сомнительныхъ трещинъ на днѣ, которыя немедленно были забиты дубовыми клиньями, его опять наполнили водою, опасаясь его окончательнаго разрушенія.

Гавань со стороны моря до меридіана, проходящаго чрезъ заливъ Тегельвикенъ, представляетъ площадь въ 332000 кв. саж., съ глубиною вездѣ достаточною для стоянки судовъ самыхъ большихъ размѣровъ.

У набережныхъ города, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, глубина наименьшая 12 ф.; самая большая глубина, болѣе 100 ф., находится нѣсколько южнѣе острова Кастельхольменъ. На прилагаемомъ планѣ города (чер. I л. III) обозначены глубины у

*) Въ размѣры приведены въ шведскихъ футахъ или въ русскихъ саженьяхъ; 1 шв. ф.=11,689 англ. дюймамъ.

набережныхъ и у береговъ. Грунтъ вездѣ глинистый съ ракушкою и гравіемъ, самый лучшій для якорной стоянки.

Въ этой части порта набережныя расположены у Стадена (Шепсбрунъ), длиною въ 3000 пог. фут., и на сѣверномъ берегу (Бласихольмсхамненъ и Нибрухамненъ), протяженіемъ въ 400 пог. ф. Кромѣ того существуетъ набережная длиною въ 1500 ф. на южномъ берегу (Стадсгорденъ) съ нѣсколькими частными магазинами для товаровъ и дворами для склада каменнаго угля. Общее протяженіе существующихъ набережныхъ со стороны моря составляетъ 8500 пог. ф.

Со стороны оз. Меларенъ гавань представляетъ не меньшую противъ морской гавани площадь съ достаточною вездѣ глубиною и грунтомъ, удобнымъ для якорной стоянки судовъ. Набережныя съ этой стороны, имѣющія 2500 пог. ф. протяженія, расположены вдоль берега, отъ шлюза до Риддархольмскаго канала и вокругъ острова Риддархольменъ. Кромѣ того устроена набережная на сѣверномъ берегу: отъ Клара-Шенъ до желѣзнодорожнаго моста, длиною въ 500 фут., и въ самомъ Клара-Шенъ для газоваго завода, но около этой послѣдней до такой степени мелко, что ни одно судно не можетъ пристать къ ней, почему имѣется въ виду ее перестроить и вмѣстѣ съ тѣмъ выдвинуть въ воду на большую глубину.

По статистическимъ свѣдѣніямъ за 1873 годъ, количество судовъ, приходящихъ и отходящихъ изъ порта, было:

	Туземныхъ.		Иностранныхъ.		Всего.	
	Число.	Тонъ.	Число.	Тонъ.	Число.	Тонъ.
Парусныхъ судовъ:						
пришло	9495	290055	1092	157560	10537	447615
отшло	9511	297711	949	152816	10460	440517
Пароходовъ:						
пришло	6401	282747	472	35149	6873	367896
отшло	6444	285522	406	80415	6850	365937
Итого	31851	1159039	2819	465830	34770	1621965

Во время всего навигаціоннаго времени, съ начала апрѣля до конца октября, т. е. 7 мѣсяцевъ, половина всего количества судовъ, 17385, посѣщаетъ портъ въ самые дѣятельные мѣсяцы: въ іюнѣ, въ іюлѣ и августѣ. Полагая при этомъ, что каждое судно должно простоять въ портѣ по крайней мѣрѣ 4 дня, получимъ, что въ гаванѣ должно находиться ежедневно 869 судовъ, принимая въ вышеозначенный періодъ времени 80 рабочихъ дней. Изъ этого количества $\frac{1}{3}$ помѣщается въ оз. Меларенъ, а $\frac{2}{3}$, т. е. 580, въ морской гавани и въ этой послѣдней на каждое судно придется по 270 кв. с., что достаточно при укрытой гавани. Кромѣ того, такъ какъ у набережныхъ будетъ расположена часть этихъ судовъ, то другимъ, стоящимъ на якорѣ, останется еще болѣе свободнаго мѣста.

Количество товаровъ, которое должно быть перегружено у набережныхъ, составляетъ въ періодъ наиболѣе дѣятельныхъ мѣсяцевъ 810982 тоны, слѣдовательно въ одинъ мѣсяцъ 27032 тоны.

Это количество относится къ Стокгольму съ окрестностями; а у городскихъ набережныхъ будетъ перегружаться $\frac{5}{7}$ или 193090 тоннъ. Полагая теперь, что на 1 пог. футъ набережной будетъ грузиться не болѣе 12 тоннъ въ мѣсяцъ, необходимое протяженіе набережныхъ составляетъ 16091 футъ. Существующія же набережныя составляютъ всего 11500 пог. ф., что значительно меньше требуемаго.

Этотъ недостатокъ въ набережныхъ дѣйствуетъ весьма неблагоприятно на торговую дѣятельность города и корабли, по тѣснотѣ, не могутъ приставать бортомъ и примыкаютъ только носовыми своими частями, составляя уголъ съ линіею набережной.

Для устранения такого важнаго недостатка въ настоящее время производится углубленіе залива Ладугордсландс-викена и устраивается деревянная набережная, длиною въ 2500 футовъ. Вдоль этой набережной полагается выстроить рядъ складоч-

ныхъ пакгаузовъ, чѣмъ предотвратится накопленіе большаго количества судовъ у Шенсбруна.

Какъ видно изъ чертежа 5 на листѣ IV, набережная эта состоитъ изъ свай, забитыхъ въ четыре ряда по 7 ф. центръ отъ центра. Онѣ покрыты продольными насадками, на которыхъ положены поперечные лежни въ $3\frac{1}{2}$ ф. другъ отъ друга и сверху насланъ досчатый полъ съ промежутками между досками для стока дождевой воды. За первымъ рядомъ свай забить шпунтовый рядъ изъ досокъ, срубанныхъ у уровня воды; выше земля идетъ двойнымъ откосомъ, который вымощенъ камнемъ. Для увеличенія сопротивленія шпунтоваго ряда напору земли, первые три ряда свай схвачены поперечными схватками, а для принятія ударовъ отъ судовъ между первымъ и вторымъ рядомъ помѣщены подкосы, упертые верхними концами въ насадку перваго ряда свай, а нижними въ схватки втораго ряда, уложенныя на анкерахъ у горизонта воды. Лицевая поверхность одѣта вертикальною обшивкою съ промежутками между досками. Набережная возвышается на 8 ф. надъ уровнемъ низкихъ водъ. Для причаливанія судовъ устроены причальные тумбы изъ свай, возвышенныхъ на 4 ф. надъ поверхностью набережной.

Такое же устройство имѣютъ набережныя Нибрухамненъ и Стадгорцентъ.

Набережная Шенсбрунъ устроена изъ тесовой гранитной кладки на свайномъ основаніи; для причаливанія судовъ имѣются каменные причальные тумбы и кольца. Вдоль этой набережной идетъ (чер. 1 листа III) къ югу путь, который пересѣкаетъ шлюзъ надвижнымъ мостомъ и соединяется, при помощи поворотнаго круга, съ вѣтвью, идущею по Стадгордену отъ соединительной дороги между сѣвѣрною и южною правительственными желѣзными дорогами. Соединительный путь идетъ отъ оконечной станціи сѣвѣрной дороги къ юго-востоку, пересѣкаетъ озеро Меларенъ на западѣ отъ Норр-стрема постояннымъ желѣзнымъ мостомъ, на каменныхъ бы-

большой въ 35 тоннъ, назначенный для подъема болѣе тяжелыхъ вещей, какъ-то паровыхъ котловъ, жернововъ, машинъ и т. п., помѣщенъ на Шепсбрунѣ недалеко отъ плюза.

Для поднятія товаровъ въ верхніе этажи существующихъ магазиновъ, эти послѣдніе снабжены кранами въ видѣ брусевъ, которые выступаютъ подъ карнизомъ и служатъ для прикрѣпленія полиспастовъ.

Сѣверный берегъ, отъ желѣзнодорожнаго моста до моста Норрбру, обдѣлывается въ настоящее время гранитомъ на цементномъ растворѣ (1 часть извести, 1 часть цемента изъ гончарныхъ издѣлій и 1 часть мелкаго песка) съ тесовою облицовкою; основаніе состоитъ изъ свай, забитыхъ центръ отъ центра на 2.3 ф. (чер. 3 листа IV) Спереди забить шпунтовый рядъ, подпертый наклонными сваями въ 4.6 ф. другъ отъ друга. Промежутки между сваями, срубанными на 3 ф. ниже горизонта низкихъ водъ, наполнены щебнемъ, съ одиночнымъ откосомъ къ сторонѣ берега. Кладка стѣнъ производится въ понтонныхъ ящикахъ самой простой конструкціи (чер. 6 листа IV). Днища ящиковъ сколочены изъ двухъ рядовъ 2.5 дюймовыхъ досокъ, соединенныхъ между собою нагелями; стѣнки составлены изъ пластинныхъ стоекъ, прикрѣпленныхъ къ днищу желѣзными уголками и обшитыхъ 2¹/₂ дюймовыми досками въ одинъ рядъ. Внутренніе размѣры ящика суть: длина 16 ф., ширина 10 ф. и глубина 4.5 ф. Поперечныя стѣнки отстоятъ отъ краевъ днища на 1.25 ф.; концы продольныхъ стѣнокъ срубаны наклонно и на торцахъ вынуты треугольные пазы.

Для соединенія двухъ ящиковъ между собою, чтобы получить съ лицевой стороны набережной непрерывную кладку, въ щель между днищами двухъ (рядомъ установленныхъ и погруженныхъ) ящиковъ сперва загоняютъ доску *a* (чер. 4 л. IV), обернутую смоленнымъ войлокомъ; за тѣмъ въ пазы торцевъ продольныхъ стѣнокъ загоняютъ клинообразные щиты, послѣ чего воду изъ пространства между двумя поперечными стѣн-

ками соединенныхъ такимъ образомъ ящиковъ выкачиваютъ и стѣнки разбираютъ. Для снятія продольныхъ стѣнокъ послѣ окончанія кладки, ихъ просто отгибаютъ, при чемъ отрываются желѣзные уголки, которыми стойки прикрѣплены къ днищу, стѣнки освобождаются и всплываютъ на поверхность воды. До погруженія ящика, что производится нагрузкою его сверху, всѣ швы между досками тщательно проконопачиваютъ смоленою пенкою.

Подвозка строительныхъ матеріаловъ производится по рельсовымъ путямъ, уложеннымъ на подмосткахъ изъ двухъ рядовъ свай, забитыхъ съ наружной стороны стѣны; поднятіе и укладка камней производится ручными кранами. Для приготовленія раствора имѣются на берегу три чугунныя машины съ обѣими, приводимыя въ движеніе локомотивомъ. Все это покрыто легкимъ досчатымъ навѣсомъ.

Набережная къ востоку отъ Норрбру, составляющая продолженіе устраиваемой нынѣ, существуетъ уже давно и сдѣлана изъ сѣраго гранита; но она значительно ниже и потому намѣреваются ее поднять, вмѣстѣ съ чѣмъ и улица, которая по ней идетъ и имѣетъ теперь довольно значительный поперечный уклонъ, поднимется и исправится.

Чтобы суда не могли попадать въ быструю струю воды, текущую вдоль этой набережной, здѣсь помѣщено нѣсколько желѣзныхъ бакановъ, покрашенныхъ алою краскою и прикрѣпленныхъ ко дну винтовыми якорями.

Говоря о проектахъ и о новыхъ постройкахъ, кстати можно сказать, что въ настоящее время устраивается желѣзный мостъ на каменныхъ опорахъ чрезъ Норрстремъ между мостомъ желѣзной дороги и Норрбру (чер. 1 листа III); имѣется также въ виду устроить подобный мостъ ниже Норрбру отъ конца Шепсбруна, противъ королевскаго дворца, къ началу Бласихольмехамненъ.

Къ сооруженіямъ, служащимъ для постройки и починки судовъ, относятся:

1. Сухіе доки, устроенные на островѣ Бекхольменъ (чер. 7 листа III).

Эти доки высѣчены въ скалѣ, только шлюзные части и нѣкоторыя части стѣнъ сдѣланы изъ кладки на растворѣ. Поперечныя сѣченія представляютъ видъ трапецій (чер. 6 листа III).

Размѣры большаго дока (чер. 2 и 3 листа III) суть: длина отъ линіи веревальныхъ столбовъ до конца дока, по верху 250 ф., ширина по верху 77 ф., ширина по дну 53 ф., глубина на порогѣ $17\frac{1}{2}$ ф., а ширина 56 ф.; глубина воды у входа 21 ф. и высота стѣнъ надъ горизонтомъ воды 6 ф. Дно дока опущено ниже порога на 3 ф., уклонъ стѣнокъ 26.5 на 12. На днѣ по оси установленъ рядъ деревянныхъ кильблоковъ, высотой въ 3 ф. и на разстояніи 5 ф. другъ отъ друга; они прикрѣплены ко дну болтами, задѣланными въ грунтъ; кромѣ этого ряда уложено еще два ряда кильблоковъ въ задней части дока, для одновременной починки двухъ судовъ меньшихъ размѣровъ. Дно имѣетъ общій небольшой уклонъ къ колодцу, помѣщенному внутри дока съ правой стороны воротъ, въ которомъ помѣщается приемная труба насоса, закрываемая наклоннымъ щитовымъ затворомъ.

Въ шлюзной части устроены двѣ каменные лѣстницы для схода на дно, а въ задней части сдѣлана наклонная плоскость со стремянками по обѣимъ сторонамъ для спуска матеріаловъ. Этотъ докъ закрывается парюю желѣзныхъ воротъ, обшитыхъ со всѣхъ сторонъ желѣзными листами, съ пустотою внутри, въ слѣдствіе чего онѣ имѣютъ стремленіе всплыть на поверхность воды; но онѣ наполнены водою на столько, что относительный вѣсъ ихъ доходитъ до единицы и этимъ уничтожено треніе въ пятахъ и гальсбантахъ. Отпирание воротъ производится при помощи цѣпей, идущихъ къ четыремъ вороткамъ, поставленнымъ на стѣнахъ. Для возможности производить починку судовъ, длиною отъ 250 до 285 фут., т. е. имѣющихъ длину больше длины дока на 35 ф., впереди затворовъ въ стѣнахъ сдѣланы наклонные уступы, къ которымъ можетъ быть приложенъ щитъ, замѣняющій въ этомъ случаѣ затворъ; для впуска при этомъ воды въ докъ, когда

нужно вывести исправленное судно, въ задней части дока устроена труба *a*, закрываемая щитомъ. Такъ какъ теперь уже давно не приходилось производить починку столь большихъ судовъ, то этотъ щитовый затворъ дока совершенно оставленъ и труба *a* задѣлана. Въ настоящее время для впуска воды въ докъ служатъ щитовыя окна съ затворами въ полотнахъ воротъ. Порогъ высѣченъ цѣликомъ въ скалѣ.

Рядомъ съ этимъ докомъ находится другой, малый, отдѣленный отъ перваго тонкою стѣнкою, оставленною при выемкѣ скалы. Этотъ докъ, также какъ и большой, высѣченъ въ скалѣ; только однѣ стѣны шлюзной части выведены изъ правильной кладки на растворѣ.

Размѣры этого дока слѣдующіе: длина отъ линіи веревальныхъ столбовъ до конца дока, по верху 150 ф., ширина по дну 32 ф., ширина по верху 56 ф., глубина на порогѣ 12 ф. и ширина у воротъ 32 ф.; дно опущено ниже порога на 3 ф., а стѣнки поднимаются выше горизонта воды на 6 ф.; уклонъ стѣнъ 21 на 12. Дно имѣетъ общій небольшой уклонъ къ колодцу, помѣщенному въ правомъ углѣ задней части дока, въ которомъ находится приемная труба насоса, съ вертикальнымъ щитовымъ затворомъ. Задняя стѣнка закруглена. Ворота деревянные, со щитовыми окнами и приводятся въ движеніе цѣпами, подобно тому какъ это устроено при большомъ докѣ. Порогъ высѣченъ цѣликомъ въ скалѣ. Впереди воротъ имѣются пазы для шандоровъ, закладываемые въ случаѣ починки шлюзной части дока. Лѣстница для схода деревянная, поставлена въ правомъ углѣ задней части дока, надъ приемною трубою насоса. Кильблоки, высотой въ 3 ф., поставлены по оси дока въ одинъ рядъ, въ разстояніи 5 ф. другъ отъ друга; они прикрѣплены болтами къ дну, также какъ и въ большомъ докѣ. Такъ какъ имѣется надобность въ большемъ числѣ доковъ, то позади малаго дока помѣщенъ будетъ другой докъ, длиною въ 175 ф., съ отдѣльными воротами. Остальные размѣры этого новаго дока тѣ же, что и малаго. Когда я былъ въ Стокгольмѣ, въ іюнѣ 1876 года, тогда

работы по устройству новаго дока были уже далеко подвинуты. Выемка въ скалистомъ грунтѣ почти вся была окончена и укладывались стѣны шлюзовой части.

Насосы для выкачиванія воды помѣщены въ зданіи, примыкающемъ къ большому доку съ правой стороны. При старыхъ докахъ были простые поршневые насосы, приводимые въ движеніе горизонтальною машиною; нынѣ же, при устройствѣ новаго третьяго дока, поставленъ центробѣжный насосъ Гуэна (Gouin) съ машиною въ 40 паровыхъ силъ; діаметръ всасывающихъ трубъ 18 дюймовъ и насосъ отливаетъ 2553 ведра воды въ минуту. Около этихъ доковъ находится небольшой открытый строительный эллингъ (чер. 7) для деревянныхъ судовъ; тутъ же помѣщается и кузница, небольшой дегтярный заводъ, а на западной сторонѣ острова имѣются склады лѣснаго матеріала.

2. Противъ этихъ доковъ, на южномъ берегѣ, въ заливѣ Тегельвикенъ (чер. 1 листа III) помѣщается городская верфь съ механическимъ заводомъ. На верфи производится постройка желѣзныхъ судовъ, для чего имѣется одинъ большой открытый эллингъ, а постройка деревянныхъ судовъ производится на нѣсколькихъ малыхъ эллингахъ; заливъ Тегельвикенъ отдѣленъ отъ гавани небольшимъ свайнымъ моломъ.

3. Со стороны озера Меларенъ существуетъ, на восточномъ мысѣ острова Лонхольменъ, мортоновъ эллингъ, а дальше отъ города къ западу помѣщается Бергзундскій механическій и пароходный заводъ, для котораго устроивается въ настоящее время эллингъ со стороны моря, не далеко къ востоку отъ Данвикена.

Всѣ эти постройки и заводы находятся въ рукахъ частныхъ владѣльцевъ.

До 1689 года въ Стокгольмѣ помѣщался шведскій военный флотъ, для чего былъ отведенъ островъ Шепсхольменъ. Здѣсь и теперь находятся казармы, цейхгаузы и приспособленія для оснащиванія и оборудованія военныхъ судовъ; часть гавани около берега отдѣлена палами и заплавами, и служить для

стоянки части броненосной шхерной флотилии, главный же военный флотъ переведенъ въ Карльскрону.

На южномъ берегѣ Дюргордена существуетъ еще цѣлый рядъ небольшихъ крытыхъ эллинговъ, на которыхъ прежде производилась постройка галеръ. Они въ настоящее время понемногу разбираются; нѣкоторые обращены въ мастерскія и кузницы для потребности той части флота, которая еще имѣетъ мѣстомъ стоянки Стокгольмъ. Здѣсь у берега также отдѣлена часть гавани палами и заплавами.

Это послѣднее мѣсто, принадлежащее морскому вѣдомству, городъ намѣренъ приобрести для устройства набережной и складовъ со временемъ, когда въ этомъ явится потребность.

Стокгольмскій портъ, представляя мѣсто чрезвычайно хорошо укрытое отъ вѣтра и отъ нападенія непріятеля въ случаѣ войны, имѣетъ кромѣ того вездѣ большую глубину и хорошій грунтъ дна для якорной стоянки судовъ. Но тѣмъ не менѣе этотъ портъ представляетъ большіе недостатки; во первыхъ трудный входъ между шхерами, въ особенности съ южной и восточной сторонъ; во вторыхъ малое протяженіе набережныхъ и трудность ихъ удлиненія и наконецъ, въ третьихъ, сообщеніе съ моремъ лишь узкими проливами, замерзающими рано осенью и вскрывающимися поздно весною, такъ что навигація не можетъ продолжаться болѣе семи мѣсяцевъ и то при самыхъ благопріятныхъ обстоятельствахъ.

Такъ какъ Стокгольмъ есть центръ сбыта привозимыхъ въ Швецію товаровъ, то всячески старались соединить его съ другими портами, находящимися въ лучшихъ климатическихъ условіяхъ, равно какъ и съ внутренними частями королевства; такимъ образомъ возникли внутреннія водяныя сообщенія, изъ коихъ наиболѣе замѣчательное сооруженіе есть Готскій каналъ, соединяющій Балтійское море съ Нѣмецкимъ. Позднѣе устроены были желѣзныя дороги, соединяющія Стокгольмъ съ двумя лучшими портами королевства: Готенбургомъ и Мальмѣ, о которыхъ будетъ говорено ниже.

Набережныя Стокгольма въ іюнѣ, іюлѣ и августѣ весьма оживлены: вся гавань наполнена кораблями, между которыми поминутно ходятъ взадъ и впередъ маленькія паровыя шлюпки, поддерживающія въ лѣтнее время сообщеніе между отдѣльными частями города и его окрестностями.

Городъ снабженъ хорошою водою изъ залива Орставикентъ, откуда она машиною поднимается въ открытый каменный резервуаръ, устроенный на возвышенности.

По причинѣ скалистаго грунта, водосточныя трубы устроены подъ землею не во всѣхъ частяхъ города; дождевая вода и помой изъ домовъ проводятся большею частью открытыми желобами по краямъ улицъ, что, по причинѣ незначительной ширины ихъ, представляетъ большое неудобство, не говоря уже о зловоніи, которое въ лѣтнее время сильно распространено во всѣхъ густо населенныхъ частяхъ города. Нечистоты изъ отхожихъ мѣстъ вывозятся.

Главныя улицы и площади, равно какъ и всѣ улицы въ центрѣ города (Стаденъ) вымощены кубическими камнями. Это даетъ городу весьма пріятный видъ, чему много способствуетъ чистота и живописность мѣстоположенія.

Входы въ Стокгольмскій портъ обозначены слѣдующими маяками:

1. Маякъ Седерармъ, съ сѣверной стороны, выстроенъ на островѣ Тольперъ, находящемся подъ $59^{\circ} 45.3'$ сѣв. шир. и $19^{\circ} 24.8'$ вост. долг. отъ Гринича; онъ состоитъ изъ круглой каменной башни съ бѣлыми и красными поясами.

Высота основанія маяка надъ горизонтомъ воды 42 ф.

» башни отъ основанія » » 71 »

» огня надъ уровнемъ моря » » 102 »

Дальность видѣнія огня отъ 12 до 14 морскихъ миль.

Горизонтъ, освѣщаемый маякомъ, простирается отъ WNW чрезъ N, On S до SSW.

Освѣтительный аппаратъ катоптрическій; онъ состоитъ изъ лампъ, помѣщенныхъ по двѣ въ углахъ горизонтально

расположеннаго равносторонняго треугольника, который вращается на вертикальной оси; полный оборотъ совершается въ 6 минутъ, въ теченіи которыхъ получаютъ три сильныя блистанія, въ $1\frac{1}{2}$ минуты каждое, и три затмѣнія по $1\frac{1}{2}$ минуты.

Около башни выстроены жилые дома для сторожей.

Маякъ, находящійся съ южной стороны фарватера, выстроенъ въ 1838—1839 годахъ, а прежде тамъ былъ постоянный каменный знакъ.

У маяка дежурятъ лоцмана, дающіе знакъ мореплавателямъ поднятіемъ шара.

2. Для указанія входа съ восточной стороны имѣются три маяка: Греншеръ, Корсэ и Сандхамнъ, между которыми проходитъ фарватеръ, оставляя съ сѣверной стороны Греншеръ и Корсэ, а съ южной Сандхамнъ.

а) Маякъ Греншеръ, выстроенный на скалѣ того же имени, находится подъ $59^{\circ} 16.8'$ с. ш. и $19^{\circ} 1.9'$ в. д. отъ Гринича; онъ состоитъ изъ сѣрой каменной шестигранной башни.

Высота основанія маяка надъ уровнемъ моря . 45 ф.

» башни отъ основанія 78 »

» огня надъ уровнемъ моря 114 »

Дальность видѣнія 16 морскихъ миль.

Маякъ освѣщаетъ весь окружный горизонтъ.

Освѣтительный аппаратъ катодіоптрическій съ постояннымъ огнемъ III разряда.

Около башни находятся дома для сторожей.

б) Маякъ Корсэ, выстроенный на скалѣ того же имени, находится подъ $59^{\circ} 17.2'$ с. ш. $18^{\circ} 57.2'$ в. д.; онъ состоитъ изъ круглой сѣрой каменной башни съ краснымъ коническимъ фундаментомъ.

Высота основанія надъ уровнемъ моря . 85 ф.

» башни надъ основаніемъ 75 »

» огня надъ уровнемъ моря 154 »

Дальность видѣнія 14 морскихъ миль.

Маякъ освѣщаетъ часть горизонта отъ NO чрезъ O, S и W до NW.

Освѣтительный аппаратъ діоптрическій, вращающійся, IV разряда съ двумя стеклами; онъ даетъ, при постоянномъ свѣтѣ, чрезъ каждыя двѣ минуты блистанія, продолжающіяся нѣсколько секундъ. Дома для сторожей помѣщены рядомъ съ маякомъ.

Этотъ маякъ выстроенъ въ 1757 годѣ, а въ 1869 годѣ старый катоптрическій аппаратъ замѣненъ діоптрическимъ.

в) Сандхамскій маякъ, выстроенный на островѣ Сандѣ, находится подъ $59^{\circ} 17.7$ с. ш. и $18^{\circ} 55.3'$ в. д., состоитъ изъ двухъ огней, въ разстояніи 190 футовъ другъ отъ друга, по линіи фарватера.

Высота внутренняго огня надъ уровнемъ моря 16 ф.

» внѣшняго » » » 22 »

Дальность видѣнія послѣдняго отъ 6 до 7 морскихъ миль.

Внутренній огонь постоянный, бѣлый съ параболическимъ зеркаломъ, помѣщенъ у лоцманскаго дома съ южной стороны фарватера, и освѣщаетъ фарватеръ въ обѣ стороны; наружный огонь (такой же какъ и внутренній, только красный) помѣщенъ на особо поставленной стойкѣ и освѣщаетъ фарватеръ только со стороны моря. Эти огни поставлены въ 1870 г.

У огней дежурятъ всегда лоцмана, проводящіе корабли между островами и многочисленными подводными мелями до Трельхавета.

3. Для указанія входа въ Стокгольмъ съ юга, выстроенъ маякъ Ландсортъ на южномъ мысѣ острова Ойяландетъ, находящемся подъ $58^{\circ} 44.5'$ с. ш. и $17^{\circ} 52.4'$ в. д. Этотъ маякъ вмѣстѣ съ тѣмъ служитъ для указанія фарватера къ Седертелье, идущаго по западной сторонѣ этого острова.

Маякъ состоитъ изъ сѣрой круглой каменной башни съ красною коническою надстройкою изъ желѣза.

Высота основанія надъ уровнемъ моря. 75 ф.

» башни отъ основанія. . . . 88 »

» огня надъ уровнемъ моря . . . 150 »

Дальность видѣнія огня составляетъ 18 морскихъ миль.

Маякъ освѣщаетъ весь горизонтъ вокругъ острова, на которомъ онъ стоитъ.

Освѣтительный аппаратъ катодиоптрическій II разряда; время полного оборота 1 минута, при чемъ въ продолженіи 50 секундъ видѣнъ бѣлый постоянный огонь, послѣ котораго слѣдуетъ красный, продолжающійся 5 секундъ, но до появленія его и послѣ его исчезанія огонь почти совершенно исчезаетъ, каждый разъ на $2\frac{1}{2}$ секунды. У подошвы башни, надъ входными дверями, имѣется зеленый огонекъ, указывающій путь кораблямъ, при подходѣ къ маяку по направленію къ Стокгольму. Освѣтительный аппаратъ этого огня діоптрическій съ постояннымъ огнемъ V разряда, впереди котораго установлено зеленое стекло. Къ сѣверовостоку отъ Ландсортскаго маяка имѣется еще небольшой огонь Москнуфъ, указывающій направленіе фарватера далѣе въ шхерахъ.

При маякѣ Ландсортъ имѣется большой барабанъ для подачи сигналовъ во время тумана и пушка для отвѣтовъ на спасительные сигналы, подаваемые съ погибающихъ кораблей въ морѣ.

Этотъ маякъ древнѣйшій изъ всѣхъ установленныхъ на шведскихъ берегахъ. Маяки Кулленъ, Нидингенъ и Фальстербу, находящіеся въ Зундѣ, поставлены Датчанами еще въ то время, когда провинціи Сконе и Халландъ въ южной Швеціи, принадлежали Даніи.

Въ 1651 году право на устройство маяка на островѣ Ойяландетъ было дано Гардинеру и потомъ у него отнято; но въ 1658 году фонъ-деръ-Хагенъ получилъ разрѣшеніе на этомъ же мѣстѣ поставить маякъ, который освѣщенъ былъ не раньше 1669 года. Три года спустя, т. е. въ 1672 году, деревянную башню замѣнили каменною, которая теперь прослужила слишкомъ 200 лѣтъ съ различными источниками свѣта, начиная съ каменноугольной жаровни до нынѣшняго катодиоптрическаго аппарата. Только сто лѣтъ спустя были постав-

лены другіе маяки, обозначающіе теперь остальные входы къ Стокгольму.

Въ 1870 году сдѣлана коническая желѣзная надстройка, деревянная лѣстница замѣнена чугуною, а все внутреннее устройство маяка передѣлано сообразно требованіямъ настоящаго времени.

Отправляясь изъ Стокгольма въ Готенбургъ, я воспользовался случаемъ ознакомиться нѣсколько съ Готскимъ каналомъ и считаю не лишнимъ помѣстить здѣсь краткую исторію и описаніе этого, во многихъ отношеніяхъ, замѣчательнаго сооруженія.

Первая мысль о постройкѣ Готскаго канала принадлежитъ извѣстному въ исторіи Швеціи, Линчепингскому епископу Хансу Браску, жившему во время короля Густава I Вазы, въ началѣ XVI вѣка. Браскъ предложилъ соединить Нѣмецкое море со внутренними частями королевства устройствомъ каналовъ и регулированіемъ рѣки Гѣта-Эльфъ.

Хотя Густавъ I и обратилъ надлежащее вниманіе на предложеніе Браска, но по причинѣ политическаго состоянія Швеціи въ то время, къ первоначальнымъ работамъ приступлено было не ранѣе конца XVI вѣка, во время царствованія Карла IX, когда прорытъ каналъ «Карльс-Гравъ» изъ озера Венернъ въ рѣку Гѣта-Эльфъ, для обхода находящихся у истока рѣки пороговъ. Обходъ другихъ пороговъ «Лилля-Эдетъ» той же рѣки былъ исполненъ въ началѣ XVII вѣка, во время царствованія Густава II Адольфа; сто лѣтъ спустя поручено было Польхему обойти Трольхетенскіе водопады каналомъ. Эта работа была остановлена, когда послѣ смерти Карла XII въ 1718 году, правительство отказалось содѣйствовать этому предпріятію денежными средствами; въ 1767 году правительство опять поручило Данилу Тунбергу произвести изысканія для устройства водянаго пути отъ озера Венернъ до Балтійскаго моря. Проектъ Тунберга былъ потомъ исполненъ въ главныхъ своихъ частяхъ.

Въ 1793 году образовалась компанія, которая выстроила въ

1800 году каналъ въ обходъ Трольхетенскихъ водопадовъ. Шесть лѣтъ спустя, продолженіемъ работъ заинтересовался графъ Бальтазаръ-Богиславъ фонъ Платенъ, который всѣми силами старался привести проектъ Тунберга въ исполненіе и по его инициативѣ была образована компанія въ 1810 году, которая тогда же приступила къ работамъ. Вскорѣ оказалось, что денежные средства, собранныя обществомъ, были далеко недостаточны, но благодаря вліянію графа Платена на сеймахъ, правительствомъ оказано было содѣйствіе и спустя 22 года послѣ образованія общества, т. е. въ 1832 году, гигантское сооруженіе, называемое нынѣ Готскимъ каналомъ, было доведено до конца.

Слѣдуя по водяному пути изъ Стокгольма въ Готенбургъ, фарватеръ сначала идетъ къ западу, между южнымъ берегомъ озера Меларенъ и островами, почти по прямому направленію на протяженіи 28 верстъ, послѣ чего поворачиваетъ къ югу и входитъ у города Седертелье въ каналъ, соединяющій озеро Меларенъ съ Балтійскимъ моремъ. Работы этого канала начаты были въ 1435 году, но не были окончены; возобновленные въ 1780 году, онѣ приведены къ концу 7 декабря 1819 года и движеніе по каналу открыто. Каналъ прорѣзываетъ перешеекъ между озеромъ Меларенъ и Балтійскимъ моремъ и идетъ все время въ выемкѣ, глубина которой мѣстами доходитъ до 100 футовъ.

Не далеко отъ города Седертелье каналъ пересекается желѣзною и обыкновенною дорогами; на пересѣченіяхъ построены поворотные мосты: одинъ желѣзный и другой деревянный. По выходѣ изъ канала сквозь шлюзъ, фарватеръ направляется по шхерамъ, между островами, къ югозападу почти по прямому направленію на протяженіи 100 верстъ, послѣ чего поворачиваетъ къ западу и входитъ въ заливъ Шельвикенъ, въ концѣ котораго у мѣстечка Мемъ начинается собственно Готскій каналъ.

Отсюда каналъ идетъ почти по прямому направленію на западъ, проходитъ мимо города Седерчепингъ, въ 5 верстахъ

отъ мѣстечка Мемъ, поднимаясь вмѣстѣ съ тѣмъ шлюзами въ гору; въ 15 верстахъ отъ начала, каналъ входитъ въ озеро Асплонганъ, уровень воды котораго на 64 фута выше уровня моря.

Это озеро тянется съ востока на западъ 5 верстъ при весьма незначительной ширинѣ. Въ западной оконечности его, у мѣстечка Хультъ, каналъ снова продолжается до озера Роксенъ, поднимаясь вмѣстѣ съ тѣмъ на 45 футовъ.

Озеро Роксенъ, уровень котораго на 109 футовъ выше уровня Балтійскаго моря, имѣетъ въ длину 25 верстъ съ востока на западъ, т. е. по направленію линіи канала; наибольшая ширина его не превосходитъ 10 верстъ; озеро имѣетъ большую глубину и весьма живописные берега. На западномъ берегу у мѣстечка Бергъ, каналъ идетъ далѣе довольно извилисто къ западу до озера Боренъ, уровень котораго на 136 футовъ выше уровня воды въ Роксенѣ. Эта часть канала имѣетъ 18 верстъ длины и 15 шлюзовъ. Первые 7 шлюзовъ соединены въ одинъ семикамерный шлюзъ у самаго начала канала, съ подъемомъ въ 64 фута; далѣе съ небольшими промежутками слѣдуютъ четыре двукамерные шлюза, съ подъемомъ каждый въ 18 футовъ. Эти шлюзы суть самые большіе на всемъ протяженіи Готскаго канала, самъ же онъ идетъ на этомъ участкѣ все время параллельно рѣкѣ Мотала-Стремъ, которая изливаетъ воды озера Боренъ въ Роксенъ. У мѣстечка Бергъ устроена хорошая гавань.

Озеро Боренъ, подобно Роксену, тянется по направленію общаго протяженія канала, имѣя въ длину 15 верстъ; уровень воды здѣсь на 245 футовъ выше уровня Балтійскаго моря.

Слѣдующая часть канала начинается у мѣстечка Боренхультъ пятикамернымъ шлюзомъ, съ подъемомъ въ 51 футъ 4 дюйма и идетъ далѣе на протяженіи 3.6 версты до города Мотала. Съ южной стороны канала протекаетъ рѣка Мотала-Эльфъ, приводящая на пути своемъ въ движеніе цѣлый рядъ мельницъ и лѣсопильных заводовъ. При городкѣ Мотала устроена гавань, но болѣе всего обращаетъ на себя вниманіе

механическій и пароходный заводъ, называемый также Мотала; онъ устроенъ въ 1822 году англичаниномъ Фразеромъ по порученію графа Платена.

Движущую силу завода составляетъ вода, проведенная изъ канала чугуною трубою, длиною въ 110 футовъ; пріемникомъ служить вододѣйствующее колесо 16 футоваго діаметра. Отработавшая вода отводится рѣкою Мотала-Эльфъ, уровень которой находится на 33—39 футовъ ниже уровня воды въ каналѣ. На сѣверной сторонѣ канала при заводѣ находится сухой докъ для починки судовъ и постройки пароходовъ. Не далеко отъ этого дока помѣщается могила графа Платена, окруженная высокими деревьями.

У городка Мотала каналъ выходитъ въ озеро Веттернъ, уровень котораго на $290\frac{1}{2}$ футовъ выше горизонта водъ Балтійскаго моря. Это озеро, составляя самый большой родникъ на земномъ шарѣ, занимаетъ площадь въ 1700 кв. верстъ при глубинѣ, доходящей до 300 футовъ. Вода холодная и совершенно прозрачная.

Отъ западнаго берега озера, у крѣпости Карлеборгъ, каналъ продолжается далѣе, проходить чрезъ озеро Боттентъ-Шенъ и входитъ въ озеро Викенъ, которое составляетъ раздѣльный бѣефъ канала. Уровень воды здѣсь на $308\frac{1}{2}$ футовъ выше горизонта воды Балтійскаго моря и водою этого озера снабжается весь западный участокъ канала до озера Венернъ. Озеро имѣетъ видъ буквы С, такъ что фарватеръ идетъ здѣсь по кривой линіи, длиною въ 20 верстъ; вся площадь озера составляетъ 40 квадр. верстъ.

На западномъ берегу, у мѣстечка Тоторпъ, каналъ опять продолжается по направленію NNW, спускаясь на $163\frac{1}{2}$ футовъ къ озеру Венернъ 19 шлюзами. Въ самомъ началѣ этого послѣдняго участка, каналъ прорѣзываетъ скалистую возвышенность; для уменьшенія работъ, ширина канала въ этой части сдѣлана достаточною для прохода одного только судна, такъ что съ палубы кажется будто корабль идетъ по землѣ.

Въ 14 верстахъ отъ Тоторпа каналъ пересекается желѣзною дорогою, идущею изъ Стокгольма въ Готенбургъ, при станціи Терребода. Въ пяти верстахъ далѣе находится мѣстечко Хайсторпъ съ бассейномъ и набережными для стоянки судовъ, перегрузки и склада товаровъ; въ этомъ мѣстѣ сгруппировано 9 шлюзовъ; $3\frac{1}{2}$ версты далѣе каналъ подходит къ мѣстечку Норкварнъ, гдѣ имѣется два шлюза съ подъемомъ, каждый въ 10 футовъ. У этого же мѣста каналъ пересекаетъ рѣчку Торведбекъ водопроводнымъ каменнымъ мостомъ съ 4 арками; это самый большой мостъ на всемъ каналѣ. Отсюда $7\frac{1}{2}$ версты далѣе, каналъ входитъ въ озеро Венернъ у мѣстечка Шеторпъ, чѣмъ и оканчивается собственно та часть воднаго пути изъ Балтійскаго моря въ Нѣмецкое, которая называется Готскимъ каналомъ.

У этого конца, находящагося на 145 футовъ выше уровня Балтійскаго моря, устроена гавань, огражденная каменными молами и имѣется сухой докъ съ мастерскими для починки судовъ.

Венернъ есть самое большое озеро Швеціи; оно занимаетъ 3200 кв. верстъ площади, имѣетъ 140 верстъ длины и въ наиболѣе широкомъ мѣстѣ 70 верстъ. Фарватеръ идетъ здѣсь къ западу, къ городу Венерсборгу, откуда онъ входитъ обводнымъ каналомъ «Карльс-Гравъ» въ рѣку Гета-Эльфъ, обходя Трольхетенскіе водопады и идетъ далѣе по рѣкѣ до Готенбурга, выходя далѣе въ Нѣмецкое море.

Трольхетенскіе водопады, при паденіи въ 112 футовъ, имѣютъ длину въ 714 саж.; расходъ воды составляетъ 78400 куб. футовъ въ секунду. Вода переливается съ ревомъ по скалистымъ уступамъ, обращаясь при этомъ въ пѣну и представляетъ для глазъ весьма величественный и живописный видъ, принося пользу нѣсколькимъ здѣсь находящимся заводамъ, которые движутся съ силою. Въ обходъ этихъ водопадовъ существуютъ два канала: 1) старый съ 8 шлюзами, о которомъ говорено было выше; изъ нихъ пять, соединенные вмѣстѣ, образуя пятикамерный шлюзъ, высѣчены цѣликомъ въ скаль; подъемъ этихъ

пяти шлюзовъ 72 фута *). Остальные три расположены нѣсколько ниже по каналу и также соединены вмѣстѣ; часть ихъ высѣчена въ скаль; подъемъ этихъ шлюзовъ 40 футовъ. Эта смѣлая постройка обращаетъ на себя вниманіе болѣе, чѣмъ все остальные сооруженія на каналѣ. Затворы здѣсь деревянные и размѣры камеръ нѣсколько меньше другихъ шлюзовъ. 2) Новый каналъ, длиною въ 943 саж., совпадая частью со старымъ, устроенъ въ 1814 году; онъ имѣетъ 11 шлюзовъ, одинаковыхъ размѣровъ съ шлюзами Готскаго канала.

При выходѣ опять въ Гета-Эльфъ ниже водопадовъ, путь продолжается далѣе по рѣкѣ, обходя два порога обводными каналами со шлюзами; первый паденіемъ въ $3\frac{1}{2}$ фута и второй «Лилля-Эдетъ», о которомъ сказано выше, длиною въ 571 саж., съ паденіемъ въ 9 футовъ, распределеннымъ на два шлюза. Далѣе путь уже продолжается безпрепятственно, слѣдуя по рѣкѣ до Нѣмецкаго моря.

Готскій каналъ, имѣя большое значеніе для торговой дѣятельности Швеціи, проведенъ кромѣ того по весьма живописной мѣстности. Чтобы проѣхать весь каналъ требуется по меньшей мѣрѣ 56 часовъ времени, но путешественники часто предпочитаютъ этотъ путь желѣзной дорогѣ, по которой въ 9 часовъ можно проѣхать изъ Стокгольма въ Готенбургъ; пассажирское движеніе на столько развито, что даетъ работу четыремъ пароходамъ, отправляющимся по очереди съ обѣихъ концовъ пути по два раза въ недѣлю.

У выходовъ изъ озеръ въ отдѣльныя части канала имѣются небольшіе гавани и огни; по озерамъ же, въ особенности между островами, фарватеръ вездѣ обозначенъ палами и другими знаками.

II. Готенбургъ.

Городъ Готенбургъ расположенъ на лѣвомъ берегу рѣки Гета-Эльфъ въ 3 верстахъ отъ ея устья (чер. 1 листа V).

Находясь недалеко отъ берега Нѣмецкаго моря, въ Кат-

*) По 14.4 фута каждый порогъ.

тегатъ, Готенбургъ имѣетъ прямое сообщеніе со всѣми приморскими городами Европы, а также и съ Америкой, и отправляетъ туда ежегодно пароходы съ переселенцами.

Около города рѣка имѣетъ значительную ширину, 250 саж., образуя въ этомъ мѣстѣ площадь въ 200000 кв. саж. при глубинѣ воды отъ 11 до 17 футовъ. Изъ этой площади одна часть въ 20000 кв. саж., около самаго города, отдѣлена отъ рѣки съ запада и съ сѣвера деревянными волноломами изъ трехъ сплошныхъ рядовъ свай съ насадками; волноломы усилены палами, а съ восточной стороны въ рѣку выступаетъ каменный моль, длиною въ 600 футовъ; онъ составляетъ пристань для приходящихъ съ моря пассажирскихъ пароходовъ.

Кромѣ этой гавани, внутри и вокругъ города проведены каналы съ каменными набережными; глубина ихъ достаточна для стоянки мелкихъ судовъ до 9 тонъ вмѣстимости. Здѣсь они разгружаются и нагружаются. Главный каналъ, называемый «большимъ портовымъ», начинается у гавани «Стура-Буммень» съ сѣвера у пароходной пристани и, идя къ востоку, раздѣляетъ городъ на двѣ части. Этотъ каналъ, шириною въ 140 футовъ и длиною въ 2000 футовъ, пересѣкается тремя мостами, изъ коихъ: крайній къ западу, у берега рѣки, желѣзный поворотный съ путемъ желѣзной дороги и проѣзжею частью съ тротуаромъ; другіе два устроены также изъ желѣза на каменныхъ быкахъ, въ три пролета, изъ коихъ средній подъемный для пропуска судовъ.

Этотъ каналъ продолжается далѣе къ востоку, гдѣ имѣетъ значительно меньшую ширину; въ разстояніи одной версты отъ города онъ соединяется съ рѣчкою Гульбергъ, впадающею въ «Сэве», притокъ рѣки Гета-Эльфъ. Рѣчка Гульбергъ, ниже того мѣста, гдѣ примыкаетъ къ ней каналъ, запружена, такъ что теперь вся вода изъ нея течетъ въ большой портовый каналъ. На каналѣ около городской черты построена каменная плотина со шлюзомъ для пропуска малыхъ судовъ, приходящихъ по рѣкѣ къ городу.

Плотина каменная съ чугунными затворами, плюзъ тоже каменный, но съ деревянными воротами.

Размѣры шлюза:

Длина двора	59 ф.
Ширина у воротъ	18 »
Глубина на порогѣ	6 »
Разность уровней	5.1 »
Высота стѣнъ надъ верхнимъ уровнемъ	2.9 »
Чистое отверстіе плотины	25 »

По срединѣ у затворовъ помѣщенъ быкъ въ 5 футовъ ширины. Основаніе всего сооруженія свайное, стѣны облицованы тесанымъ гранитомъ.

Къ южному берегу канала, ниже шлюза, примыкаетъ старый крѣпостной ровъ, который обходитъ весь городъ и соединяется въ другомъ концѣ со внутреннею гаванью рѣки.

Этотъ ровъ имѣетъ гранитныя набережныя и всѣ мосты, чрезъ него построенные, поворотные или подъемные. Онъ назначенъ для судовъ, приходящихъ съ строительными матеріалами, топливомъ и другими мелкими товарами, складываемыми прямо на набережныя; тутъ же помѣщается рыбная гавань съ рынкомъ. Къ большому портовому каналу идутъ отсюда два канала малыхъ размѣровъ, съ перекинутыми чрезъ нихъ каменными и чугунными постоянными мостами. Изъ этихъ каналовъ, называемыхъ «западнымъ и восточнымъ портовыми каналами», восточный проходитъ чрезъ весь городъ и соединяется съ рѣкою въ гавани Лилла-Буммень, назначенной собственно для судовъ, приходящихъ по рѣкѣ сверху. Къ востоку отъ этой гавани находится небольшой бассейнъ, пересѣченный деревяннымъ мостомъ; въ него входятъ барки съ каменнымъ углемъ, складъ котораго находится на восточной сторонѣ бассейна.

Къ западу отъ соединенія крѣпостнаго рва съ гаванью помѣщенъ дворъ для склада желѣза, съ особымъ бассейномъ. Далѣе къ западу тянется рядъ верфей и лѣсныхъ дворовъ съ столярными и лѣсопильными заводами; далѣе, вѣдъ предѣловъ

прилагаемаго плана, существуетъ еще новая городская верфь съ гаванью, отдѣленною отъ рѣки каменнымъ волноломомъ. Не доходя новой верфи, противъ мѣста называемаго «Клиппанъ», находится длинная деревянная пристань съ таможеннымъ караульнымъ домомъ, гдѣ всѣ приходящія мелкія суда должны останавливаться для таможенного осмотра.

Около гавани Лилла-Бумменъ выстроенъ въ послѣдній годъ желѣзный раскосный мостъ съ поворотною частью чрезъ рѣку Гета-Эльфъ. Этотъ мостъ основанъ на деревянныхъ сваяхъ, (срѣзанныхъ ниже горизонта низкихъ водъ), на которыхъ насажены чугунные цилиндры, поддерживающіе фермы моста. Такимъ же образомъ основаны и другіе мосты, построенные чрезъ вѣпостный ровъ. Подобнаго рода основаніе можно было допустить по причинѣ отсутствія ледохода на рѣкѣ; весь рѣчной ледъ измельчается при проходѣ пороговъ и слѣдовательно не можетъ производить вреднаго дѣйствія на сооруженія, находящіяся въ водѣ.

На востокъ отъ гавани Лилла-Бумменъ находится большое ровное мѣсто, отдѣленное отъ рѣки дамбою; оно прежде было залито водою, но послѣ отдѣленія его отъ рѣки осушено и въ настоящее время тутъ складываютъ (для поднятія поверхности) землю, вынимаемую со дна рѣки землечерпаніемъ, а также и отчасти баластъ съ судовъ, приходящихъ за лѣсомъ.

Протяженіе набережныхъ, кромѣ каналовъ внутри города, составляетъ 9100 пог. футовъ.

Количество судовъ и товара по статистическимъ свѣдѣніямъ за 1873 г., выражается въ слѣдующихъ размѣрахъ:

	Туземныхъ.		Иностранныхъ.		Всего.	
	Число.	Тонъ.	Число.	Тонъ.	Число.	Тонъ.
Парусныхъ судовъ:						
пришло.	454	12653	1232	154677	1636	167330
отшло.	887	19096	1007	145761	1894	164857
Пароходовъ:						
пришло.	299	26962	952	236654	1251	263616
отшло.	462	39252	746	215386	1208	255138
Итого.	2102	97963	3937	752978	6039	850941

Навигація производится почти круглый годъ. Іюль и августъ суть самые дѣятельные мѣсяцы года, когда приходитъ и отходитъ почти половина всего количества, т. е. 3020 судовъ, съ общою вмѣстимостью въ 425500 тонъ. Принимая, что каждое судно должно оставаться въ портѣ по крайней мѣрѣ четыре дня и полагая въ мѣсяцъ 26 рабочихъ дней, получимъ для каждаго судна 700 кв. саж. площади гавани, что составляетъ весьма достаточное помѣщеніе. Часть судовъ стоитъ у набережныхъ, а остальные швартуются къ паламъ, которые забиты для того, что грунтъ дна не держитъ якорей.

Въ одинъ мѣсяцъ можно нагрузить и выгрузить среднимъ числомъ 12 тонъ на погонномъ футѣ набережной и по тому необходимое протяженіе послѣднихъ получится, раздѣливъ 425500 на $2 \times 12 = 24$, что даетъ 18000 пог. футовъ. Набережные городскихъ портовыхъ каналовъ служатъ для судовъ, которыхъ вмѣстимость меньше 9 тонъ и которыя не входятъ въ этотъ расчетъ.

Большая часть судовъ приходитъ сюда съ баластомъ за лѣснымъ матеріаломъ, который составляетъ главный предметъ вывоза.

Для выгрузки баласта имѣется между лѣсными дворами особая набережная съ большою площадью; баластъ идетъ также для поднятія низменныхъ береговъ рѣки выше города. Нагрузка судовъ лѣснымъ матеріаломъ производится прямо у набережныхъ при лѣсныхъ дворахъ или при помощи подвозныхъ лодокъ, когда суда стоятъ въ гавани, пришвартованныя къ паламъ, которыя забиты здѣсь въ два ряда. У противоположнаго берега также забить рядъ палъ.

Выгрузка каменнаго угля, составляющаго большую часть привозимаго товара, производится посредствомъ воронокъ въ особыя барки, которыми онъ подвозится къ складу у гавани Лилла-Бумменъ или къ газовому заводу, находящемуся у рѣчной набережной близъ желѣзнаго склада.

Въ восточной сторонѣ города помѣщена конечная станція западной правительственной желѣзной дороги, отъ которой идутъ

вѣтви къ складамъ каменнаго угля и къ рѣчнымъ набережнымъ, пересѣкая всѣ каналы желѣзными поворотными мостами.

На площади около гавани Стура-Бумменъ уложены пути для составленія поѣздовъ и для стоянки пустыхъ вагоновъ; тутъ же, на углу у набережной находится главная таможенная контора съ навѣсомъ для товаровъ и рядомъ выстроены недавно три, соединенныхъ вмѣстѣ, магазина, каждый въ 5 этажей, для склада колоніальныхъ товаровъ и хлѣба; стѣны ихъ кирпичныя, а полы поддерживаются, въ нижнихъ этажахъ чугунными, а въ верхнихъ деревянными колоннами. Товары поднимаются пародѣйствующими кранами.

Городъ снабженъ хорошею ключевою водою, притекающею естественнымъ напоромъ въ открытый каменный резервуаръ, который выстроенъ на возвышенности къ югу отъ города.

Новая набережная, длиною въ 100 саж., устраивается въ настоящее время къ западу отъ гавани «Лилла Бумменъ», около новаго моста. Тутъ были прежде городскія купальни, которыя теперь переведены на средину рѣки около разводной части моста.

Эта новая постройка, равно какъ и другія существующія набережныя, устроены на сваяхъ слѣдующимъ образомъ (чер. 2 листъ VI).

Сперва на выровненное дно опущены ряжевые ящики съ наклонною переднею и двумя продольными вертикальными стѣнками, которыя связаны поперечными стѣнками, образуя такимъ образомъ ящики по 6 футовъ въ сторонѣ. До погруженія ихъ, съ наружной наклонной поверхности прибиты къ доскамъ, прикрывающимъ торцы поперечныхъ стѣнокъ, два горизонтальныхъ бруса, въ разстояніи по высотѣ 5 футовъ одинъ надъ другимъ, затѣмъ по погруженіи ящиковъ въ промежуткахъ между этими брусками и стѣнкою забиты шпунтовые доски. Внутри ящиковъ забито по 9 свай въ каждомъ, изъ коихъ 5 въ переднемъ ряду каждаго ящика забиты наклонно, для придаванія стѣнѣ большей устойчивости; всѣ остальные сваи

забиты вертикально. Промежутки между сваями въ ящикахъ наполнены щебнемъ и сваи срубаны вровень съ верхнимъ вѣнцомъ ящика горизонтально, на 3 фута ниже уровня воды. Каменная кладка стѣны сдѣлана изъ трубо околотаго песчаника съ гранитною тесовою облицовкою на цемянничномъ растворѣ (6 частей песка, 6 час. негашенной извести и $2\frac{1}{2}$ части цемянки) въ понтонныхъ ящикахъ, подобно тому какъ это описано выше въ статьѣ о Стокгольмѣ.

По причинѣ весьма слабого наноснаго грунта, составляющаго дно рѣки, сваи подъ каменную стѣну необходимо было забить на глубину 50 футовъ, а для уменьшенія давленія земли, засыпанной сзади, сдѣлали сначала фашинную кладку до уровня низкихъ водъ на сваяхъ, забитыхъ въ разстояніи $3\frac{1}{2}$ фута другъ отъ друга и срубанныхъ уступами горизонтально. Хотя этимъ значительно уменьшено давленіе земли на стѣну, но едва ли этотъ способъ можетъ быть признанъ удовлетворительнымъ, ибо при такомъ устройствѣ происходитъ постоянная осадка земли, а слѣдовательно и порча мостовой.

Не смотря на то, что весь городъ окруженъ высокими гранитными скалами, онъ самъ расположенъ на равнинѣ, грунтъ которой весьма слабъ, почему встрѣчаются большія затрудненія при возведеніи тяжелыхъ построекъ. Почти всѣ дома, расположенные по берегамъ рѣки, дали неравномерную осадку; нѣкоторые изъ нихъ приняли весьма сомнительный видъ и болѣе всего наклонились новые магазины, въ слѣдствіе чего и улица по набережной получила весьма значительный уклонъ отъ рѣки.

У края набережной устроенъ желобъ для принятія дождевой воды, которая отводится въ рѣку сквозь каменную стѣну особыми трубами, покрытыми сверху желѣзными рѣшетками. Для удержанія судовъ у набережныхъ имѣются каменные тумбы и причальные кольца на верхней поверхности стѣны. Тумбы вытесаны изъ гранита и задѣланы въ каменную кладку стѣны, которая имѣетъ во всѣхъ такихъ мѣстахъ утолщеніе на подобіе контрфорсовъ.

Въ углубленіяхъ на наружной поверхности стѣнъ набережныхъ устроены желѣзныя стремяни.

Уже давно заботились объ увеличеніи протяженія набережныхъ, въ чемъ, имѣется большая потребность, какъ ясно видно изъ прилагаемаго выше разчета. Для этой цѣли хотѣли сначала воспользоваться городскими портовыми каналами, но по незначительной глубинѣ они годны только для стоянки, какъ выше указано, небольшихъ судовъ; для того же, чтобы эти послѣдніе могли свободно входить и выходить, всѣ мосты сдѣланы или поворотными или подъемными. Но вмѣстѣ съ увеличеніемъ длины набережныхъ, необходимымъ оказывается устройство складовъ и углубленіе дна рѣки въ гаваняхъ, на что городомъ поручено было инженеръ-маіору Риккертъ составить проектъ и смѣту.

Для поясненія, въ какомъ положеніи находится это дѣло въ настоящее время, я привожу здѣсь выписку изъ протокола засѣданія гласныхъ городского правленія 8 іюня 1875 г., прилагая далѣе проектъ и смѣту маіора Риккерта.

«По полученіи магистратомъ города 7 мая 1874 года отъ дирекціи надъ портомъ, отношенія объ уширеніи и углубленіи гаваней порта и препровожденіи означеннаго отношенія въ городское правленіе на обсужденіе гласныхъ, пазначена была послѣдними особая коммисія изъ семи членовъ для разработки вопроса и для опредѣленія стоимости необходимыхъ по этому предмету работъ.

«При исполненіи возложеннаго на коммисію порученія, она одобрила проектъ Риккерта и, возвращая его въ городское правленіе, ходатайствовала объ исполненіи этого проекта во всѣхъ главныхъ его частяхъ.

«Коммисія также нашла, согласно мнѣнію дирекціи надъ портомъ, что уширеніе порта должно быть сдѣлано ниже города, а не съ верхней его стороны и что работы слѣдуетъ начать съ проложенія набережной вдоль берега у «Мастхуггетъ». Но коммисія должна была потомъ отъ этого отказаться по той

причинѣ, что владѣльцы лѣсныхъ дворовъ не были согласны уступить принадлежащую имъ полосу земли по берегу, а требовали, чтобы городъ купилъ у нихъ всѣ участки цѣликомъ. На этомъ основаніи, коммисія предложила скупить всѣ мѣста устроить набережную съ магазинами, проложить новыя улицы и желѣзныя пути для соединенія съ путями уже существующими и устроить станцію для составленія поѣздовъ, съ проведеніемъ отъ нея пути къ главной станціи вдоль новой аллеи съ южной стороны города.

«Изъ переговоровъ съ владѣльцами вышеупомянутыхъ мѣстъ оказалось, что этотъ проектъ нельзя привести въ исполненіе безъ значительныхъ денежныхъ затратъ для города и потому его пришлось временно отложить.

«Проектъ Риккерта, одобренный коммисіею, заключается въ устройствѣ, по срединѣ гавани, къ западу отъ конца существующей пароходной пристани, каменнаго мола, длиною въ 2000 футовъ и шириною въ 282 фута (чер. 1 листъ V). При этомъ предполагается пароходную пристань уширить до 150 футовъ и провести къ новому молу вѣтвь отъ желѣзной дороги, пересѣкая большой портовый каналъ косымъ мостомъ. Разстояніе конца проектируемаго мола до существующей набережной есть 630 футовъ, а наименьшая ширина отдѣленной моломъ части гавани, у пароходной пристани, составляетъ 325 футовъ. Длина набережныхъ вокругъ новаго мола будетъ въ 4260 футовъ, что на 1260 футовъ превышаетъ длину набережныхъ при первомъ проектѣ. Кромѣ того на молѣ предполагается устроить пути съ развѣздами, магазины, краны и другія принадлежности. Осуществленіе этого проекта никакимъ образомъ не воспрепятствуетъ исполненію прежде описаннаго, если съ возрастаніемъ торговой дѣятельности города въ этомъ окажется надобность.

«Кромѣ этихъ проектовъ предложенъ былъ еще третій г. Лефлеромъ, заключавшійся въ устройствѣ мола къ западу отъ города параллельно берегу, оставляя около него каналъ, шири-

ною въ 120 футовъ и глубиною въ 10 футовъ. Но проектъ этотъ представлялъ столько неудобствъ, что онъ оставленъ безъ вниманія.

«Какимъ бы образомъ ни были устроены набережныя, невозможно будетъ совершенно избѣжать нагрузки и выгрузки лѣснаго матеріала и каменнаго угля при помощи подвозныхъ лодокъ.

«Такъ какъ съ окончаніемъ постройки горнозаводской желѣзной дороги слѣдуетъ ожидать увеличенія количества лѣса и угля, то лучше всего отвести мѣста для склада лѣса поближе къ станціи, именно выше нынѣшняго склада каменнаго угля, гдѣ по принципѣ незначительной ширины рѣки и небольшой глубины, затруднительно устройство набережныхъ для большихъ судовъ; кромѣ того не слѣдуетъ, какъ выше было замѣчено, уширять портъ выше города, не занявъ ранѣе всѣхъ нижнихъ частей рѣки. Къ этому надобно замѣтить, что приспособленіе берега къ нагрузкѣ барокъ лѣсомъ не помѣшаетъ приспособить этотъ же берегъ со временемъ къ помѣщенію около него большихъ судовъ, если увеличеніе торговли города этого потребуетъ. Наконецъ, такъ какъ потребность увеличенія порта въ такихъ большихъ размѣрахъ предвидится только въ далекомъ будущемъ, то не своевременно было бы обременять теперь городъ лишними издержками на устройство въ этомъ мѣстѣ набережной для большихъ судовъ.

«Основываясь на вышесказанномъ, коммисія находитъ необходимымъ въ настоящее время устроить на бережную съ 10 футовой глубиною вдоль искусственнаго берега къ востоку отъ города и вмѣстѣ съ тѣмъ тутъ же подготовить, поднятіемъ поверхности земли, площадь для будущей станціи горнозаводской дороги.

«Что касается глубины воды въ нижней части порта и проектированныхъ тамъ сооружений, то коммисія находитъ, что надобно придерживаться проекта Риккerta объ устройствѣ мола по срединѣ рѣки; замѣчая, что вмѣсто пріобрѣтенія плавучаго крана для выгрузки и нагрузки тяжелыхъ товаровъ, лучше поставить на новомъ молѣ два большихъ крана: одинъ на вос-

точномъ концѣ, а другой на западномъ, перенеся кранъ, находящійся у корня пароходной пристани, на одно изъ вышеуказанныхъ мѣстъ. Общій итогъ смѣты едва ли отъ этого увеличится, ибо на пріобрѣтеніе и установку одного новаго береговаго крана потребуются денегъ не больше того, что стоитъ одинъ плавучій крайъ».

«Такъ какъ коммисія соглашается съ тѣмъ, чтобы для увеличенія протяженія набережныхъ и устройства складочныхъ наклаузовъ воспользовались берегомъ къ западу отъ города, устроивъ тамъ товарную станцію, которая соединялась бы вѣтвью съ главною дорогою вдоль новой аллеи, то рѣшено принять этотъ проектъ въ основаніе будущаго уширенія порта, не приступая однако къ работамъ ранѣе, чѣмъ владѣльцы лѣсныхъ дворовъ сами убѣдятся въ общей пользѣ такого устройства и согласятся уступить свои участки за болѣе умѣренную цѣну».

«Что касается до дальнѣйшаго распространенія набережныхъ къ западу вдоль берега, то нельзя ничего рѣшить пока нѣтъ данныхъ относительно какъ самаго устройства, такъ и возможности провести тамъ рельсовый путь. Для собранія данныхъ по этому предмету приступлено теперь къ производству изысканій.

«Коммисія находитъ достаточнымъ пока ограничиться первыми предложеніями.

«Относительно срока, въ который работы могутъ быть окончены, то по многимъ причинамъ нельзя сказать ничего опредѣлительнаго; коммисія предполагаетъ однако, что для устройства мола съ набережными, что составляетъ главную часть построекъ, потребуется около 15 лѣтъ.

«Стоимость работъ по устройству мола съ набережными, разсчитана, въ 4000000 шведскихъ коронъ.

«На основаніи вышесказаннаго, коммисія постановила препроводить слѣдующіе главные вопросы на окончательное рѣшеніе гласныхъ городского управленія:

«1) Объ устройствѣ мола по срединѣ рѣки, къ западу отъ конца существующей пароходной пристани, длиною въ 2000

фут., шириною въ 282 фута, объ уширеніи пароходной пристани до 150 ф., о соединеніи новаго мола рельсовымъ путемъ съ существующею дорогою около таможеннаго дома и о постройкѣ косаго поворотнаго моста чрезъ большой портовый каналъ. Въмѣстѣ съ тѣмъ на новомъ молѣ должны быть уложены рельсовые пути, устроены магазины, поставлены краны и проложена проѣзжая улица, согласно проекту г. Риккерта, и установлень одинъ большой новый кранъ въ замѣнъ плавучаго.

«2) Обь устройствѣ набережной, съ 10 футовою глубиною воды, къ востоку отъ города до устья рѣчки Гульбергъ.

«3) О производствѣ землечерпаній для углубленія рѣки:

«а) до 20 футовой глубины средней полосы фарватера, внутренней гавани и части у берега отъ западнаго деревяннаго волнолома до балластнаго двора.

«б) до 17 футовой глубины полосы въ 50 футовъ ширины съ сѣвера вдоль средняго фарватера и гавани Стура-Бумменъ.

«в) до 15 футовой глубины отъ гавани Стура-Бумменъ до новаго чрезъ рѣку моста на ширинѣ 50 футовъ вдоль сѣвернаго берега.

«г) до 10 футовой глубины вдоль всей новой набережной къ востоку отъ города до устья рѣчки Гульбергъ.

«4) О замѣнѣ 85 палъ желѣзными бакенами, прикрѣпленными ко дну мертвыми якорями, согласно проекту г. Риккерта.

Проектъ инженеръ-маіора Риккерта, объ улучшеніи и уширеніи порта въ Готенбургъ.

«Проектъ заключается въ устройствѣ мола по срединѣ рѣки, что до сихъ поръ считали удобнымъ только послѣ устройства набережной къ западу отъ города.

«Желѣзная дорога пройдетъ отъ площади съ южной стороны таможеннаго дома косымъ поворотнымъ, съ тротуарами, мостомъ чрезъ большой портовый каналъ (чер. 1 листа V). Вѣтвь эта съ обѣихъ сторонъ моста пойдетъ по кривымъ, описаннымъ радіусами въ 900 футовъ.

«Новый молъ будетъ имѣть по оси длину въ 2000 футовъ.

«Для удобнаго сообщенія между новымъ моломъ и берегомъ, необходимо существующую пароходную пристань уширить до 150 футовъ, чѣмъ также выиграется мѣсто для склада товаровъ.

«Глубины у набережныхъ предполагаются слѣдующія:

Въ гавани Стура-Бумменъ. 15 футовъ.

Къ западу отъ пароходной пристани, вдоль старой набережной. 17 »

У новаго мола 20 »

Длина набережныхъ состоитъ. 4260 »

«Общее расположеніе вѣхъ построекъ представлено на поперечномъ разрѣзѣ мола (чер. 7 листа IV).

«Наружная стѣна магазиновъ отстоитъ отъ края набережной на 6 футовъ; полъ нижняго этажа лежитъ въ одной плоскости съ платформами вагоновъ или на 4 — 5 футовъ выше поверхности мола.

«Ширина магазиновъ, помѣщенныхъ съ обѣихъ сторонъ мола, 65 футовъ; по срединѣ между ними, вдоль оси мола, предположена улица, шириною въ 40 фут., съ тротуарами по 10 ф. съ обѣихъ сторонъ; она будетъ освѣщаться газомъ. По обѣимъ сторонамъ улицы уложено будетъ по два рельсовыхъ пути и наконецъ между этими послѣдними и магазинами оставлены полосы, шириною по 14 футовъ для того, чтобы на лошадяхъ можно было подъѣзжать къ магазинамъ, не останавливая движенія по рельсовымъ путямъ.

Сначала достаточно поставить по два магазина съ каждой стороны мола, каждый длиною въ 400 футовъ, т. е. въ длину двухъ кораблей. Между магазинами предполагается оставить открытыя мѣста, длиною каждое въ 60 футовъ, и уложить на нихъ пути, въ 20 футахъ отъ края набережной, соединивъ ихъ съ главными путями посредствомъ поперечныхъ вѣтвей съ поворотными кругами. Противъ каждаго поперечнаго пути предполагается поставить по крану въ 5 или

6 тоннъ, для нагрузки тяжелыхъ вещей прямо съ судовъ на вагоны. Если со временемъ захотятъ на этихъ открытыхъ мѣстахъ мола построить навѣсы или другія сооруженія, то это можно будетъ сдѣлать не трогая путей, такъ какъ между ними остается еще много свободного мѣста.

«Пристани для лодокъ и небольшихъ пароходовъ необходимо будетъ устроить, для чего могутъ служить плавучіе понтоны, соединенные съ моломъ мостами; такія пристани будутъ и дешевле и болѣе удобопримѣнны и имѣютъ еще то преимущество предъ постоянными, что могутъ быть перемѣнены въ случаѣ надобности.

«Расстояніе отъ западнаго конца мола до городской набережной равняется 630 футамъ, а у пароходной пристани ширина гавани 325 футовъ. Въ этой гавани мѣста достаточно для помѣщенія мертвыхъ якорей для стоянки судовъ съ такимъ товаромъ, выгрузка котораго обыкновенно производится при помощи подюзныхъ лодокъ, какъ напр. лѣснаго матеріала, камня, угля, желѣза и т. п.

«Къ сѣверу отъ мола, на разстояніи 250 футовъ, предполагается также укрѣпить рядъ мертвыхъ якорей, за которымъ оставляется полоса, шириною въ 250 футовъ и глубиною въ 20 футовъ для свободного прохода судовъ. Съ сѣвера эта полоса ограничивается также рядомъ мертвыхъ якорей, за которымъ слѣдуетъ имѣть фарватеръ для барокъ, шириною въ 50 футовъ и глубиною въ 17 футовъ.

«Существующій нынѣ кранъ въ 36 тоннъ, находящійся на весьма неудобномъ мѣстѣ, у корня пароходной пристани съ той стороны, съ которой предполагается ее уширить, надобно перенести на одинъ изъ концовъ новаго мола.

«Одновременно съ составленіемъ настоящаго проекта было также поручено пріобрѣсти для порта плавучій кранъ для выгрузки громоздыхъ товаровъ съ судовъ, стоящихъ на якорѣ. Такой кранъ въ 60 тоннъ находится при военномъ портѣ въ Копенгагенѣ.

«Этотъ кранъ состоитъ изъ треножника, высотой въ 60 ф., установленнаго на желѣзномъ понтонѣ. Переднія двѣ ноги, вращающіяся у нижнихъ своихъ опорныхъ точекъ, удерживаются третьею, прикрѣпленною нижнимъ концомъ къ гайкѣ движущейся по горизонтальному винту, который приводится въ движеніе паромъ. Этотъ механизмъ служитъ для горизонтальнаго перемѣщенія поднятаго краномъ груза. Подъемъ производится двумя полиспастами съ цѣпами. Балластомъ понтону служитъ вода, впускаемая въ два танка и выкачиваемая оттуда особо для этого назначенными насосами. На понтонѣ помѣщается два паровыхъ котла и двѣ машины, отдѣльныя для каждаго изъ полиспастовъ. Барабаны для цѣпей вращаются при помощи безконечныхъ винтовъ. На понтонѣ кромѣ того устроено помѣщеніе для команды.

«Такой кранъ, безъ всякаго сомнѣнія, можетъ въ портѣ приносить большую пользу. Тяжелыя вещи, какъ то: паровые котлы, вагоны, жернова и пр., могутъ быть этимъ краномъ сняты съ кораблей, стоящихъ на якорѣ, и поставлены въ какое угодно мѣсто порта, при чемъ приходится буксировать кранъ пароходомъ.

«Кромѣ пользы, приносимой краномъ при выгрузкѣ судовъ, можно имъ пользоваться: для поднятія судовъ при осмотрѣ подводныхъ ихъ частей, для поднятія затонувшихъ кораблей и т. п. Но если польза большая, то и стоимость его значительная. Копенгагенскій кранъ стоитъ 150000 коронъ. Команда при немъ должна состоять изъ командира, машиниста и двухъ матросовъ.

Расходъ на содержаніе крана въ первой половинѣ 1873 года былъ. 5580 коронъ
Во второй половинѣ 1873 годъ 4626 »
10206 коронъ

«Доходъ, доставляемый краномъ (brutto), былъ въ 1873 г. всего 7484 короны.

«Принимая во вниманіе, что товарное движеніе въ Готен-

бургъ далеко не такъ дѣлательно, какъ въ Копенгагенѣ, трудно установить такую плату за пользованіе краномъ, при которой окупилась бы расходъ на содержаніе его, съ прибавкою процентовъ на затраченный капиталъ, и потому приобрѣтеніе плавучаго крана было бы сопряжено съ довольно значительными денежными затратами.

«По вышеописанному проекту получится много мѣста какъ для стоянки судовъ, такъ и для склада товаровъ. Но работы по улучшенію порта нельзя все таки считать оконченными ранѣе, чѣмъ будутъ выстроены набережныя вдоль берега къ западу отъ города; по этому, мысли о такихъ работахъ ни въ какомъ случаѣ не слѣдуетъ оставлять, хотя можетъ быть и придется долго ждать, пока средства города позволять сдѣлать необходимые для этого расходы.

«Безъ сомнѣнія движеніе по набережнымъ со временемъ увеличится до такой степени, что будетъ не безопасно производить передвиженіе всѣхъ товаровъ по одному, уже существующему пути, вдоль берега рѣки.

«Вѣтъ къ порту идетъ теперь отъ главной станціи мимо гавани Лилла-Бумменъ и далѣе подходитъ къ набережнымъ города до желѣзнаго склада, пересѣкая площадь около таможеннаго дома. На этой площади имѣется достаточно мѣста для развѣздныхъ и запасныхъ путей и для рапжировки товарныхъ поѣздовъ, почему я полагаю, что отъ новаго мола можно провести путь къ этой площади, а также оставить путь вдоль набережной въ томъ видѣ, въ какомъ онъ существуетъ. Когда же къ западу отъ города набережныя со складами будутъ устроены, то немисливо будетъ уже производить передвиженія всѣхъ товаровъ, собирающихся здѣсь, по уложенному вдоль берега пути, хотя бы и рѣшились съ затратою большихъ суммъ расширить набережную для укладки новыхъ рельсовыхъ путей.

«Въ этомъ случаѣ необходимо будетъ провести желѣзную дорогу съ южной стороны города вдоль существующей новой аллеи.

«Возможность проведенія дороги такимъ образомъ доказываетъ Гамбургъ, гдѣ соединительная вѣтъ между Кильскою и Берлинскою желѣзными дорогами проведена чрезъ городъ по направленію прежнихъ крѣпостныхъ верковъ, обращенныхъ въ настоящее время въ сады. Хотя по этой вѣтви существуетъ весьма большое движеніе поѣздовъ, но оно нисколько не мѣшаетъ общему движенію по улицамъ.

«Съ проведеніемъ пути вдоль аллеи необходимо устроить станцію для составленія поѣздовъ, для чего можетъ служить площадь къ югу отъ проектируемыхъ набережныхъ.

«На прилагаемомъ планѣ города (чер. 1 листа V) представлено общее расположеніе новаго мола, набережныхъ, магазиновъ и рельсовыхъ путей, равно какъ и расположеніе мертвыхъ якорей въ рѣкѣ.

«Если улучшеніе и уширеніе порта будетъ исполнено согласно вышеизложенному, то Готенбургъ можетъ состязаться со многими первоклассными портами удобствомъ расположенія путей и передвиженіемъ товаровъ отъ складочныхъ мѣстъ къ станціи желѣзной дороги.

«При исполненіи работъ не могутъ встрѣтиться большія затрудненія въ техническомъ отношеніи.

«Всѣ необходимые матеріалы, за исключеніемъ фашиновъ, имѣются почти подъ рукою; фашины же, количествомъ до 1.400000 штукъ, придется привозить или по желѣзной дорогѣ, или съ береговъ озера Венернъ, почему съ точностью нельзя опредѣлить цѣну ихъ теперь. Въ смѣтѣ цѣна назначена выше той, по которой онѣ до сихъ поръ были доставляемы

Смѣта.

I. Работы, которыя должны быть исполнены въ первый періодъ времени.

«А. Землечерпаніе для увеличенія глубины рѣки по фарватеру и у набережныхъ, всего 901603 куб. саж. 788125 коронъ.

«Б. Набережныя.

«Устройство набережныхъ вокругъ поваго мола, погруженіе фашинъ, съ за-
смыкою ихъ камнемъ, и устройство пово-
ротнаго моста, со всѣми къ нему прина-
длежностями, чрезъ большой портовый ка-
наль, а также уширеніе пароходной при-
стани 2.141830 коронъ.

«Устройство набережной къ востоку
отъ города до устья рѣчки «Сэве» . . . 426000 »

«В. Причалы.

«85 мертвыхъ якорей, трехъ различ-
ныхъ величинъ, съ укрѣпленіемъ ихъ на
днѣ рѣки. 170000 »

«Г. Краны.

«Плавучій паровой кранъ въ 60 тонъ. 150000 »

«Различные мелкіе краны отъ 1 до 6
тонъ и перенесеніе существующаго крана. 100000 »

«Д. Исправленіе землечерпательной
машины, буксированіе и приобрѣтеніе ша-
ландъ 50000 »

«Е. Различные мелкіе и непредвиди-
мые расходы. 174045 »

Итого . . . 4.000000 коронъ.

«II. На работы по устройству набе-
режной, со складами, и рельсовыхъ путей
къ западу отъ города, безъ расходовъ на
приобрѣтеніе земель 1.900000 коронъ.

Этотъ проектъ, подписанный инженеръ-маіоромъ Риккер-
томъ пока еще не утвержденъ, но надобно полагать, что утверж-
деніе скоро послѣдуетъ и работы немедленно будутъ начаты.

Къ сооруженіямъ, существующимъ въ Готенбургѣ для по-
стройки и починки судовъ, надобно на первомъ планѣ поставить
цѣлый рядъ верфей въ связи съ лѣсными дворами, столярными

и лѣсопильными заводами, расположенными вдоль лѣваго бе-
рега рѣки, къ западу отъ города.

На этихъ верфяхъ, назначаемыхъ специально для построй-
ки и починки коммерческихъ деревянныхъ парусныхъ судовъ,
имѣется множество открытыхъ деревянныхъ эллинговъ, при-
способленія для килеванія судовъ, сушильни для лѣса, мастер-
скія, кузницы, заводы для приготовленія вара и дегтя и
другія необходимыя для этого принадлежности. Противъ каж-
дой верфи имѣются небольшія гавани, отдѣленные отъ рѣки
деревянными или каменными молами. Самая большая изъ этихъ
верфей, называемая «Кустень», имѣетъ кромѣ того приспособле-
ніе для вытаскиванія мелкихъ судовъ на берегъ.

Въ самомъ городѣ, у набережной рѣки имѣется механичес-
кій и пароходный заводъ Кейлера, который сгорѣлъ въ ноябрѣ
1875 г. Здѣсь начата была постройка Мортонова эллинга, но
по недостатку мѣста она была оставлена.

Съ правой стороны рѣки существуютъ два механическихъ
и пароходныхъ завода: Эриксбергъ и Линдхольмень. Изъ нихъ
второй, составляющій отдѣлъ завода Мотала, производитъ
весьма большія постройки и починки судовъ. При этомъ заводѣ
(чер. 2 лис. V) имѣются слѣдующія постройки: 1) контора и
правленіе; 2) техническое бюро; 3) модельная и столярная
мастерскія; 4) машинное зданіе; 5) газовый заводъ; 6) газголь-
деръ; 7) литейная; 8) кузницы; 9) мастерская для сгибанія
листовъ; 10) машинное заведеніе для Мортоновыхъ эллинговъ,
11) 21 магазинъ, навѣсы и склады матеріаловъ; 22—29) жи-
лые дома для служащихъ и рабочихъ при заводѣ; 30) мачто-
вая мастерская; 31) круглая пила, 32) вальки для загиба тол-
стыхъ листовъ; 33) 34) и 35) склады инструментовъ; 36) шпан-
гоутная мастерская; 37) мачтовый кранъ, 38) два Мортоновыхъ
эллинга 39) два строительныхъ эллинга и 40) сухой докъ.

Этотъ заводъ строитъ много судовъ какъ для Швеціи, такъ
и для иностранныхъ государствъ; его теперь предполагають
увеличить постройкою двухъ новыхъ эллинговъ и удлинненіемъ

существующихъ, установкою большихъ паровыхъ молотовъ для выковки крупныхъ вещей, устройствомъ пабережныхъ (согласно показаннымъ на чертежѣ линіямъ) и окончаніемъ постройки сухого дока, который уже почти готовъ, за исключеніемъ машиннаго зданія.

Этотъ докъ помѣщается, какъ видно по плану, въ ложбинѣ между скалами и весь, высѣченъ въ скалѣ, исключая шлюзной части. Во время производства работъ мѣсто защищено было отъ рѣзки перемычкой, а для удаленія ключевыхъ водъ на перемычкѣ былъ поставленъ локомобиль съ центробѣжнымъ насосомъ.

Выемка скалы производилась при помощи динамита.

Отверстіе дока закрывается желѣзнымъ батопортомъ (чер. 5 листа V), устроенномъ тутъ же на заводѣ, который при ввѣдѣ и выводѣ судовъ отводится въ сторону и устанавливается въ углубленіи наружной лѣвой стѣны дока. На днѣ двора (чер. 3, 4, 6 и 7 листа V), выравненномъ слоемъ бетона, уложенъ по оси рядъ кильб оковъ, прикрѣпленныхъ къ нижнимъ брусьямъ, задѣланнымъ въ бетонѣ.

Для стока воды, дно имѣетъ уклонъ отъ середины къ краямъ, по которымъ устроены кюветы съ уклономъ къ шлюзной части дока, у которой въ лѣвой стѣнѣ сдѣланы вертикальныя борозды для помѣщенія трубъ насоса. Тутъ же у обѣихъ стѣнъ имѣются каменные лѣстницы для схода, а въ задней части дока предполагается помѣстить наклонную плоскость со стреминками, для спуска матеріаловъ.

Размѣры дока.

Длина отъ линіи затвора до конца, по верху 315 футовъ.

Ширина по верху 75 »

» у дна 50 »

Глубина воды надъ порогомъ 20 »

Дно камеры дока опущено на 4 фута ниже порога и кильблоки, расположенные въ разстояніи 5 футовъ другъ отъ друга, имѣютъ такую же высоту, т. е. 4 фута.

Верхній край стѣнъ дока поднять надъ уровнемъ воды на $5\frac{1}{2}$ фута и отступаетъ отъ основанія на $12\frac{1}{2}$ фута.

Вся глубина камеры составляетъ $29\frac{1}{2}$ фут

Впереди затвора, на разстояніи 10 футовъ, сдѣ-

ланы пазы для шандоровъ въ $3\frac{1}{2}$ »

Ширина отверстія въ шлюзной части дока:

по верху 50 »

» низу 48 »

Порогъ имѣетъ видъ обратнаго свода, описаннаго радіусомъ въ 105 футовъ. Лицевая поверхность стѣнъ тоже слегка скруглена. Вся шлюзная часть съ порогомъ и нѣкоторыя части стѣнъ сдѣланы изъ тесовой гранитной кладки на цементѣ.

Машинное зданіе съ насосами поставлено съ лѣвой стороны дока.

Для указанія входа въ Готенбургъ со стороны моря, на скалѣ Винга, къ западу отъ устья рѣки Гета-Эльфъ, подъ $57^\circ 31.1'$ сѣв. шир. и $11^\circ 36.3'$ вост. долг. отъ Гринича, выстроены пирамидальный, выкрашенный краснымъ цвѣтомъ, каменный знакъ, по обѣимъ сторонамъ котораго, съ сѣвера и съ юга, находится по маяку, въ разстояніи 400 футовъ другъ отъ друга.

Башни этихъ маяковъ каменные: южнаго маяка бѣлая, сѣвернаго свѣтложелтая.

Высота основанія надъ уровнемъ моря . . . 60 футовъ.

Высота башенъ:

Южной 41 »

Сѣверной 37 »

Высота огней надъ уровнемъ моря около . . 90 »

Дальность видѣнія огней составляетъ 14 морскихъ миль.

Обоими маяками освѣщается весь горизонтъ, но затемняется каменнымъ знакомъ: для сѣвернаго маяка по направленію SW, а для южнаго NNO.

Освѣтительный аппаратъ южнаго маяка принадлежитъ къ катодіотрическимъ III разряда съ постояннымъ огнемъ бѣлаго цвѣта. На сѣверномъ маякѣ аппаратъ тоже катодіотрической,

по IV разряда съ двумя вращающимися стеклами, дающими каждыя три минуты сильныя блистанія въ продолженіи нѣсколькихъ секундъ, послѣ которыхъ огонь маяка совершенно исчезаетъ.

Къ востоку отъ маяковъ стоятъ дома для сторожей и лоцмановъ, выкрашенные краснымъ цвѣтомъ; тутъ же помѣщается оптический телеграфъ. Къ западу лежитъ небольшое зданіе съ рупоромъ, выходящимъ сквозь крышу. Въ этотъ рупоръ даются сигналы въ туманную погоду пронзительнымъ звукомъ, продолжающимся около 5 секундъ и слышимымъ въ тихую погоду на разстояніи 4 миль. Для произведенія звука въ зданіи находится особая воздуходувная машина. Тутъ же имѣются сигнальныя пушки, при помощи которыхъ, двумя послѣдовательными выстрѣлами, отвѣчаютъ на сигналы, подаваемые съ моря въ туманную и въ бурную погоду.

Около этихъ маяковъ имѣется кромѣ того сигнальный аппаратъ, состоящій изъ мачты съ реею, на который поднимаютъ сигналы въ видѣ шаровъ и конусовъ съ поясами, для предувѣдомленія мореплавателей, когда плавающие маяки въ Каттегатѣ и въ Зундѣ не находятся на своихъ мѣстахъ.

У этихъ маяковъ имѣются всегда лоцмана.

Огни установлены: на южномъ маякѣ въ 1841 году, на сѣверномъ въ 1854 г. немедленно послѣ устройства башенъ.

Отсюда фарватеръ идетъ между скалами къ устью рѣки Гета-Эльфъ и освѣщается четырьмя направляющими огнями, изъ которыхъ три находятся съ южной стороны, а одинъ съ сѣверной у самого устья рѣки.

Считая отъ моря, маяки идутъ въ слѣдующемъ порядкѣ:

1) Бушеръ, на скалѣ того же названія, къ югу отъ фарватера ($57^{\circ} 38.3'$ сѣв. шир. и $11^{\circ} 40.8'$ восточ. долг.).

Освѣтительный аппаратъ сидеральный, съ постояннымъ бѣлымъ огнемъ, освѣщаетъ весь горизонтъ; на близкомъ разстояніи огонь со стороны моря кажется краснымъ, что достигается тѣмъ, что съ этой стороны нижнее стекло фонаря красное.

Фонарь помѣщается надъ сторожевымъ домомъ, выкрашеннымъ красною краскою.

Высота огня надъ уровнемъ моря 84 фута.

Дальность видѣнія отъ 8 до 10 миль.

Огонь поставленъ въ 1841 году.

2) Бетте ($57^{\circ} 39'$ с. ш. и $11^{\circ} 43.3'$ в. д.) освѣщаетъ бѣлымъ постояннымъ огнемъ весь горизонтъ. Фонарь съ сидеральнымъ аппаратомъ помѣщается, также какъ на предыдущемъ маякѣ, надъ краснымъ сторожевымъ домомъ.

Высота огня надъ уровнемъ воды 46 футовъ.

Дальность видѣнія отъ 8 до 10 миль.

Огонь поставленъ, съ южной стороны фарватера, въ 1841 г.

3) Іевешеръ, на скалѣ того же названія, къ югу отъ фарватера ($57^{\circ} 39.8'$ с. ш. $11^{\circ} 46.3'$ в. д.).

Фонарь съ огнемъ краснаго цвѣта помѣщается на юго-западномъ углу сторожеваго дома и освѣщаетъ часть горизонта отъ W чрезъ S и O до NOtO, что достигается ширмами.

Огонь поставленъ въ 1866 г. И наконецъ

4) Эльфсборгъ, съ сѣверной стороны фарватера у самого устья рѣки, ($57^{\circ} 41.2'$ с. ш. $11^{\circ} 50.5'$ в. д.) освѣщаетъ фарватеръ по обѣ стороны постоянными бѣлыми огнями; кромѣ того для указанія положенія подводныхъ скалъ къ сѣверу отъ фарватера, называемыхъ «Скалькоргарне», огонь маяка освѣщаетъ краснымъ цвѣтомъ уголъ отъ NW 80° до NW 20° . Фонарь помѣщается въ небольшой башенкѣ на вершинѣ южнаго бастиона, находящагося на скалѣ укрѣпленія.

Для поднятія торговаго значенія города старались всѣми силами улучшить портъ, единственный, можно сказать, въ Швеціи, примыкающій къ открытому океану.

Находясь въ значительно лучшихъ климатическихъ условіяхъ, чѣмъ другіе порты Швеціи, онъ не имѣетъ вовсе ледохода и замерзаетъ на весьма непродолжительное время: въ самые сильные морозы только на 3 мѣсяца. Гавань совер-

шенно укрыта отъ вѣтровъ окружающими ее со всѣхъ сторонъ высокими горами и горизонтъ воды измѣняется лишь только весною и при продолжительномъ морскомъ вѣтрѣ, поднимаясь на незначительную высоту.

Единственные, можно сказать, недостатки этого порта суть: плохой грунтъ дна для якорной стоянки, затрудняющій даже нѣсколько возведеніе сооружений, и трудность входа между островами и подводными скалами; но этотъ послѣдній недостатокъ теперь почти совершенно устраненъ устройствомъ маяковъ и другихъ знаковъ, указывающихъ путь входящимъ и выходящимъ изъ порта судамъ.

Городъ самъ поражаетъ своею чистотою; всѣ набережныя каналовъ гранитныя, улицы покрыты кубическою гранитною мостовою и освѣщены газомъ; вездѣ, гдѣ только существуютъ открытыя свободныя мѣста, разведены сады, придающіе городу весьма оживленный видъ. Въ городѣ имѣется техническое училище съ тремя отдѣленіями: для инженеровъ и архитекторовъ, для механиковъ и для химиковъ, но программа довольно ограниченная, такъ что ученики получаютъ только легкую подготовку, чтобы потомъ быть въ состояніи практическою дѣятельностію развитъ свои познанія. Кромѣ того имѣется морское училище и много филантропическихъ учреждений, основанныхъ и содержимыхъ исключительно частными средствами.

Здѣсь поддерживается правильное пароходное сообщеніе съ Англіею (Лондонъ), Гамбургомъ, Христианіею, Копенгагеномъ и Любекомъ, а также и со всѣми приморскими городами, начиная отъ норвежской границы до Стокгольма.

III. Мальмэ.

Городъ Мальмэ расположенъ въ самой южной части Скандинавскаго полуострова, нѣсколько къ сѣверу отъ мыса Фальстербу, противъ Копенгагена. Находясь въ Зундѣ, въ началѣ залива Ломма, портъ обращенъ къ сѣверу, а слѣдовательно

защищенъ естественнымъ образомъ отъ всѣхъ вѣтровъ, исключая тѣхъ, которые дуютъ по направленію пролива, т. е. NtW.

Этотъ городъ, имѣвшій прежде важное стратегическое значеніе, какъ главная защита провинціи Сконе, приобрѣлъ также, въ слѣдствіе своего мѣстоположенія, извѣстность въ торговомъ отношеніи, такъ что уже въ началѣ XVI вѣка считался первымъ торговымъ городомъ Даніи, послѣ Копенгагена. Онъ былъ тогда центромъ сельдянаго промысла всего края.

Въ слѣдствіе постоянныхъ войнъ между Швеціею и Даніею (отъ 1563 до 1710 г.), во время которыхъ, при заключеніи мира въ Роскильдѣ 1658 году, провинціи Сконе, Халландъ и Блекинге перешли къ Швеціи, торговля города въ 1710 году была въ такомъ упадкѣ, что пятьдесятъ слѣдующихъ за тѣмъ лѣтъ мира не въ состояніи были поднять ее снова; въ этотъ періодъ времени количество жителей, бывшее всего 2000 человекъ, увеличилось только нѣсколькими десятками.

Тогда одинъ изъ гражданъ, по имени Францъ Суэль, видя единственное спасеніе города отъ гибели въ устройствѣ порта, съ величайшею силою воли и настойчивостію привелъ свою идею въ исполненіе.

До того времени корабли останавливались далеко отъ берега на рейдѣ, товары выгружались сперва въ подводныя лодки съ небольшою осадкою и затѣмъ производилась перегрузка ихъ въ телеги, которыя должны были для этого выѣзжать далеко въ море.

Первыя работы по сооруженію порта начались въ 1775 году и продолжались, съ большими или меньшими перерывами, до 1839 года, съ котораго работы идутъ, уже почти не прерываясь, по настоящее время.

Такимъ образомъ возникъ первый искусственный портъ Швеціи.

Въ послѣднія тридцать лѣтъ на производство работъ по улучшенію порта затрачено болѣе 3.000.000 шведскихъ коронъ. Вскорѣ послѣ начала работъ по устройству порта видны были

плоды этого предпріятія; тридцать лѣтъ спустя, т. е. въ 1805 году, число жителей было 4932, т. е. болѣе чѣмъ удвоилось и торговля шла быстро впередъ. Далѣе, по мѣрѣ улучшенія и углубленія порта и съ увеличеніемъ народонаселенія промыслы по всѣмъ отраслямъ возрастали. По прошествіи слѣдующихъ тридцати лѣтъ, т. е. до 1835 года, число жителей опять почти удвоилось: оно дошло до 9375 и далѣе все увеличивалось прогрессивно, такъ что въ 1870 году число ихъ было 27000, вдвое болѣе нежели двадцать лѣтъ передъ тѣмъ (12176 ч.).

Въ этотъ послѣдній періодъ времени, т. е. отъ 1850 до 1870 года, количество судовъ, посѣтившихъ портъ, тоже болѣе чѣмъ удвоилось; въ такомъ же размѣрѣ увеличились доходы города и количество вывозимаго хлѣба.

Таможенный сборъ увеличился болѣе чѣмъ втрое; всѣ недвижимыя имущества поднялись въ цѣнѣ даже вчетверо противъ 1850 года.

Благодаря тому, что въ этомъ мѣстѣ былъ устроенъ портъ, городъ составляетъ теперь окончную станцію южной желѣзной дороги, идущей изъ Стокгольма, и соединенъ такимъ образомъ съ 1864 года съ наиболѣе богатыми частями страны, что не мало способствовало къ процвѣтанію торговли и промышленности города. Того же можно ожидать отъ только что открывшейся желѣзной дороги въ Истадъ, проходящей по весьма многочисленнымъ и плодороднымъ частямъ провинціи «Сконе».

Городъ поддерживаетъ правильное пароходное сообщеніе съ Англіею, Пруссіею, Даніею и со всѣми приморскими городами отъ Христіаніи до Стокгольма, участвуя въ этомъ двѣнадцатью собственными пароходами.

Сильно укрѣпленный прежде, городъ окруженъ и въ настоящее время крѣпостнымъ ровомъ, чрезъ который построено нѣсколько мостовъ (чер. 1 листъ VII). Въ западной части города сохранилось еще укрѣпленіе, внутри котораго находится древній замокъ «Мальмэ-хусъ». Крѣпостный ровъ съ сѣверной стороны, углубленный до 13 футовъ, соединенъ съ внутреннею

гаванью порта, имѣющею 14 футовъ глубины, 9216 кв. с. площади и 2702 погон. футовъ протяженій набережныхъ. Передъ этою гаванью помѣщается другая «Передовая», глубиною въ 15 футовъ, площадью въ 7800 кв. саж. и протяженіемъ набережныхъ до 1374 пог. футовъ. Эта гавань защищена отъ моря двумя сходящимися молами изъ каменной наброски, съ деревянными ряжевными надстройками со стороны гавани для образованія набережныхъ. Ширина входа 22 сажени, глубина воды въ немъ 14½ фута.

Для защиты внутренней гавани отъ волнъ, входящихъ и распространяющихся чрезъ передовую гавань при направленіи вѣтра NtW, съ западной стороны имѣется небольшой внутренний молъ изъ гранитной тесовой кладки съ круглою головою, на которой помѣщается портовый направляющій огонь. Параллельно внутренней гавани, съ западной стороны ея идетъ каналъ, соединенный южнымъ своимъ концомъ съ крѣпостнымъ ровомъ города, а сѣвернымъ съ небольшимъ бассейномъ у южной стороны внутренняго мола.

Восточная часть сѣвернаго крѣпостнаго рва образуетъ весьма значительный бассейнъ, глубиною въ 12 футовъ, у котораго съ сѣверной стороны, одѣтой деревянною набережною, длиною въ 300 саж., помѣщаются лѣсные дворы съ лѣсопильнымъ заводомъ. Для впуска судовъ въ этотъ бассейнъ изъ внутренней гавани, мосты перекинутые черезъ ровъ сдѣланы поворотными.

Между лѣсными дворами и внутреннею гаванью помѣщается окончная станція желѣзной дороги съ мастерскими, паровознымъ и вагоннымъ зданіями и другими принадлежностями. Отъ этой станціи идутъ вѣтви: вдоль восточной набережной внутренней гавани и на западъ къ станціи Истадской желѣзной дороги; послѣдняя проходитъ надъ внутреннею гаванью по желѣзному раскосному мосту съ пятью пролетами и съ поворотною частью для пропуска судовъ.

Количество судовъ и товаровъ въ портѣ по статистическимъ свѣдѣніямъ 1873 года было:

Парусныхъ су- довъ:	Туземныхъ. число тоннъ.		Иностранныхъ. число тоннъ.		Всего число тоннъ.	
Пришло	803	16066	1515	78272	2323	94338
Отшло	703	31089	1126	49174	1829	80263
Пароходовъ:						
Пришло	338	45213	2179	166962	2517	212175
Отшло	342	58232	2014	156462	2356	214694
Итого.	2191	150600	6834	450870	9025	601470

Суда приходятъ и отходятъ весьма неправильно, но можно всетаки приблизительно принять, что въ навигаціонное время, продолжающееся девять мѣсяцевъ, на іюнь, іюль и августъ приходится половина всего количества, т. е. 4512 судовъ, съ общемою вмѣстимостью въ 300735 тоннъ. Вся площадь порта содержитъ болѣе 24000 кв. саж., изъ которыхъ приходится на внутреннюю гавань 9200, на передовую 7800, и 7000 кв. саж. на бассейны у лѣсныхъ дворовъ.

Если считать 80 рабочихъ дней въ продолженіи трехъ упомянутыхъ мѣсяцевъ и положить, по крайней мѣрѣ, по 4 дня пребыванія каждаго судна въ портѣ для выгрузки и нагрузки, то на каждое судно придется нѣсколько больше 100 кв. саж., что представляетъ мѣсто весьма ограниченное; тѣмъ болѣе что изъ приведенной выше общей площади не отнята часть по срединѣ гаваней, для свободного входа и выхода судовъ.

Необходимое протяженіе набережныхъ получится, если количество товара въ 300735 тоннъ раздѣлить на то, которое можно разгрузить и выгрузить на 1 пог. футѣ набережной въ продолженіи трехъ мѣсяцевъ. Это количество груза можно взять въ 36 тоннъ, почему длина набережныхъ должна быть 8910 пог. футовъ. Существующія же набережныя имѣютъ всего на всего 8446 футовъ длины.

Если при этомъ еще замѣтить, что вышеприведенныя цифры

относятся только къ судамъ, вмѣщающимъ больше 9 тоннъ, то видно, что пространство въ портѣ для стоянки судовъ будетъ еще болѣе стѣснено.

Для увеличенія порта давно уже былъ составленъ полковникомъ Бейеромъ проектъ и работы для исполненія этого проекта начались въ 1862 г.

Проектъ Бейера, показанный пунктиромъ на чертежѣ 1 листа VII, заключается главнымъ образомъ въ увеличеніи передовой гавани, замѣною старыхъ моловъ двумя новыми *A* и *A'*, выходящими далѣе въ море, при чемъ въ этой гавани, для увеличенія длины набережныхъ, проектированъ новый внутренний молъ *B*, съ набережными по обѣимъ сторонамъ. Къ востоку отъ этого мола предполагается имѣть бассейнъ *C*, отдѣленный отъ моря дамбою, и назначаемый специально для потребностей желѣзной дороги и для склада лѣснаго строительнаго матеріала.

Къ западу отъ внутренней гавани проектированъ бассейнъ *D* съ эллингами, соединенный съ крѣпостнымъ рвомъ посредствомъ канала *E* и съ бассейномъ *F*, находящимся къ югу отъ существующаго внутреннего мола. Существующій каналъ идущій параллельно внутренней гавани, предполагается по проекту Бейера засыпать къ югу отъ новаго бассейна.

Кромѣ того, для сообщенія съ газовымъ заводомъ, находящимся въ южной части города, предполагается восточный *G* и часть южнаго крѣпостнаго рва *H* углубить, а уширеніемъ послѣдней образовать бассейнъ, для стоянки барокъ съ каменнымъ углемъ. Нынѣ перевозка угля для завода производится лошадьми.

Съ 1862 года, по проекту Бейера, исполнено слѣдующее: отъ западнаго мола передовой гавани устроена дамба по направленію къ *SW* и часть, отдѣленная такимъ образомъ отъ моря, осушена и поднята почти по всей поверхности до надлежащей высоты; устроена желѣзная дорога въ городъ Пстадъ со станціею и съ соединительною вѣтвью къ Стокгольмской

железной дорогѣ, съ мостомъ чрезъ внутреннюю гавань. Портовый каналъ, идущій параллельно внутренней гавани, засыпанъ, но оставлена часть его въ южномъ концѣ; она обратилась такимъ образомъ въ небольшой бассейнъ, соединенный съ крепостнымъ рвомъ. Далѣе къ западу, къ прежде построенной дамбѣ применута новая, трапецидальной формы, отдѣляющая часть моря; изъ нея лѣтомъ 1875 года отливали воду центробѣжнымъ насосомъ, который приводился въ движеніе локобилемъ.

Новый бассейнъ съ эллингами, площадью въ 10000 кв. саж., почти готовъ; земля, вынутая на глубину 20 футовъ, насыпана вокругъ бассейна, который въ сѣверовосточномъ своемъ углѣ отдѣленъ отъ гавани перемычкою. У перемычки поставлены четыре локомобилия съ центробѣжными насосами, отливающими изъ выемки воду, какъ дождевую, такъ и просасывающуюся изъ моря сквозь грунтъ.

Набережные бассейна деревянные и устроены слѣдующимъ образомъ:

Вдоль линіи набережной забить рядъ свай въ разстояніи 3 футовъ центръ отъ центра (чер. 2 листъ VII). Сваи эти, длиною болѣе 40 футовъ, имѣютъ въ сторонѣ 11 дюймовъ и соединены между собою по верху горизонтальною насадкою, лежащею на 4 фута выше горизонта воды. Нѣсколько ниже уровня воды, со стороны земли, прикрѣпленъ къ сваямъ болтами горизонтальный брусъ. Чрезъ одну сваю, т. е. въ разстояніи 6 футовъ другъ отъ друга, положены анкеры, соединенные съ горизонтальнымъ брусомъ стѣны врубками въ лапу, а со сваями *розенболтами*, пропущенными сквозь нихъ и завинченными съ наружной стороны гайками; сзади свай прибиты гвоздями досчатая обшивка изъ 2½ дюймовыхъ досокъ, пригнанныхъ другъ къ другу въ закрой. Все это тщательно осмолено. Анкеры удерживаются въ землѣ сваями съ полусхваткою, забитыми въ разстояніи 16 футовъ отъ стѣны. Пространство за стѣною засыпано землею, а у подошвы ея остав-

лень, при выемкѣ дна бассейна, откосъ въ 4 фута высоты съ двойнымъ уклономъ. Съ наружной стороны, выше горизонта воды, прикрѣплены два бруса, защищающіе сваи отъ удара судовъ. Поверхность набережной предполагается вымостить камнемъ.

Набережные у моловъ передовой гавани ряжевые; западная внутренней гавани свайная, ее въ скоромъ времени предполагаютъ замѣнить каменною стѣною и отнести къ западу для уширенія гавани; у лѣсныхъ дворовъ и у станціи железной дороги набережные тоже свайныя, всѣ же остальные каменные изъ гранитной кладки, основанной на ряжахъ.

Съ восточной стороны порта устроена такая же дамба, какъ и съ западной, идущая прямо къ востоку и отдѣляющая часть залива у берега; она примыкаетъ къ Стокгольмской железной дорогѣ. Поверхность земли въ этомъ мѣстѣ поднята главнымъ образомъ землею, вынутаю землечерпаніемъ на взморьѣ, производимся тамъ для поддержанія необходимой глубины на фарватерѣ у входа въ портъ. Для облегченія выгрузки извлеченнаго землечерпаніемъ грунта, въ шаландахъ помѣщаются на рельсахъ вагончики, которые принимаютъ вынутую землю; при помощи особеннаго, ниже описаннаго, приспособленія вагончики снимаются съ шаланды и перевозятся по рельсовымъ путямъ къ тому мѣсту, гдѣ нужно сваливать землю (чер. 6—9 листъ VII).

Приспособленіе это состоитъ изъ наклонной плоскости, помѣщенной у восточной набережной внутренней гавани; на ней уложенъ рельсовый путь, который нѣсколько подъ горизонтомъ воды продолжается по двумъ брусамъ *A*, прикрѣпленнымъ одними концами къ наклонной плоскости, а другіе ихъ концы лежатъ на поперечной балкѣ *B*, подвѣшенной двумя цѣпами къ рычагамъ *D*, которые прикрѣплены къ насадкамъ свай, забитыхъ у набережной. Сваи эти, какъ видно изъ чертежа, забиты въ два ряда, по три сваи въ каждомъ. Между двумя первыми парами, которыя забиты на 2 фута свай отъ свай,

помѣщается поперечный брусъ *C*, подвѣшенный цѣпями къ желѣзнымъ осямъ *F*, на которыхъ находятся храповыя колеса съ собачками, служащія для удержанія балки на определенной высотѣ; иначе она можетъ погрузиться въ воду отъ тяжести прикрѣпленныхъ къ ней гирь. На особыхъ горизонтальныхъ брусьяхъ, сзади свай, помѣщается деревянный валъ *E* съ колесомъ.

Рельсовые пути, поднимаясь по наклонной плоскости, продолжаютъ къ востоку по осушенной поверхности дна залива. Недалеко отъ верхняго ребра наклонной плоскости поставленъ локомобиль съ механизмомъ для поднятія вагоновъ пѣпью, а также и для приведенія въ движеніе канатнаго привода, для дальнѣйшаго передвиженія вагоновъ по рельсамъ къ тому мѣсту, гдѣ предполагается сваливать землю.

Вынутая со дна земля нагружается въ вагончики, которые помѣщаются на шаландахъ по три вагона въ каждой; шаланда имѣетъ форму плавучаго дока (чер. 9 листъ VII); боковыя ея стѣны двойныя, съ пустотою, которая даетъ ей плавучесть; кормовой стѣны вовсе нѣтъ. Шаланду съ нагруженными вагонами вводятъ кормовою частью въ пространство между сваями; въ это время балка *C* должна быть опущена, а балка *B* поднята рычагами *D*; затѣмъ приподнимаютъ балку *C*, вращая ось *F* помощью безконечныхъ цѣпей, перекинутыхъ черезъ блоки, при чемъ собачки, перескакивая съ зубцовъ на зубцы храповыхъ колесъ, удерживаютъ балку въ приподнятомъ ея положеніи. Когда она коснется дна шаланды и подопретъ кормовую часть ея. Тогда освобождаютъ рычаги *D*, балка *B* съ рельсами опускается и захватываетъ крючками за ушки, прикрѣпленные къ шаландѣ.

Цѣпь, идущая по низу отъ барабана *G* подъемнаго механизма, должна быть концомъ своимъ намотана на валъ *E*. Эту цѣпь освобождаютъ отъ вала и вѣтви раздвоеннаго ея конца прикрѣпляются къ крючкамъ, находящимся на верхнихъ краяхъ продольныхъ стѣнокъ кузова задняго вагона. При

дѣйствиіи локомобиля, цѣпь тогда наматывается на коническій барабанъ *G* и поднимаетъ вагоны въ верхъ по наклонной плоскости. Когда они подняты, то дѣйствіе локомобиля, передвиженіемъ зубчатыхъ колесъ, переводится на другую часть механизма, приводящую въ движеніе безконечный канатъ *H*, перекинутый черезъ шкивъ *I* и поддерживаемый вдоль всей дороги роликами на стойкахъ (чер. 4 и 5 листа VII); первый вагонъ долженъ быть прикрѣпленъ предварительно къ безконечному канату. Чтобы при этомъ узелъ на канатѣ могъ переходить черезъ поддерживающіе ролики, при поѣздѣ всегда находится рабочій, который при помощи шеста, скидываетъ канатъ съ ролика, когда приближается къ нему узелъ. Такимъ образомъ вагоны передвигаются до того мѣста, гдѣ они должны быть опорожнены и отправляются потомъ обратно къ шаландѣ подобнымъ же порядкомъ. Для освобожденія шаланды надобно, дѣйствуя рычагами *D*, поднять балку *B*, при чемъ крючки отцѣпляются, и опустить балку *C*, снимая собачки съ храповыхъ колесъ осей *F*. Шаланда освободившись, буксируется парходомъ къ землечерпательной машинѣ, гдѣ вагоны снова наполняются вырытою землею; для того чтобы при буксированіи, вагоны не могли скатиться съ шаланды, въ кормовой части ея закладывается поперечный задержный брусъ. Каждый вагонъ вмѣщаетъ около 70 кубич. футовъ, слѣдовательно за одинъ разъ поднимается локомобилемъ 210 куб. ф. земли.

Для водоотлива изъ за дамбъ поставлена была съ западной стороны вѣтренная мельница, приводящая въ движеніе насосы; ее потомъ перенесли къ восточной дамбѣ, гдѣ она и теперь находится.

Полная поверхность осушенныхъ частей моря составляетъ 55 десятинъ.

Этимъ ограничиваются въ настоящее время произведенныя работы по проекту Бейера.

Осушенная поверхность съ восточной стороны порта представляетъ отличнѣйшее мѣсто для помѣщенія лѣсныхъ дво-

ровъ, для чего имѣется въ виду, какъ уже выше было замѣчено, въ сѣверной части ея образовать гавань для судовъ, какъ это обозначено пунктирными линіями на планѣ. Нынѣшнее помѣщеніе этихъ дворовъ не удовлетворяетъ возрастающимъ ежегодно потребностямъ, по тѣснотѣ пространства и кромѣ того потому, что судамъ съ лѣсомъ весьма неудобно для выхода въ море постоянно проходить всѣ гавани порта, которыя часто бываютъ переполнены другими судами.

Все незанятое портовыми сооружениями пространство земли около гаваней отдано городу и на немъ разбиты кварталы съ улицами и нѣтъ сомнѣнія, что все это пространство въ очень скоромъ времени будетъ застроено.

Проектировано также новое таможенное зданіе въ углѣ, при соединеніи внутренней гавани съ крѣпостнымъ рвомъ; здѣсь будутъ также выстроены навѣсы для товаровъ.

Всѣ деревянные набережныя по мѣрѣ средствъ будутъ со временемъ замѣнены каменными, при чемъ онѣ будутъ по мѣрѣ возможности спрямлены съ увеличеніемъ такимъ образомъ бассейновъ и гаваней. Съ окончаніемъ постройки новаго портового бассейна и эллинговъ при немъ, приступлено будетъ къ устройству новыхъ набережныхъ въ западной части крѣпостнаго рва и канала къ новому бассейну, съ перестройкою моста чрезъ ровъ у города и увеличеніемъ глубины рва до 16 футовъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ будетъ выстроенъ поворотный мостъ на пересѣченіи новаго канала съ Истадскою желѣзною дорогою.

Магазины для склада товаровъ расположены почти всѣ въ городѣ вдоль набережной сѣвернаго крѣпостнаго рва, такъ что товары перевозятся туда изъ порта на лошадяхъ. Въ послѣднее время устроено нѣсколько складовъ къ сѣверу отъ главной станціи желѣзной дороги, а между внутреннею гаванью и новымъ портовымъ бассейномъ устроены навѣсы для склада каменнаго угля и строительныхъ матеріаловъ.

Нагрузка и выгрузка товаровъ производится вообще, по

причинѣ постояннаго уровня воды, кранами, находящимися на судахъ, но для поднятія болѣе грузныхъ вещей имѣются въ различныхъ мѣстахъ порта поворотные ручные краны отъ 1 до 6 тоннъ. Для поднятія товаровъ въ верхніе этажи магазиновъ имѣются подобныя же приспособленія, какъ и въ Стокгольмѣ.

Для постройки и починки судовъ имѣется механическій заводъ Кокума у бассейна F, съ сухимъ каменнымъ докомъ, который запирается деревяннымъ бапортомъ. Этотъ докъ выстроенъ въ 1853—1857 годахъ. Къ югу отъ дока имѣются въ настоящее время три открытыхъ строительныхъ эллинга, которые впрочемъ будутъ сняты послѣ окончанія новаго портового бассейна; при этомъ бассейнѣ, какъ уже выше было замѣчено, устраиваются пять эллинговъ, изъ коихъ одинъ, средній, устроенъ съ тельжкою для вытаскиванія судовъ на берегъ. Этотъ Мортоновъ эллингъ былъ заложенъ въ началѣ прошедшаго лѣта, сваи для ступеней съ поперечными на нихъ насадками были забиты и по обѣимъ сторонамъ подводнаго стапеля устроены деревянные съвозные раскосные мосты на ряжевыхъ ящикахъ.

По обѣимъ сторонамъ Мортонова эллинга выстроено по два открытыхъ строительныхъ эллинга, значительно меньшихъ размѣровъ, которыя, за исключеніемъ одного, были совершенно готовы. У сѣвернаго берега бассейна при сухомъ докѣ устроена наклонная плоскость для постройки лодокъ и небольшихъ судовъ *).

Судя по быстрому развитію города Мальмэ, который въ настоящее время весьма немногимъ уступаетъ Готенбургу, надобно полагать, что съ увеличеніемъ и углубленіемъ порта торговля еще болѣе увеличится. При прямомъ сообщеніи съ Копенгагеномъ и Любекомъ, вся торговля съ Даніею и Пруссіею будетъ здѣсь сосредоточена.

Въ настоящее время глубина въ портѣ, не превышающая

*) При новыхъ эллингахъ устраиваются новыя большія мастерскія и другія сооруженія для постройки металлическихъ судовъ.

15 футовъ, не позволяетъ большимъ судамъ входить; но нѣтъ сомнѣнія, что съ увеличеніемъ глубины, сюда будутъ приходить корабли большихъ размѣровъ.

Но недостаточно увеличить глубину порта: необходимо облегчить по возможности входъ судовъ. При выходѣ изъ передовой гавани, фарватеръ идетъ весьма узкимъ русломъ по направлению NNO на протяженіи 480 саж.; глубина этого русла измѣняется отъ $14\frac{1}{2}$ до 18 футовъ. Хотя этотъ фарватеръ ясно обозначенъ красными и бѣлыми буйами, которые удержаны тяжелыми камнями и цѣпями, но тѣмъ не менѣе случается, что суда въ бурное время опасаются идти по немъ и ищутъ себѣ убѣжища въ сосѣднихъ портахъ.

Хорошо еще, что грунтъ дна не сильно размывается (глина съ ракушкою), иначе углубленія, произведенныя землечерпаніемъ, скоро бы опять заносились и было бы при этомъ необходимо вмѣсто одной машины держать ихъ нѣсколько.

Для указанія входа въ портъ имѣется ночью, при деревянномъ бѣломъ маякѣ на головѣ западнаго мола, портовый бѣлый постоянный огонь, высота котораго есть 50 футовъ надъ уровнемъ воды и дальность видѣнія отъ 8 до 10 миль.

Кромѣ этого огня, на головахъ восточнаго и внутренняго каменнаго моловъ имѣются направляющіе огни: на первомъ зеленый, на второмъ красный, указывающіе направленіе фарва, тѣмъ въ ночное время.

Портовые огни поставлены въ 1822 году и содержатся на счетъ города.

Судамъ, входящимъ въ портъ при сильномъ попутномъ вѣтрѣ, иногда трудно бываетъ уменьшить скорость и они при входѣ въ передовую гавань могли бы удариться въ противоположную каменную набережную, но около нея есть пловатая отмель, на которую въ крайнемъ случаѣ суда могутъ быть направлены.

Самъ городъ, какъ всѣ старыя города, выстроенъ неправильно, но съ уничтоженіемъ крѣпостныхъ стѣнокъ устроены вокругъ города прекрасныя аллеи. Улицы вымощены грубою кубичес-

кою кладкою, подземныхъ водосточныхъ трубъ не имѣется, такъ что дождевая вода и помой протекаютъ по открытымъ желобамъ, которые (для уменьшенія распространяющагося, въ лѣтнее время, зловонія) промываются, подобно тому какъ это дѣлается въ Стокгольмѣ, по крайней мѣрѣ разъ въ день чистою водою. Водопроводъ существуетъ уже съ давнихъ временъ, но сверхъ того есть колодцы, такъ какъ количество воды, доставляемое водопроводами, скудно.

Городъ освѣщается газомъ.

IV Карлскрона.

Карлскрона, главный городъ провинціи Блекинге, расположенъ въ Балтійскомъ морѣ на островѣ Троссѣ, находящемся въ $2\frac{1}{2}$ верстахъ отъ берега. Островъ этотъ находится въ центрѣ большого, глубокаго залива, отдѣленнаго съ южной стороны отъ моря рядомъ острововъ, защищающихъ его отъ дѣйствія южныхъ вѣтровъ; съ другихъ сторонъ городъ защищенъ материкомъ и выступающими его мысами.

Какъ мѣсто стоянки шведскаго военнаго флота, городъ имѣетъ большое значеніе. Это памятникъ заботъ короля Карла XI о военной защитѣ королевства.

Во время борьбы между Даніею и Швеціею о господствѣ на Балтійскомъ морѣ оказались всѣ неудобства помѣщенія шведскаго флота въ Стокгольмѣ и король Карлъ XI рѣшилъ отыскать болѣе удобное мѣсто у береговъ провинціи Блекинге и выбрать естественную гавань въ шхерахъ, съ удобнымъ входомъ, достаточною глубиною и въ близкомъ разстояніи отъ моря. Послѣ долгихъ поисковъ и производства подробныхъ изысканій выбранъ былъ островъ Троссѣ, а въ 1679 годѣ начаты работы по устройству военнаго порта; на слѣдующій затѣмъ годъ основанному тутъ городу дано было стапельное право.

Работы начались устройствомъ укрѣпленія на сосѣднихъ островахъ для защиты входа съ моря; въ то же время работы

военной гавани съ приспособленіями для постройки и вооруженія военныхъ судовъ шли съ такою поспѣшностью, что въ 1689 годѣ въ портѣ находилось 30 линейныхъ кораблей и 10 фрегатовъ.

Для заселенія города приказано было жителямъ сосѣдняго торговаго города Роннебю, въ продолженіи двухъ лѣтъ, переселиться со всѣмъ имуществомъ въ Карлскрону и имъ дано было исключительное право поставлять необходимые для флота припасы.

Городъ по немногу началъ развиваться, а по прошествіи столѣтія успѣлъ уже получить не малое торговое значеніе. Въ 1790 годѣ пожаръ истребилъ всѣ частныя постройки, такъ что жителямъ пришлось вновь строиться; при содѣйствіи правительства слѣды пожара были скоро уничтожены и городъ началъ процвѣтать по прежнему.

Городъ устроенъ на скалѣ, имѣетъ прямыя, широкія и правильно расположенныя улицы; съ сѣверной стороны соединяется съ берегомъ каменнымъ мостомъ, длиною въ 290 сажень, который переходитъ чрезъ островъ Пантархольменъ, составляющій теперь часть города (чер. 4 листа VI).

Къ югу отъ города расположенъ военный портъ съ верфью; гавань съ южной стороны ограничена тремя островами: Линдхольменъ, Седершерна и Трехернингенъ, которые соединены между собою дамбами. Островъ Линдхольменъ соединенъ съ берегомъ деревяннымъ свайнымъ мостомъ съ разводною подъемною частью для пропуска судовъ; этотъ мостъ составляетъ западную границу гавани. Съ восточной стороны гавань отдѣлена отъ рейда двумя свайными молами, между которыми расположенъ главный входъ, шириною въ 80 футовъ.

Гавань раздѣлена внутреннимъ деревяннымъ сквознымъ моломъ на малую и большую гавани; въ молѣ имѣется разводная подъемная часть, для пропуска судовъ изъ одной гавани въ другую; молъ соединяется съ островомъ Линдхольменъ плавучимъ мостомъ.

Къ концу этого мола примыкаетъ подъ прямымъ угломъ другой, тоже сквозной деревянный молъ, раздѣляющій большую часть гавани на двѣ части; онъ служитъ собственно для стоянки линейныхъ кораблей.

Противъ конца этого послѣдняго мола имѣется небольшой волноломъ, который, до устройства восточныхъ ограждающихъ гавань моловъ, удерживалъ нѣсколько волненіе при восточномъ вѣтрѣ. Мѣсто, принадлежащее военному порту, отдѣлено отъ города высокою каменною стѣною.

Къ порту еще присоединены острова Стумхольменъ и Кунгехольменъ (къ востоку отъ города) съ нѣкоторыми другими, на которыхъ устроены укрѣпленія и пороховые погреба.

При портѣ находятся слѣдующія сооруженія:

1. Гауптвахта съ конторою при главномъ входѣ въ портъ, со стороны города.

2. Мастерскія и кузницы, въ которыхъ прежде выковывались якоря, цѣпи и другія принадлежности для кораблей. Нынѣ якорей здѣсь болѣе не куютъ, а мастерскія отчасти передѣланы и приспособлены къ постройкѣ желѣзныхъ и броненосныхъ судовъ.

3. Артиллерійскій арсеналъ съ особымъ бассейномъ. Здѣсь имѣется литейный заводъ для орудій и всѣ другія приспособленія для снабженія судовъ артиллерійскими принадлежностями.

4. Модельная и техническая контора, гдѣ хранятся модели всѣхъ построенныхъ на верфи судовъ и модели портовыхъ построекъ.

5. Адмиралтейская церковь.

6. Канатный заводъ, длиною въ 1200 футовъ.

7. Сухой докъ, высѣченный въ скалѣ и запираемый деревянными воротами и батопортомъ. Шлюзная часть у воротъ устроена изъ правильной гранитной кладки, а у батопорта высѣчена цѣликомъ въ скалѣ.

Размѣры этого дока слѣдующіе:

Длина отъ линіи веревальныхъ столбовъ воротъ до конца дока	300 футовъ
Ширина двора	80 »
» у воротъ и у батопорта	60 »
Глубина на порогѣ	23 »

Вода изъ него отливается паровою машиною, для чего около шлюзной части сдѣланъ колодезь, соединенный съ докомъ галлереею; въ колодезѣ помѣщены насосы, а надъ нимъ устроено машинное зданіе.

Это сооруженіе замѣчательно тѣмъ, что оно есть самое древнее изъ всѣхъ, существующихъ на свѣтѣ, построекъ подобнаго рода.

8. Магазины для склада корабельнаго лѣса, парусины, канатовъ, желѣза и другихъ принадлежностей военныхъ судовъ.

9. Деревянный крытый эллингъ.

10. Открытые эллинги, изъ коихъ, наибольшій 10а, расположенный на берегу противъ модельной, имѣетъ каменный стапель съ дамбами по обѣимъ сторонамъ подводной части его.

11. Такъ называемые «Новые Доки», постройка которыхъ началась въ 1775 году и окончилась въ 1850 году. Эти доки, числомъ 5, расположены по радіусамъ и занимаютъ въ планѣ четверть круга, у центра котораго имѣется общій небольшой бассейнъ. Впереди этого бассейна имѣется другой большій, отдѣленный отъ моря двумя каменными дамбами; онъ служитъ для помѣщенія судовъ при ихъ оснащиваніи. Доки всѣ выведены изъ правильной гранитной кладки, запираются деревянными воротами и имѣютъ размѣры, достаточные для принятія самыхъ большихъ линейныхъ кораблей. Первый докъ съ западной стороны покрытъ навѣсомъ.

Внутренній бассейнъ можно отдѣлить отъ внѣшняго бато-портомъ, такъ что въ случаѣ надобности можно имъ пользоваться какъ сухимъ докомъ.

Симметрически съ этими доками, ~~какъ это представлено~~ на прилагаемомъ планѣ, проэктированы другіе пять, которые вѣроятно никогда не будутъ возведены.

Сзади доковъ идетъ по дугѣ круга подземная галлерей, соединенная съ каждымъ докомъ трубами съ затворами. При помощи этой галлерей, вода изъ доковъ отводится въ оврагъ А, откуда она насосами отливается въ море. Машинное зданіе установлено у большаго бассейна (а).

11а. Старый мачтовый кранъ, состоящій изъ каменной башни съ деревяннымъ выступающимъ журавлемъ. Въ башнѣ помѣщаются ручные шпиги, при помощи которыхъ мачты устанавливались и снимались съ судовъ.

12. Новый крытый эллингъ съ пристроенными по обѣимъ сторонамъ мастерскими. Передняя стѣна зданія, обращенная къ морю, подвѣшена на роликахъ и при спускѣ судна отодвигается въ сторону. Этотъ новый эллингъ приспособленъ преимущественно къ постройкѣ желѣзныхъ и броненосныхъ судовъ.

13. Большое зданіе въ два этажа, на островѣ Стумхольменъ, для храненія мелкихъ судовъ; нижній этажъ служитъ для баркасовъ, а верхній для шлюпокъ и мелкихъ лодокъ. Лодки вытаскиваются по двумъ наклоннымъ плоскостямъ съ западной стороны зданія, при помощи ручныхъ шпигей.

14. Паровая пекарня, бочарня и магазины для провіанта и продовольствія флота.

15. Старая артиллерійская лабораторія.

16. Укрѣпленія въ различныхъ частяхъ порта.

17. Новая артиллерійская лабораторія.

18. Пороховые погреба.

19. Бассейнъ для храненія корабельнаго лѣса.

20. Жилые дома для служащихъ при верфи.

21. Казарма для матросскихъ сыновей и другихъ мальчиковъ, готовящихся къ поступленію въ морскую службу.

22. Больница для матросовъ.

23. Школа для матросскихъ сыновей и другихъ мальчиковъ, приготовляющихся къ службѣ во флотѣ.

24. Открытый каменный резервуаръ для снабженія города водою.

25. Оконечная станція желѣзной дороги, со всѣми къ ней принадлежностями.

26. Подъемные мосты для пропуска судовъ.

27. Мачтовый кранъ.

27a Наплавный мостъ.

28. Канцелярія начальника надъ портомъ.

29. Гавань для лодокъ и небольшихъ судовъ съ гранитнымъ моломъ и набережными.

30. Казармы для матросовъ.

Трудно себѣ представить военный портъ лучше расположеннымъ, чѣмъ этотъ; весь бассейнъ, въ которомъ онъ помѣщается, отдѣленъ отъ моря рядомъ большихъ укрѣпленныхъ острововъ.

Глубина военного рейда и всего южнаго фарватера 28 футовъ и болѣе; такая же глубина имѣется въ большой гавани порта, гдѣ суда самыхъ большихъ размѣровъ совершенно свободно могутъ входить и стоять вполне вооруженными; глубина эта вездѣ естественная. Такимъ преимуществомъ можетъ пользоваться едва-ли какой нибудь другой портъ въ мірѣ.

Въ настоящее время весь военный флотъ Швеціи помѣщается въ Карлскронѣ, за исключеніемъ, какъ уже выше было сказано, незначительной шхерной флотилии, имѣющей стоянку въ Стокгольмѣ.

Торговая дѣятельность города, относящаяся преимущественно къ потребностямъ флота, въ послѣднее время распространилась и на ближайшія къ городу окрестности.

Количество судовъ, приходящихъ и отходящихъ ежегодно, бываеъ до 2500, съ общою вмѣстимостью въ 158200 тоннъ. Изъ этого количества пароходы составляютъ $\frac{1}{3}$, съ общою вмѣстимостью въ 105000 тоннъ. Къ этому надобно еще прибавить суда, вмѣстимостью меньше 9 тоннъ, приходящія изъ окрест-

ностей съ различными мѣстными продуктами, дровами, рыбою и проч.

Вывозный товаръ составляетъ главнымъ образомъ: строевой лѣсъ, камень и соленая рыба; привозятъ же колоніальные и суровскіе товары, хлѣбъ, высшіе сорта дерева и каменный уголь.

Бупеческая гавань съ рейдомъ находится почти въ такихъ же хорошихъ мѣстныхъ условіяхъ, какъ и военная, но площадь ея больше, глубина у береговъ отъ 8 до 17 футовъ, а по срединѣ рейда, къ востоку отъ города, глубина увеличивается до 20 футовъ. На сѣверѣ она не превышаетъ 10 футовъ. Грунтъ иловатый, не годный для якорной стоянки, въ чемъ теперь и нѣтъ потребности, такъ какъ всѣ суда, приходящія въ портъ за разъ въ небольшомъ количествѣ, имѣютъ достаточно мѣста у городскихъ набережныхъ или у отдѣльных частныхъ пристаней, которыхъ здѣсь большое количество. Всѣ эти пристани деревянные и, какъ видно по плану города, выступаютъ въ воду перпендикулярно къ берегу.

Такого рода расположеніе пристаней было прежде совершенно удовлетворительно, когда всѣ товары шли на продовольствіе флота, а вывоза почти совѣтъ не было; но съ устройствомъ желѣзной дороги, связанной съ главными линіями страны, вывозъ увеличился и городъ поставилъ въ мѣстѣ съ тѣмъ товары въ окрестности, такъ что въ настоящее время чувствуется потребность соединить пристани со станціею желѣзной дороги.

Съ городскою пристанью такое соединеніе уже сдѣлано, но она оказалась недостаточною для всѣхъ судовъ, желающихъ пользоваться желѣзною дорогою, и надобно было приступить къ устройству набережной къ югу отъ пристани, которую предполагаютъ продолжить вдоль берега, какъ показано на планѣ, съ укладкою вдоль ея рельсоваго пути. Глубина здѣсь отъ 15 до 17 футовъ и землечерпательныхъ работъ вовсе не понадобится производить.

Съ сѣверной стороны города также имѣется въ виду устроить вдоль берега набережную съ рельсовымъ путемъ къ станціи желѣзной дороги, но время исполненія этихъ работъ остается пока еще неизвѣстнымъ.

Глубина въ этомъ мѣстѣ у берега всего 8 футовъ и на рейдѣ не превышаетъ 10 футовъ, по чему, при устройствѣ набережныхъ, необходимо будетъ произвести и значительныя землечерпательныя работы; вынутую землю предполагаютъ сложить между островами Пантархольменъ и Хаттмакарехольменъ, ограждая пространство вокругъ шпунтовой стѣною, которая можетъ со временемъ быть обращена въ набережную, и тогда въ гавани образуется выступающій молъ съ большою поверхностью, которая весьма пригодна будетъ для склада лѣснаго матеріала и каменнаго угля. Уголь въ настоящее время складывается въ военной гавани и у станціи желѣзной дороги.

Набережная, устраиваемая нынѣ къ югу отъ городской пристани, деревянная и имѣетъ слѣдующую конструкцію:

Вдоль линіи набережной забито, въ 9 футахъ другъ отъ друга, два ряда свай съ уклономъ въ 60 на 1. (чер. 3 листа VI). Сваи, отстоящія въ каждомъ ряду 4 фута другъ отъ друга, срубаны у горизонта высокихъ водъ и соединены продольными насадками. На насадкахъ положены поперечные брусья, 4 фута другъ отъ друга; на нихъ настланъ досчатый полъ съ промежутками между досками для стока дождевой воды и съ барьерными брусьями по краямъ настила. Нѣсколько ниже горизонта низкихъ водъ, сваи передняго ряда схвачены горизонтальною схваткою, а задняго—полусхваткою; въ поперечныхъ плоскостяхъ чрезъ одну сваю помѣщены досчатые діагональныя полусхватки для приведенія сооруженія въ треугольную систему. Со стороны воды торцы поперечныхъ брусьевъ, подъ половымъ настиломъ, прикрыты горизонтальнымъ охраннымъ брусомъ.

Верхняя поверхность набережной поднята на $1\frac{1}{2}$ фута выше самаго высокаго горизонта воды; надъ постояннымъ го-

ризонтомъ она возвышается на $5\frac{1}{2}$ фута. При береговомъ вѣтрѣ вода сгоняется на $2\frac{1}{2}$ фута, такъ что при этомъ уровнѣ набережная открыта на 8 футовъ.

За заднимъ рядомъ свай забиты шпунтовые доски, срубанныя у горизонта низкихъ водъ; выше этого горизонта къ сваямъ сзади прибиты горизонтальныя доски, пригнанные другъ къ другу въ закрой и образующія стѣнку для удержанія земли.

Для увеличенія устойчивости стѣны, сваи укрѣплены двумя системами анкеромъ, расположенныхъ чрезъ одну сваю, т. е. въ разстояніи 8 футовъ другъ отъ друга. Первая система состоитъ изъ горизонтальныхъ схватокъ, расположенныхъ у горизонта низкихъ водъ; въ каждой парѣ схватокъ, одна срубана передъ внутреннимъ рядомъ свай такъ, что наружный рядъ удерживается только полусхватками. Вторая система состоитъ изъ наклонныхъ полусхватокъ, удерживающихъ только сваи внутренняго ряда. Со стороны земли анкеры удерживаются наклонно забитыми сваями съ полусхваткою, какъ это представлено на чертежѣ.

Анкеры обложены глиною, для предохраненія ихъ нѣсколько отъ гніенія, засыпка сдѣлана сперва пескомъ, затѣмъ, около стѣны, камнемъ и сверху обыкновенною землею.

Грунтъ дна состоитъ изъ довольно толстаго слоя ила, лежащаго на скалистой подпочвѣ. Сваи забиты до скалы.

Поверхность земляной засыпки набережной одѣта булыжною мостовою; въ разстояніи 23 футовъ отъ края набережной, уложенъ рельсовый путь, за которымъ, въ разстояніи 4 футовъ отъ наружнаго рельса, уложенъ каменный желобъ для отвода воды, стекающей съ поверхности улицы.

У подошвы стѣны, со стороны воды, предполагается оставить откосъ земли съ полуторнымъ уклономъ.

Причальные кольца прикрѣплены болтами къ поперечнымъ настиламъ набережной.

Съ сѣверозападной стороны города имѣется еще довольно большая гавань; но она, по малой глубинѣ, назначается исключительно для мелкихъ судовъ и рыбачьихъ лодокъ, которыя пристаютъ къ полукруглой набережной, устроенной изъ грубо-околотыхъ камней пасухо.

Кромѣ сооружений при военномъ портѣ, служащихъ для постройки и починки судовъ, существуетъ, къ югу отъ городской пристани, частная верфь съ открытымъ деревяннымъ эллингомъ, приспособленнымъ для килеванія судовъ. При верфи находится кораблестроительная школа съ 30 учениками и двумя учителями; послѣдніе получаютъ содержаніе отъ правительства.

Городъ имѣетъ съ 1860 года чугунный водопроводъ. Вода приводится къ открытому каменному резервуару, находящемуся въ наиболѣе возвышенной части города, изъ рѣки Люккебю, впадающей въ заливъ на сѣверовостокъ отъ города. Длина провода 4714 сажень.

Улицы покрыты обыкновенною булыжною мостовою, но содержатся чисто. Около станціи желѣзной дороги имѣется весьма хорошій паркъ, единственный въ городѣ. Здѣсь, какъ и въ другихъ городахъ Швеціи, подземныхъ водосточныхъ трубъ не имѣется, по чему для стока дождевой воды и помоевъ по обѣимъ сторонамъ улицъ устроены каменные желоба, которые въ лѣтнее время промываются чистою водою.

Положеніе города обозначено со стороны моря маякомъ Уткиппанъ, находящимся въ 23 верстахъ на югъ отъ Карлс-кроны и въ 17 верстахъ отъ главнаго входа въ портъ между островами Астэ и Чуркэ.

Маякъ этотъ находится на самой южной скалѣ группы острововъ Уткиппорна ($55^{\circ} 57.2'$ сѣв. шир. и $15^{\circ} 42.1'$ вост. дол.). На этой скалѣ выстроена казарма въ видѣ замка, съ двумя круглыми сѣрыми башнями, на одной изъ которыхъ устроенъ сквозной желѣзный маякъ, выкрашенный красною краскою.

Высота основанія башни надъ уровнемъ моря 9 футовъ.

» башни съ пристройкою и съ фонаремъ 104 »

» огня надъ уровнемъ моря 102 »

Дальность видѣнія огня надъ уровнемъ моря 16 миль.

Весь горизонтъ кругомъ освѣщается огнемъ маяка.

Освѣтительный аппаратъ катодіонтрическій, вращающійся, втораго разряда. При полномъ его оборотѣ, что совершается въ продолженіи двухъ минутъ, имѣется постоянный бѣлый огонь, продолжающійся 1 минуту и 20 секундъ, потомъ сильное блистаніе въ продолженіе 10 секундъ, до и послѣ котораго огонь совершенно затемняется, каждый разъ на 15 секундъ.

На близкомъ разстояніи, во время затмѣнія, видѣнъ все-таки слабый огонекъ, какъ это всегда бываетъ при сильныхъ освѣтительныхъ аппаратахъ. Надъ среднею частью замка находится колоколь, которымъ подаются сигналы въ туманную погоду.

Замокъ съ башнями выстроенъ въ 1839 — 1840 годахъ и на восточной башнѣ, высотой въ 31 ф., поставленъ былъ вращающійся катодіонтрическій освѣтительный аппаратъ. Желѣзная надстройка сдѣлана въ 1870 году и осенью того же года засвѣтили новый поставленный тамъ катодіонтрическій аппаратъ.

Идя отъ этого маяка на *NW* и остановившись противъ пролива между островами Аспэ и Чуркэ, можно видѣть два огня, бѣлый и красный по направленію *NEO*, указывающіе направленіе входа въ портъ. Бѣлый постоянный огонь принадлежитъ маяку съ діонтрическимъ аппаратомъ, поставленному на восточномъ углѣ укрѣпленія острова Седершерпа.

Высота огня надъ уровнемъ воды 39 футовъ; онъ освѣщаетъ часть горизонта отъ *O* чрезъ *S, W* до *WNW*.

Маякъ этотъ состоитъ изъ бѣлой желѣзной башни, закрывающейся отчасти крѣпостною стѣною, съ наружной стороны которой поле, совпадающее съ продолженіемъ маяка, выкрашено бѣлою краскою.

Красный огонь, тоже постоянный, видѣтъ ниже бѣлаго; онъ принадлежитъ плавучему маяку, установленному на рейдѣ въ разстояніи двухъ миль, по направленію *St W* отъ бѣлаго маяка.

Освѣтительный аппаратъ, сидеральный съ фотогеновою лампою, поставленъ въ фонарѣ небольшой башни, съ красными и бѣлыми вертикальными полосами, устроенной на суднѣ, которое выкрашено красною краскою. Высота огня надъ уровнемъ моря 16 футовъ. На суднѣ имѣется колоколь для подаванія сигналовъ въ туманную погоду. Эти два огня поставлены въ 1870 году.

Съ западной стороны имѣется еще другой входъ, глубиною въ 12 футовъ; онъ обозначенъ буйми.

Ширина главного входа съ юга между укрѣпленными островами 1200 футовъ; здѣсь поставлены два желѣзные сквозные буйка, между которыми внутренніе портовые огни направлены и видны съ моря.

Вдоль всего берега Швеціи имѣется много портовъ, болѣе или менѣе важныхъ. Большинство изъ нихъ естественные, но нѣкоторые, расположенные въ Зундѣ и въ южной части Скандинавскаго полуострова, образованы изъ каменныхъ накидныхъ моловъ, нѣкоторые съ надстройками изъ каменной кладки, бетона или дерева.

Главные изъ этихъ портовъ (кромѣ уже описанныхъ) идутъ, считая съ сѣвера, въ слѣдующемъ порядкѣ:

1) Хернесандъ, Сундевалль и Гефлѣ находятся всѣ на берегу Ботническаго залива, къ сѣверу отъ Стокгольма, и поддерживаютъ торговлю во всей сѣверной части Швеціи.

Количество судовъ и товаровъ бываетъ (въ продолженіи одного года):

Въ Хернесандѣ 3400 судовъ 288000 тоннъ.

» Сундевалль. 4260 » 339600 »

» Гефлѣ . . 3300 » 456600 »

Привозные товары составляютъ главнымъ образомъ: каменный уголь, зерновой хлѣбъ, колоніальные товары и соль; а вывозные товары суть главнымъ образомъ: лѣсъ, каменный строительный матеріалъ и желѣзо.

Со стороны моря входы во всѣ эти порты ясно обозначаются маяками и другими знаками.

2) Норрчепингъ, Кальмаръ и Истадъ расположены всѣ на берегу Балтійскаго моря; послѣдній изъ нихъ искусственный образованный изъ двухъ каменныхъ накидныхъ моловъ, ограждающихъ гавань.

Количество судовъ и товаровъ въ этихъ портахъ, въ продолженіе одного года, бываетъ:

Въ Норрчепингѣ. 2490 судовъ 183030 тоннъ.

» Кальмарѣ. . 3780 » 234000 »

» Истадѣ . . 2050 » 140700 »

Привозный товаръ состоитъ, какъ и въ другихъ портахъ, преимущественно изъ каменнаго угля, зерноваго хлѣба, колоніальныхъ товаровъ и соли. Въ Норрчепингѣ привозится кромѣ того большое количество хлопка для находящихся тамъ бумагопрядильныхъ и ткацкихъ заводовъ.

Вывозъ составляетъ: лѣсъ, желѣзо и различные мѣстные продукты, какъ то: спички, ткани, древесный уголь и прочее.

Со стороны моря порты обозначены маяками и въ гаваняхъ находится также огни, изъ коихъ въ Истадѣ, кромѣ огня на головѣ западнаго мола, въ 1866 году устроенъ на берегу маякъ съ газовымъ пламенемъ.

3) Ландскрона, Хельсингборгъ (искусственные) и Хальмстадъ; первые два находятся въ Зундѣ, а третій въ Каттегатѣ.

Количество судовъ и товаровъ въ этихъ портахъ составляетъ:

Въ Ландскронѣ . 2500 судовъ 169530 тоннъ.

» Хельсингборгѣ 3800 » 187500 »

» Хальмстадѣ . 2210 » 85950 »

Товары, привозимые и вывозимые тѣ же, что и въ Истадѣ.

Хельсингборгъ въ настоящее время увеличиваютъ постройкою новаго бассейна съ южной стороны существующей гавани; этотъ бассейнъ ограждается отъ моря накиднымъ моломъ, съ надстройкою изъ бетонныхъ глыбъ.

Кромѣ маяковъ и портовыхъ огней, имѣющихся при всѣхъ этихъ портахъ, въ Хельсингборгѣ находится оптический сигнальный аппаратъ, указывающій направленіе и силу вѣтра въ Каттегатѣ.

Инженеръ А. Нюбергъ.

ЖЕЛѢЗНО-ДОРОЖНЫЕ СИГНАЛЫ И СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНІЯ ДВИЖЕНІЯ ПОѢЗДОВЪ ВО ФРАНЦІИ.

(Съ чертежами на листѣ VIII).

ПРЕДИСЛОВІЕ.

Предметъ настоящаго труда есть критическое разсмотрѣніе современнаго состоянія желѣзнодорожныхъ сигналовъ и тѣхъ системъ эксплуатаціи или, вѣрнѣе сказать, системъ регулированія движенія поѣздовъ, какія въ настоящее время существуютъ на всѣхъ французскихъ желѣзныхъ дорогахъ.

При изученіи усовершенствованій пути и подвижнаго состава французскихъ желѣзныхъ дорогъ осенью прошлаго года меня невольно поразила дѣятельность и быстрота пассажирскаго и товарнаго движенія, и вмѣстѣ съ тѣмъ незначительное число несчастныхъ случаевъ, сравнительно съ другими желѣзными дорогами Европы. Вникая глубже въ причины этого явленія, нельзя не согласиться, что оно главнымъ образомъ зависитъ отъ той степени совершенства технической эксплуатаціи, какой достигли въ настоящее время французскіе инженеры.

Въ технической эксплуатаціи дорогъ первенствующее значеніе имѣютъ раціональное устройство товарныхъ станцій, отъ котораго зависитъ быстрота грузоваго движенія, а также сигналовъ и системы регулированія движенія поѣздовъ, обу-

словивающія своимъ существованіемъ какъ безопасность самаго движенія, такъ и перевозочную способность желѣзныхъ дорогъ.

Благодаря содѣйствію желѣзнодорожныхъ правленій и многихъ французскихъ инженеровъ и изобрѣтателей, изъ которыхъ я съ глубокою благодарностью долженъ упомянуть имена Мирекаго, Garret, Sevène, Clerk, Molinos, Regnault, Tesse, Forquenot, мнѣ дана была возможность не только на мѣстѣ осмотрѣть всѣ сооруженія, но и добыть всѣ чертежи, брошюры, книги и документы, которые мнѣ облегчили изученіе французскихъ дорогъ.

Предполагая со временемъ познакомить русскихъ инженеровъ съ устройствомъ товарныхъ станцій, я теперь представляю имъ собранныя мною свѣдѣнія о желѣзнодорожныхъ сигналахъ. Сигналы, существовавшіе до 1867 года, обстоятельно и подробно описаны въ сочиненіи Brame «Etude sur les signaux», составленномъ по запискамъ инженеровъ Marié, Clerk и другихъ о сигналахъ 1861 и 1862 года. Съ тѣхъ поръ многіе сигналы, если не измѣнились въ типахъ, то значительно улучшились въ деталяхъ. Многіе приборы послѣ долговременныхъ опытовъ оставлены, введены и вводятся новые, и вообще многія системы пополнены и усовершенствованы; по этому, для представленія полной картины современнаго состоянія системъ сигнализаци и регулированія движенія поѣздовъ, я считаю необходимымъ критически рассмотреть всѣ существующіе въ настоящее время приборы и типы сигналовъ и, не входи въ подробное описаніе безчисленныхъ и маловажныхъ ихъ видоизмѣненій, указать лишь на тѣ результаты, которыхъ достигли теперь во Франціи введеніемъ новыхъ усовершенствованныхъ приборовъ и сигналовъ и стремленіемъ къ ихъ повсемѣстному примѣненію.

ВВЕДЕНІЕ.

Устройство сигналовъ на желѣзной дорогѣ имѣетъ двоякую цѣль:

Во первыхъ обезпечить движеніе поѣздовъ предупрежденіемъ машиниста посредствомъ соответственныхъ знаковъ о тѣхъ препятствіяхъ къ движенію, которыя причинили бы крушеніе поѣзда или сходъ его съ рельсовъ, еслибы поѣздъ не былъ во время остановленія или ходъ его замедленъ; подобнымъ препятствіемъ можетъ быть въ пути поломка колеса, осей, бандажей, дурное состояніе пути, изломъ рельсовъ и тому подобное; на станціи же—остановка поѣздовъ или же ихъ маневры.

Во-вторыхъ, дать возможность регулировать движеніе поѣздовъ, т. е. отправлять поѣзды въ извѣстные промежутки времени и на извѣстныхъ разстояніяхъ другъ отъ друга такимъ образомъ, чтобы при этомъ вполне гарантировалась безопасность движенія и избѣгались случаи столкновенія и настиженія поѣздовъ.

Удовлетвореніе этимъ двумъ условіямъ, удачное разрѣшеніе этихъ двухъ вопросовъ казалось бы исчерпываетъ вопросъ о назначеніи сигналовъ. Въ дѣйствительности же далеко нѣтъ. Несомнѣнно, что еслибы эти двѣ главныя цѣли могли быть достигнуты и исполнены непогрѣшимымъ образомъ, то нечего было бы и желать болѣе.

Но слѣдуетъ имѣть въ виду, что устройство всѣхъ этихъ сигналовъ и порученіе маневровъ ихъ опытнымъ и надежнымъ агентамъ еще недостаточны для полнаго обезпеченія движенія. Ошибки сигналовъ при маневрированіи не только возможны, но неизбежны, что доказывается частыми несчастными случаями. Является слѣдовательно необходимость подчинить

маневры сигналовъ известной механической и автоматической зависимости, не позволяющей открывать неправильные или несовмѣстные сигналы, которые могли бы повести къ столкновенію поѣздовъ.

Вопросъ о сигнализациі распадается такимъ образомъ на три отдѣльныя и одинаково важныя части:

Первая часть о сигналахъ вообще путевыхъ и станціонныхъ, подвижныхъ и неподвижныхъ, имѣющихъ цѣлью обращать вниманіе машиниста на препятствія къ движенію и дѣйствующихъ на его слухъ и зрѣніе.

Вторая часть о подчиненіи маневровъ сигналовъ автоматической зависимости, дающей возможность изъять безопасность движенія поѣздовъ изъ подъ вліянія ошибокъ агентовъ, производящихъ маневры сигналовъ.

Третья часть объ эксплуатаціонныхъ сигналахъ, обеспечивающихъ безопасность известныхъ системъ регулированія движенія поѣздовъ, и о рациональныхъ системахъ регулированія этого движенія, имѣющихъ непосредственную и неразрывную связь съ вопросомъ о сигналахъ.

Сообразно этому назначенію сигналовъ, мой трудъ распадется на три отдѣла:

Отдѣлъ I будетъ заключать въ себѣ критическій разборъ всѣхъ нынѣ существующихъ оптическихъ, акустическихъ, электрическихъ, электрооптическихъ и другихъ сигналовъ.

Отдѣлъ II опишетъ существующія системы подчиненія маневровъ сигналовъ автоматической зависимости (*Systèmes d'enclenchement*) Vignier и Saxby-Farmer.

Отдѣлъ III заключаетъ различныя системы регулированія движенія поѣздовъ, существующія нынѣ во Франціи и Англіи, какъ-то: block-system, block-system permissive, staff-system и описаніе эксплуатаціонныхъ приборовъ, движимыхъ электричествомъ.

ОТДѢЛЪ I.

Сигналы и системы сигнализациі.

По роду своему сигналы дѣлятся на: А) поѣздные. Б) подвижные. В) постоянные.

А) **Поѣздные сигналы** служатъ: во-первыхъ для сообщенія агентамъ пути: стрѣлочникамъ, сигналистамъ, сторожамъ объ направленіи поѣздовъ при проходѣ ими развѣтвленій и станцій.

Во-вторыхъ для сообщенія между собою прислуги поѣзда во время остановокъ или какихъ либо несчастныхъ случаевъ, каковы поломка подвижнаго состава, пожаръ вагона.

Въ-третьихъ для обезпеченія поѣзда при его остановкѣ въ пути въ слѣдствіе какихъ либо обстоятельствъ, на примѣръ: ремонта пути, для требованія помощи съ ближайшихъ станцій во время крушенія, схода съ рельсовъ и тому подобнаго.

Сигналы эти, болышею частью акустическіе, отчасти оптическіе, только съ введеніемъ электричества начинаютъ достигать совершенства. Они до того несложны и состоятъ изъ такихъ простыхъ условныхъ знаковъ, что я не буду останавливаться на описаніи ихъ, тѣмъ болѣе, что въ общемъ характерѣ сигналы эти не отличаются отъ существующихъ на русскихъ желѣзныхъ дорогахъ.

Заслуживаетъ только вниманія приборъ Prudhomme *), дающихъ пассажирамъ возможность сообщаться помощью электриче-

*) Etude sur les signaux de chemins de fer à double voie par E. Brame 1867, стр. 148. Communication dans les trains de chemins de fer. Appareil Prudhomme par C. Tronquoy. 1866.

скихъ звонковъ съ поѣздною прислугою, а послѣдней съ машинистомъ, и автоматически извѣщающій о разрывѣ поѣзда.

Съ тѣхъ поръ, какъ приборъ этотъ введенъ на Сѣверной французской желѣзной дорогѣ, уже было нѣсколько случаевъ, въ которыхъ онъ оказалъ большую услугу; примѣненіе его у насъ несомнѣнно увеличило бы безопасность движенія поѣздовъ на желѣзныхъ дорогахъ, гдѣ употребляемый до сихъ поръ старинный способъ сообщенія поѣздной прислуги съ машинистомъ такъ несовершененъ и малоэффективенъ, что нельзя во-время сообщать машинисту о поломкѣ оси, бандажа, о пожарѣ вагона и т. д. и предотвращать несчастные случаи.

На дорогахъ съ дѣятельнымъ движеніемъ, приборъ Prudhomme можетъ предупредить большія несчастія; дѣйствительно, въ случаѣ разрыва поѣзда между двумя станціями, если онъ не останавливается на слѣдующей станціи или посту и нѣтъ возможности замѣтить происшедшаго, станція, отправившая поѣздъ и получившая извѣдомленіе о проходѣ имъ слѣдующей станціи, не задержитъ другіе поѣзды и тогда ночью, гдѣ нибудь въ выемкѣ или на кривой, гдѣ машинистъ не можетъ издали замѣтить краснаго огня сзади поѣзда, произойдетъ столкновение. Крушеніе тѣмъ болѣе возможно, если разрывъ поѣзда случился на подъемѣ и вагоны пошли назадъ.

Въ виду всѣхъ вышеизложенныхъ обстоятельствъ слѣдовало бы стремиться къ повсемѣстному введенію этого прибора, тѣмъ болѣе, что онъ дѣйствуетъ замѣчательно правильно и весьма недорого. Приспособленіе пассажирскаго вагона стоитъ 25 франковъ, багажнаго — 15 фр.; коробка съ гальваническою батареею и электрическимъ звонкомъ 55 фр. Ежегодный расходъ на его содержаніе ничтоженъ.

В) Сигналы подвижные состоятъ изъ флаговъ днемъ, фонарей ночью и петардъ во время тумана. Для обозначенія свободнаго пути, состоянія его, требующаго замедленія скорости поѣзда, и наконецъ невозможности продолжать движеніе, употребляются сигналы цвѣтовъ бѣлаго, зеленаго и краснаго, слѣ-

довательно не разнятся отъ сигналовъ русскихъ желѣзныхъ дорогъ и вообще не представляютъ ничего замѣчательнаго.

В) Постоянные сигналы: а) путевые; б) станціонные.

а) *Путевые сигналы* въ свою очередь дѣлятся на: 1) Сигналы поворотныхъ мостовъ. 2) Сигналы по линейнымъ будкамъ. 3) Переѣздные сигналы. 4) Сигналы въ тунеляхъ.

1) Сигналы поворотныхъ мостовъ. Поворотные мосты представляютъ одинъ изъ опаснѣйшихъ пунктовъ для движенія поѣздовъ. Необходимо во время поворота или подъема моста предупреждать машиниста о производящихся маневрахъ, чтобы онъ могъ во время остановить поѣздъ. Съ этою цѣлью съ обѣихъ сторонъ моста на разстояніи отъ 800 до 1200 метровъ, смотря по профилю дороги, устанавливаются обыкновенные отдаленные сигналы или диски, маневрируемые съ моста.

2) Сигналы по линейнымъ будкамъ существуютъ на всѣхъ желѣзныхъ дорогахъ Германіи и вводятся въ настоящее время въ Россіи. Во Франціи, въ видѣ опыта, они введены на Сѣверной желѣзной дорогѣ на участкѣ отъ St.-Denis до Creil на разстояніи 50 километровъ.

Сущность этихъ сигналовъ состоитъ въ томъ, что извѣстіе о выходѣ поѣзда со станціи и о его направленіи дается съ одной станціи на слѣдующую и по линейнымъ будкамъ между ними извѣстнымъ числомъ ударовъ въ колоколъ, производимыхъ электричествомъ; такимъ образомъ электрическіе колокола имѣютъ двойное назначеніе: сообщаютъ объ отправленіи поѣздовъ со станцій и слѣдовательно играютъ роль эксплуатационнаго аппарата и служатъ путевымъ сигналомъ.

Цѣлесообразность электрическихъ колоколовъ, какъ приборовъ эксплуатационныхъ, т. е. обеспечивающихъ извѣстную систему регулированія движенія поѣздовъ, будетъ рассмотрѣна въ отдѣлѣ III. Что же касается ихъ значенія какъ путевыхъ сигналовъ, то они не такъ полезны, какъ вообще полагаютъ. Путь постоянно долженъ быть въ исправности и едва ли выходъ всѣхъ линейныхъ сторожей къ поѣзду можетъ въ

чемъ либо его обезопасить. Наконецъ движеніе по дорогѣ происходитъ по росписанію, время прохода поѣздовъ извѣстно и слѣдовательно подобные приборы могли бы быть нѣсколько полезны только при извѣщеніи о проходѣ экстренныхъ и запоздавшихъ поѣздовъ; но тогда они могутъ быть замѣнены, какъ это дѣлается во Франціи, какими либо сигналами предъидущаго поѣзда, напримѣръ зелеными флагами днемъ и такими же огнями ночью съ боку послѣдняго вагона поѣзда.

При дѣятельномъ движеніи, когда поѣзды идутъ одинъ за другимъ чрезъ небольшіе промежутки времени, на примѣръ черезъ каждыя 5 минутъ, электрическіе колокола уже совсѣмъ теряютъ свое значеніе. Эти сигналы могутъ принести несомнѣнную пользу, только:

Во-первыхъ въ томъ случаѣ, еслибы съ двухъ смежныхъ станцій дороги съ однимъ путемъ были отправлены поѣзды одинъ на встрѣчу другаго; тогда, давая по линіи сигналы тревоги, можно предупредить столкновеніе поѣздовъ, какъ это и произошло въ дѣйствительности на С.-Петербургско-Варшавской желѣзной дорогѣ между станціями Сиверскою и Дивенскою. Но подобныя ошибки станутъ невозможны съ введеніемъ болѣе совершенныхъ эксплуатационныхъ приборовъ и слѣдовательно едва ли рачіонально дѣлать большія затраты на такіе приборы въ виду возможности подобныхъ случаевъ; тѣмъ болѣе, что уже эта возможность доказываетъ громадный недостатокъ и несовершенство такого прибора для сигнализированія поѣздовъ. По моему мнѣнію лучше прямо устранить такіе приборы, чѣмъ придумывать средства къ предупрежденію несчастныхъ случаевъ, возможныхъ при ихъ существованіи.

Во-вторыхъ въ переѣздахъ; но во Франціи вмѣсто нихъ употребляются повсемѣстно переѣздные сигналы.

Неудивительно поэтому, что электрическіе колокола не приобрѣли во Франціи много сторонниковъ и введеніе ихъ въ видѣ опыта на Сѣверной желѣзной дорогѣ не повело къ ихъ распространенію на другихъ желѣзныхъ дорогахъ.

3) **Переѣздные сигналы**, смотря по дѣятельности движенія, устанавливаются двоякаго рода:

Переѣздъ разсматривается какъ станція и съ обѣихъ его сторонъ устанавливаются отдаленные диски. Хотя этимъ и обезпечивается безопасность поперечнаго движенія, но вмѣстѣ съ тѣмъ это можетъ повести къ замедленію движенія поѣздовъ; тѣмъ болѣе, что при отсутствіи контроля надъ переѣздными сторожами небрежность ихъ можетъ быть поводомъ къ напрасному задержанію поѣздовъ у отдаленныхъ сигналовъ.

По этому при дѣятельномъ движеніи по желѣзной дорогѣ лучше примѣнять приборы, автоматически увѣдомляющіе о приближеніи поѣздовъ. Принципъ устройства этихъ приборовъ слѣдующій: переднее колесо паровоза приближающагося поѣзда надавливаетъ реборду на педаль, помѣщенную у внутренней грани рельса, и механически или же замыканіемъ гальваническаго тока приводитъ въ движеніе звонокъ у переѣзда. Для предупрежденія порчи механизма въ слѣдствіе постоянныхъ ударовъ колесъ о педаль, устанавливаются ртутные или воздушные регуляторы, не позволяющіе педали подниматься до уровня рельса во все время прохода поѣзда *).

Педаль устанавливается на разстояніи 1500 — 2000 метровъ отъ переѣзда, чтобы послѣдній, если занятъ, могъ быть очищенъ до прихода поѣзда.

4) **Сигналы въ тунеляхъ **).** Во Франціи принято за правило не пускать одновременно двухъ поѣздовъ въ тунель, если длина его довольно значительна или тунель идетъ по кривой, такъ какъ при остановкѣ или замедленіи хода идущаго впереди поѣзда легко могло бы произойти столкновеніе въ темнотѣ съ самыми несчастными послѣдствіями. Съ этою цѣлью оба конца тунеля соединяются электрическими звонками, которыми сигналисты извѣщаютъ другъ друга о входѣ поѣздовъ въ тунель или о выходѣ ихъ; машинистамъ же даютъ знать или фла-

*) Врѣмя стр. 68.

**) Врѣмя, стр. 71.

гами и фонарями, или же закрываніемъ и открываніемъ дисковъ. Если по какой либо причинѣ сигналъ о выходѣ поѣзда изъ тунеля не полученъ въ продолженіи извѣстнаго промежутка времени, на примѣръ 10 минутъ, то слѣдующій поѣздъ пропускается въ тунель, но машинистъ предупреждается объ этомъ и долженъ замедлить на столько скорость поѣзда, чтобы быть въ состояніи остановить его на томъ пространствѣ пути, которое остается свободнымъ. Сигналистъ же обязанъ немедленно послѣ прохода поѣзда узнать причину неполученія сигнала и въ случаѣ порчи послѣдняго, немедленно сообщить кому слѣдуетъ.

Въ длинныхъ тунеляхъ устанавливаются часто автоматическіе приборы съ педалями, какъ въ переѣздахъ, для извѣщенія сторожей о приближеніи поѣзда, а по бокамъ тунеля сдѣланы ниши, въ которыхъ они могли бы укрыться.

б) *Станціонные сигналы.* Для болѣе легкой критической оцѣнки различныхъ системъ постоянныхъ станціонныхъ сигналовъ, введенныхъ на всѣхъ французскихъ желѣзныхъ дорогахъ, необходимо рассмотреть тѣ основныя цѣли, достиженію которыхъ слѣдуетъ стремиться при введеніи какой либо системы сигналовъ. Только критическою оцѣнкою результатовъ, достигаемыхъ данною системою, можно убѣдиться въ ея преимуществахъ передъ другими системами.

Непосредственная цѣль станціонныхъ сигналовъ тройкая:

Во первыхъ предупреждать столкновенія поѣздовъ въ развѣтвленіяхъ, какъ поѣздовъ, идущихъ въ различныхъ направленіяхъ, такъ и въ одномъ направленіи *).

Во вторыхъ гарантировать останавливающіеся на станціяхъ поѣзды, отправляющіеся дальше или на запасный путь, отъ настиженія поѣздами, идущими съ другихъ станцій.

*) Развѣтвленія могутъ быть и между станціями, но какъ по своей важности, такъ и въ слѣдствіе того обстоятельства, что всегда устраиваются станціи у развѣтвленій, сигналы послѣднихъ слѣдуетъ отнести къ станціоннымъ сигналамъ.

Въ третьихъ обезопасить маневры въ предѣлахъ самой станціи.

По непосредственному своему назначенію слѣдовательно станціонные сигналы распадаются на: 1) Сигналы въ развѣтвленіяхъ. 2) Общіе станціонные. 3) Частные станціонные.

1) **Сигналы въ развѣтвленіяхъ** (Signaux de bifurcations). Типовъ развѣтвленій нѣсколько. Для уясненія вопроса, какіи предохранительныя мѣры необходимы и достаточны для полного обезпеченія движенія поѣздовъ, достаточно рассмотреть самый общій типъ развѣтвленій дороги о двухъ путяхъ на два направленія, о двухъ путяхъ каждое.

Въ разсматриваемомъ типѣ возможны только три случая одновременнаго прохода двухъ поѣздовъ черезъ развѣтвленія:

Во первыхъ двухъ поѣздовъ по двумъ главнымъ путямъ (чертежъ 1).

Во вторыхъ по лѣвому главному (относительно плоскости чертежа) и правому боковому.

Въ третьихъ по обоимъ боковымъ путямъ.

Совмѣстное движеніе двухъ поѣздовъ по другимъ путямъ невозможно и слѣдуетъ установкою соотвѣтственныхъ сигналовъ обезопасить движеніе поѣздовъ въ этихъ случаяхъ.

При одновременномъ движеніи двухъ поѣздовъ по лѣвому боковому и правому главному (по направленіямъ, указаннымъ стрѣлками) могло бы произойти или столкновеніе поѣздовъ на двойной крестовинѣ t , или же одинъ изъ поѣздовъ могъ бы перерѣзать другой.

Далѣе два поѣзда, идущіе по правымъ путямъ, главному и побочному, могли бы или столкнуться на стрѣлкѣ a_1 , или настигнуть одинъ другаго.

По этому по всѣмъ этимъ тремъ направленіямъ, т. е. по двумъ главнымъ путямъ и по правому боковому, должны существовать сигналы, которые бы предупреждали машинистовъ приближающихся къ развѣтвленію поѣздовъ о томъ, могутъ ли они пройти его въ данную минуту или нѣтъ.

Сигналомъ, удовлетворяющимъ этой цѣли, можетъ быть или семафоръ (англійская система), или дискъ (французская система).

Диски повсемѣстно во Франціи одного типа, круглые, выкрашенные красною краскою съ бѣлою каймою по краямъ; днемъ положеніе ихъ перпендикулярное къ оси пути, а ночью красный огонь служитъ для указанія поѣздамъ опасности; положеніе же ихъ параллельное оси пути, а ночью бѣлый свѣтъ означаютъ путь свободный.

Диски устанавливаются по всѣмъ тремъ выше указаннымъ направленіямъ (чертежъ 1) на такомъ разстояніи отъ стрѣлокъ a , a и двойной крестовины t , чтобы поѣздъ на всѣхъ парахъ могъ быть остановленъ передъ этими точками пути, если сигналы закрыты. Разстояніе это на французскихъ желѣзныхъ дорогахъ измѣняется, смотря по ихъ профили отъ 800 до 1200 метровъ. На сколько это разстояніе обезпечиваетъ безопасность движенія, трудно рѣшить безъ тщательнаго разсмотрѣнія существующихъ системъ тормазовъ, что уже выходитъ изъ предѣловъ настоящаго труда. Достаточно замѣтить, что принятое разстояніе до сихъ поръ оказывалось удовлетворительнымъ при скорости поѣздовъ 80 километровъ въ часъ.

При установкѣ сигналовъ слѣдуетъ избрать какую либо сторону пути, на примѣръ лѣвую *) (какъ это принято во Франціи) по отношенію къ машинисту, чтобы этимъ доставить послѣднему возможность знать, относится ли сигналъ къ нему или нѣтъ.

Этихъ сигналовъ было бы достаточно для дорогъ хотя и съ значительнымъ движеніемъ, но при большомъ промежуткѣ времени между поѣздами; примѣромъ можетъ служить Орлеанская желѣзная дорога, на которой въ развѣтвленіяхъ нѣтъ другихъ сигналовъ кромѣ этихъ.

*) Это не всегда возможно, на примѣръ въ выемкахъ, въ кривыхъ, гдѣ иногда сигналъ съ лѣвой стороны пути не былъ бы видѣнъ машинисту на извѣстномъ разстояніи.

Но при существованіи однихъ отдаленныхъ сигналовъ, когда послѣдніе открыты, видѣнъ только бѣлый огонь ночью, а днемъ нѣтъ никакого сигнала и слѣдовательно машинистъ не предупреденъ о томъ, что онъ приближается къ развѣтвленію; между тѣмъ при проходѣ поѣздомъ развѣтвленій необходимо уменьшать его скорость съ цѣлью предупредить какой либо случай. Является естественно необходимостью въ сигналъ зеленого свѣта. Такимъ сигналомъ во Франціи служитъ указатель развѣтвленія (Signal indicateur de bifurcation), дискъ котораго квадратной формы, выкрашенъ на-крестъ зеленою краскою и даетъ ночью зеленый огонь.

На Сѣверной *) дорогѣ сигналъ этотъ становится въ небольшомъ разстояніи отъ диска (чертежъ 1, В) Въ настоящее время, въ отличіе отъ другихъ сигналовъ по формѣ, самый дискъ устанавливается діагональю по отвѣсу.

На Западной **) онъ находится на одномъ столбѣ съ дискомъ и слѣдовательно даетъ ночью бѣлый и зеленый свѣтъ, когда развѣтвленіе открыто, и красный и зеленый, когда закрыто.

На Лионской дорогѣ ***) сигналъ этотъ состоитъ изъ фонаря съ зелеными стеклами, на которыхъ бѣлыми буквами написано *bifur.* и устанавливается за отдаленными сигналами.

Изъ этихъ трехъ типовъ экономичнѣе типъ Западной дороги, какъ не требующій особаго столба.

При существованіи отдаленныхъ сигналовъ и указателей развѣтвленія, поѣзды должны были бы останавливаться передъ отдаленными сигналами въ томъ случаѣ, когда развѣтвленіе занято, и для охраненія ихъ отъ настиженія другими, вслѣдъ идущими, поѣздами слѣдовало бы всегда посылать поѣздную прислугу ставить красные сигналы позади поѣзда.

*) Brame. Atlas. Pl. I, fig 15. Autographies de chemin de fer du Nord № 373. 1869.

**) Annexe de la Circulaire № 146 du 15 novembre 1867. Feuille 4.

***) Autographies du chemin de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée. № 365. 1866.

Какъ для избѣжанія этого неудобства и сопряженной съ нимъ потери времени, такъ и для повторенія сигнала, полезно установить по всѣмъ тремъ направленіямъ сигналы немедленной остановки А (disques d'arrêt absolu). Диски этихъ сигналовъ квадратные и прямоугольные, покрашены красною краскою и даютъ ночью два красныхъ огня. Устанавливаются эти сигналы въ небольшомъ разстояніи отъ тѣхъ пунктовъ развѣтвленія, приближаться къ которымъ поѣзды не должны ни подъ какимъ видомъ, такъ какъ иначе могло бы произойти ихъ столкновение. Пункты эти по лѣвому главному пути стрѣлка *a*, по правому главному двойная крестовина *t* и по правому боковому та точка его, гдѣ разстояніе между путями 1.78 метра.

Чтобы имѣть гарантію точнаго исполненія этихъ сигналовъ машинистами, при закрываніи ихъ автоматически выдвигаются и кладутся на рельсы одна или двѣ петарды помощью рычаговъ, къ которымъ петарды прикрѣплены и которые приводятся въ движеніе при маневрѣ сигнала. Взрывъ петарды служить неопровержимымъ доказательствомъ небрежности машиниста *).

На Лионской дорогѣ, вмѣсто подвижныхъ сигналовъ, устанавливаются такъ называемые столбы остановки (poteau d'arrêt) **) съ неподвижными голубыми дисками овальной формы, на которыхъ бѣлыми буквами написано arrêt. Ночью дискъ освѣщается отраженнымъ свѣтомъ. Проходъ поѣздамъ дается опусканіемъ крыльевъ семафоровъ, стоящихъ въ самомъ началѣ развѣтвленія.

Со введеніемъ сигналовъ немедленной остановки съ двумя красными огнями, сигналъ съ однимъ краснымъ огнемъ не требуетъ отъ машиниста немедленной остановки поѣзда, а указываетъ ему, что дальше онъ найдетъ другіе сигналы закрытыми; слѣдовательно онъ обязанъ на столько замедлить скорость поѣзда, чтобы имѣть возможность остановить его, если

встрѣтитъ повтореніе сигнала остановки, не переѣзжая диска съ двумя красными огнями ни подъ какимъ видомъ.

При такомъ расположеніи поѣзды, задержанные у сигналовъ съ двумя красными огнями, охранены отъ настиженія идущими въ слѣдъ за ними поѣздами отдаленными сигналами съ однимъ краснымъ огнемъ.

Чтобы имѣть увѣренность, что и длинные товарные или пассажирскіе поѣзды будутъ обезпечены отдаленными сигналами, въ нѣкоторомъ разстояніи отъ диска съ двумя красными огнями, соотвѣтственно длинѣ наибольшихъ поѣздовъ (обыкновенно не болѣе 400 метровъ), слѣдуетъ ставить сигналъ, опредѣляющій предѣлъ охраненія отдаленныхъ дисковъ (poteau indicateur de limite de protection du signal avancé). Чтобы сигналъ этотъ дѣйствительно достигалъ цѣли, съ которою онъ установленъ, нужно, чтобы отъ той точки, откуда машинистъ уже видитъ отдаленный сигналъ, оставалось до него разстояніе отъ 650 до 950 и 1150 метровъ, смотря по профилю дороги, необходимое для заторможенія и остановки поѣзда, идущаго со скоростью до 80 километровъ въ часъ.

На Западной желѣзной дорогѣ для этой цѣли ставятъ сигналъ фіолетоваго цвѣта *). Если поѣздъ не помѣщается между нимъ и сигналомъ съ двумя красными огнями и послѣдніе вагоны значительно выходятъ за него, то слѣдуетъ тогда поступать такъ, какъ будто бы поѣздъ былъ въ открытомъ пути, т. е. посылать поѣздную прислугу для постановки красныхъ подвижныхъ сигналовъ на должномъ разстояніи. При усиленіи дѣятельности движенія, полезно поэтому ввести еще вторые отдаленные диски, которые бы закрывались въ томъ случаѣ, когда поѣзда выходятъ за фіолетовый сигналъ.

На другихъ французскихъ желѣзныхъ дорогахъ этотъ сигналъ не существуетъ; введеніе же его было бы весьма полезно.

Наконецъ при проходѣ развѣтленія машинисту важно знать, поставлена ли стрѣлка надлежащимъ образомъ, такъ какъ это

*) Brame. Texte, page 9. Annexe de la Circulaire № 146. 1867, Feuille 1

**) Autographies № 366. 1866.

*) Autographies.

дасть ему возможность потребовать измѣненія ея направленія, если послѣдняя неправильно поставлена.

Не лишены, слѣдовательно, значенія сигналы, указывающіе направленіе, по которому сдѣлана стрѣлка (Signal indicateur de direction).

На Сѣверной и Западной *) дорогахъ устанавливаются (чертежъ 1. J) сигналы слѣдующаго устройства: сзади бѣлаго триугольнаго диска съ обрѣзанными концами находится зеленая дощечка съ двумя зелеными стеклами и приводится въ движеніе колѣнчатымъ рычагомъ, соединеннымъ со стержнемъ стрѣлки. Появленіе этой дощечки днемъ и зеленый огонь ночью съ правой стороны показываетъ, что правый путь закрытъ, а лѣвый открытъ и обратно.

На Мюнхской дорогѣ указатели направленія стрѣлокъ состоятъ изъ двухъ круглыхъ дисковъ: зеленого и бѣлаго, скрѣпленныхъ перпендикулярно одинъ къ другому, съ фонаремъ о 4 стеклахъ. Бѣлый дискъ днемъ и такой же огонь ночью показываютъ, что стрѣлка сдѣлана на главный путь, зеленый же цвѣтъ сигнала—на боковой.

Изъ критической оцѣнки назначенія каждаго изъ выше разсмотрѣнныхъ сигналовъ видно, что для обезпеченія движенія поѣздовъ въ развѣтвленіяхъ необходимы только пять типовъ сигналовъ, а именно: два красныхъ сигнала, съ однимъ и съ двумя огнями, одинъ зеленый, одинъ фіолетовый и стрѣлочный указатель. Эти пять типовъ сигналовъ теоретически не только необходимы, но и совершенно были бы достаточны, если бы, во-первыхъ, маневры каждаго сигнала отдѣльно совершались правильно и безошибочно и, во-вторыхъ, еслибы механически невозможны были маневры несовмѣстныхъ сигналовъ, т. е. такихъ сигналовъ, при одновременномъ открытіи которыхъ произошло бы въ развѣтвленіи столкновеніе поѣздовъ.

*) Brame. стр. 52. Новѣйшія измѣненія Autographies des chemins de fer du Nord. № 375, 1869; Paris à Lyon et à la Méditerranée № 358. 1866. Ouest, Annexe de la circulaire № 146. Feuille 3, 1867.

Средства, обезпечивающія правильность и безошибочность маневровъ отдѣльныхъ сигналовъ, будутъ изложены при критическомъ разсмотрѣніи деталей устройства сигналовъ; подчиненіе же маневровъ сигналовъ въ развѣтвленіяхъ автоматической зависимости помѣщено въ отдѣлѣ II.

2) Общіе станціонные сигналы. Сигналы эти общи для всѣхъ станцій одной дороги и маневры ихъ подчиняются однообразнымъ для всей дороги постановленіямъ. Назначенію предупредить машиниста приближающагося къ станціи поѣзда о томъ, можетъ ли онъ въ данную минуту войти на станцію или нѣтъ, удовлетворяютъ семафоры и отдаленные диски.

На не большихъ станціяхъ, гдѣ большинство поѣздовъ не останавливается, этихъ сигналовъ достаточно; но при скольконибудь дѣйтельномъ движеніи, въ высшей степени полезно выставить фіолетовые сигналы, выражающіе предѣлъ охраненія отдаленныхъ дисковъ, и вторые повторительные диски.

Не менѣе полезны и указатели направленія стрѣлокъ, которыми снабжаются на французскихъ желѣзныхъ дорогахъ всѣ стрѣлки, уложенныя противъ шерсти. Снабженіе всѣхъ стрѣлокъ безъ исключенія подобными указателями направленія излишне, если стрѣлки самодѣйствующія (англійскія).

Въ пунктахъ особенно опасныхъ, какъ напримѣръ у двойныхъ крестовинъ (traversées) въ пересѣченіи двухъ или нѣсколькихъ путей, у стрѣлокъ развѣтвленій одного пути на два и на три, необходимо ставить сигналы, которые бы не позволяли поѣздамъ слишкомъ близко подходить къ вышеуказаннымъ точкамъ пути, такъ какъ иначе могло бы произойти столкновеніе. Для этой цѣли лучше другихъ пригодны сигналы немедленной остановки съ двумя красными огнями и съ автоматически выдвигающимися петардами.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда при маневрахъ необходимо съ нѣсколькихъ группъ путей проходить на одинъ и тотъ же главный путь, и сигналы каждой группы маневрируются изъ отдѣльныхъ постовъ, слѣдуетъ ставить у главнаго пути такъ назы-

ваемые сигналы немедленной остановки, маневрируемые съ нѣсколькихъ постовъ (*Signal d'arrêt absolu à plusieurs transmissions* *). Устройство сигнала допускаетъ его открытіе только въ томъ случаѣ, когда послѣдовало на то согласіе всѣхъ постовъ.

3) **Частные станціонные сигналы.** Маневры ихъ опредѣляются особыми инструкціями для каждой станціи отдѣльно, такъ какъ они относятся исключительно къ маневрамъ поѣздовъ и вагоновъ, происходящимъ въ предѣлахъ самой станціи, а слѣдовательно исполняются мѣстною прислугою.

По своему непосредственному назначенію, частные станціонные сигналы раздѣляются: во-первыхъ на относящіеся къ машинистамъ; во-вторыхъ на относящіеся специально къ агентамъ, которые производятъ ихъ маневры.

Назначеніе первыхъ содѣйствовать быстротѣ и безопасности маневровъ подвижнаго состава. Сигналовъ этого рода два:

Желтый сигналъ остановки (*Signal d'arrêt absolu jaune* **) устанавливается при соединеніи главнаго пути съ путями паровозныхъ депо, товарныхъ складовъ, съ запасными путями и т. д. Въ отличіе отъ сигналовъ остановки главныхъ путей дискъ сигнала желтаго цвѣта и даетъ ночью желтый огонь.

Это по крайней мѣрѣ не вводитъ въ заблужденіе или сомнѣніе поѣзды, идущіе по главнымъ путямъ.

Указатель направленія стрѣлокъ при раздвоеніи путей и вообще при развѣтвленіяхъ одного пути на нѣсколько, если поѣзды проходятъ стрѣлку безразлично по шерsti и противъ, какъ это бываетъ при маневрахъ.

Къ сигналамъ, существующимъ единственно для агентовъ, которые производятъ ихъ маневры, принадлежатъ такъ называемые переговорочные сигналы (*Signaux de correspondance*). Непосредственное ихъ назначеніе сообщать сигнальные посты между собою и давать сигналистамъ возможность знать о по-

ложеніи сигналовъ и путей, ими охраняемыхъ сосѣднихъ группъ, ввѣренныхъ наблюденію отдѣльныхъ постовъ.

Сигналы состоятъ или просто изъ звонковъ, или изъ дисковъ разнообразныхъ формъ, снабженныхъ звонками и приводимыхъ въ движеніе сосѣдними постами. Поворачиваніемъ сигнала и происходящимъ при этомъ звономъ колокольчиковъ дается знать о приближеніи поѣзда по извѣстному пути, или же спрашивается на какой путь слѣдуетъ его направить, или наконецъ останавливается движеніе.

На Сѣверной желѣзной дорогѣ переговорочные сигналы состоятъ изъ дисковъ прямоугольной формы съ надписями, требуемыми сообразно расположенію путей. Въ тѣхъ случаяхъ, когда только слѣдуетъ предупреждать о приближеніи поѣздовъ по извѣстному пути, устанавливаются одни колокольчики *).

На Западной дорогѣ дискамъ придаютъ треугольную форму; на Ліонской форму круга, окрашеннаго голубою краскою; на Орлеанской наконецъ нѣтъ особыхъ переговорочныхъ сигналовъ, а они замѣняются закрываніемъ и немедленнымъ открываніемъ другихъ сигналовъ.

Основныя условія рационально устроенныхъ сигналовъ.

Вотъ въ краткихъ чертахъ типы тѣхъ постоянныхъ сигналовъ, которыхъ теоретически совершенно достаточно для обезпеченія движенія поѣздовъ въ пути и на станціяхъ, и которые, какъ видно изъ вышеизложеннаго критическаго ихъ разсмотрѣнія, вполне рациональны. Остается убѣдиться въ томъ, что съ введеніемъ этихъ сигналовъ безопасность движенія будетъ дѣйствительною, а не воображаемою, т. е. остается убѣдиться въ томъ, достигается ли сообразнымъ устройствомъ сигналовъ безошибочность ихъ маневровъ и будутъ ли они замѣтны для машинистовъ и надлежащимъ образомъ исполнены. Иначе, въ случаѣ неисправнаго дѣйствія сигналовъ, безопасность движенія можетъ подвергаться еще большому риску, чѣмъ при отсутствіи всякихъ сигналовъ, такъ какъ въ послѣднемъ

*) Vigne. стр. 30.

**) Ouest, Annexe de la circulaire № 146. Feuille 2. 1867.

*) Mise en service des nouveaux Signaux à la gare du Nord.

случаѣ и машинисты и станціонная прислуга будутъ гораздо осторожнѣе. Однимъ словомъ, устройство сигналовъ должно удовлетворять пяти основнымъ условіямъ:

Во первыхъ всѣ части сигналовъ должны быть весьма прочны, просты, цѣлесообразны и должны представлять достаточное сопротивленіе дѣйствію атмосферныхъ дѣятелей и случайностей, какъ на примѣръ сильному вѣтру, сырости, сотрясеніямъ при везапныхъ и неосторожныхъ маневрахъ.

Съ этою цѣлью хорошо для столбовъ и основаній сигналовъ употреблять желѣзо и чугуны вмѣсто дерева.

На Орлеанской желѣзной дорогѣ въ послѣднее время стали дѣлать основаніе сигналовъ изъ старыхъ рельсовъ, а столбы изъ листового желѣза *); на Западной желѣзной дорогѣ основаніе изъ чугунныхъ колоколовъ, а столбы и фермы изъ желѣза **); на Ліонской чугунные столбы уже давно существуютъ.

Такъ какъ на большіе сплошные диски вѣтеръ сильно дѣйствуетъ, то хорошо замѣнять ихъ вырѣзными или сѣтчатыми.

Во вторыхъ маневры сигналовъ должны совершаться правильно при всякой температурѣ

Маневры сигналовъ совершаются не каждого отдѣльно, а всегда нѣсколько сигналовъ маневрируются изъ одного центра или поста (poste), разстояніе котораго до отдаленныхъ сигналовъ доходить иногда до 1500 и даже до 2000 метровъ. Маневры сигналовъ производятся рычагами черезъ посредство проволоки или жесткихъ стержней. На такомъ значительномъ протяженіи удлинненіе ихъ подъ вліяніемъ перемѣнъ температуры весьма значительно и могло бы быть причиною неисполненія или неправильнаго маневра сигнала. Для избѣжанія этого поступаютъ слѣдующимъ образомъ:

α) Если передача движенія происходитъ помощью одной проволоки, то устанавливаютъ противовѣсы по срединѣ раз-

стоянія *) между сигналомъ и движущимъ рычагомъ (чертежъ 1, С) или же у самого движущаго рычага **) (levier de manœuvrer). Противовѣсы эти при удлинненіи или укороченіи проволоки опускаются или поднимаются и слѣдовательно натяженіе проволоки остается неизмѣннымъ.

β) Если передача движенія происходитъ помощью двухъ проволоки, то опредѣляются тѣ ея предѣльныя натяженія, при которыхъ маневры сигналовъ происходятъ совершенно правильно, и дается проволока при извѣстной температурѣ во время установки сигналовъ такое натяженіе, чтобы при наибольшихъ перемѣнахъ температуры въ ту или другую сторону натяженіе ея не было ниже предѣла ***).

γ) Если наконецъ передача движенія происходитъ помощью жесткихъ стержней, то все разстояніе, на которомъ слѣдуетъ устроить передачу, дѣлится на нѣсколько равныхъ частей и части соединяются уравнительными рычагами. (Чертежъ 3) ****).

Въ третьихъ при самомъ совершенномъ устройствѣ сигналовъ, они могутъ не дѣйствовать вслѣдствіе случайностей, каковы на примѣръ разрывъ проволоки, умышленное препятствіе и т. п.

Правильность маневровъ близкихъ сигналовъ можетъ быть всегда контролируема самимъ сигналистомъ, но контроль надъ правильностью дѣйствія отдаленныхъ сигналовъ съ поста невозможенъ. Между тѣмъ сигналисту необходимо знать, дѣйствительно ли маневры всѣхъ сигналовъ исполнены какъ слѣдуетъ, потому что иногда сигналистъ, полагая, что отдаленные сигналы имъ правильно сдѣланы, открываетъ путь для маневровъ; вслѣдствіе же поврежденія передаточнаго механизма или самого сигнала, послѣдній сдѣланъ или неправильно, или во-

*) Brame, стр. 4. Autographies № 367. Nord. 1869.

**) Brame, стр. 15. Marié. Note sur la pose et la manœuvre des signaux fixes, стр. 10.

*** Brame, стр. 23.

****) Barby. 1876. Railway appliances, стр. 131. Ouest. 1872. autographie № 280.

*) Autographies № 61 et 62. Orléans. 1866.

**) Autographies № 281, 282. Ouest. 1872.

все не сдѣланъ и слѣдовательно ничто не препятствуетъ приближающемуся къ станціи поѣзду столкнуться съ поѣздомъ, маневрирующимъ на самой станціи.

Для избѣжанія подобныхъ случайностей отдаленные сигналы снабжаются такими приборами, которые даютъ знать сигналисту, что сигналы дѣйствительно сдѣланы совершенно правильно.

Средства, которыми можно достигнуть вышеизложеннаго, довольно разнообразны. Во Франціи съ этою цѣлью употребляются:

а) Электрическіе звонки у будки сигналиста. Проводъ, въ который включена батарея и электрический звонокъ, соединяется съ отдаленнымъ сигналомъ такимъ образомъ, что когда послѣдній закрывается, т. е. становится въ положеніе перпендикулярное къ оси пути, то токъ замыкается только въ томъ случаѣ, если сигналъ дѣйствительно занялъ надлежащее положеніе.

При этомъ звонокъ происходитъ во все время, пока замкнуть токъ, т. е. пока закрыть сигналъ *).

Такими звонками на Сѣверной и Западной дорогахъ снабжаются отдаленные сигналы и сигналы немедленной остановки съ нѣсколькими передачами.

При маневрахъ отдаленныхъ стрѣлокъ можно опасаться, что камень, кусокъ льда или снѣгъ попалъ между остриями стрѣлки и рельсами и помѣшалъ правильной установкѣ перевода, или же, что стрѣлка совсѣмъ не сдѣлана вслѣдствіе порчи передаточнаго механизма. Для предупрежденія объ этомъ сигналиста, рельсы противъ остриекъ стрѣлки снабжаются съ наружной стороны чугунными коробками В (чертежъ 2), вращающимися около горизонтальныхъ осей о; коробки приводятся въ наклонное положеніе болтомъ g, проходящимъ сквозь рельсъ и выдающимся съ внутренней его стороны. Когда стрѣлка находится въ промежуточномъ положеніи, т. е. оба острия ея не касаются рельсовъ, обѣ коробки горизонтальны; ртуть, со-

общая контактные винты с обѣихъ коробокъ, замыкаетъ токъ, приводящій въ движеніе электрической звонокъ у поста. Когда стрѣлка займетъ правильное положеніе, одинъ изъ остриекъ нажметъ головку болта и наклонитъ коробку, ртуть не будетъ болѣе сообщать контактныхъ винтовъ наклонной коробки и токъ прервется, такъ какъ контактные винты обѣихъ коробокъ соединены однимъ проводомъ; съ прерваніемъ тока прекратится звонокъ электрическаго колокольчика и дастъ сигналу знать, что стрѣлка заняла надлежащее положеніе *).

б) Электрическіе повторители (electric repeaters). При правильномъ исполненіи маневра отдаленнаго сигнала токъ замыкается и приводитъ въ движеніе маленькія модели оптическихъ сигналовъ въ будкахъ у сигналиста или въ конторѣ начальника станціи **).

γ) Повторительные сигналы. У будки сигналиста находится повторительный сигналъ или дискъ, связанный проволокою съ отдаленнымъ сигналомъ такимъ образомъ, что, при поворачиваніи послѣдняго во время маневра, дискъ дѣлаетъ поворотъ на столько же градусовъ и даетъ возможность сигналисту удостовѣриться въ правильномъ исполненіи маневра ***).

δ) Отражательныя зеркала. Зеркала отдаленныхъ сигналовъ, при извѣстномъ положеніи послѣднихъ, отражаютъ по направленію къ будкѣ сигналиста пучекъ лучей, окрашенныхъ цвѣтнымъ стекломъ, сквозь которое они проходятъ. На Лионской дорогѣ, когда сигналы открыты, къ будкѣ отражаются голубые лучи, которые пропадаютъ при закрываніи сигнала ****).

Изъ всѣхъ вышеизложенныхъ способовъ извѣщать сигналиста о положеніи сигналовъ совершеннѣе конечно способы, основанные на электричествѣ. Наименѣе надежны зеркала,

*) Nord. 1875 Autographie № 479. Société des ingénieurs civils, стр. 51; Seance du 2 Février. 1877.

**) Barby. стр. 153. Preece. 1865. On railway electric signalling.

***) Brame. стр. 32.

****) Marié, стр. 7.

*) Brame. стр. 34. Nord 1869 Autographie № 367, 368.

такъ какъ онѣ не даютъ никакихъ указаній, повернуть ли сигналъ на 90 или на 80, а быть можетъ и 60 градусовъ, между тѣмъ это имѣетъ важное значеніе, особенно въ кривыхъ.

Въ *четвертыхъ* при поврежденіи передаточнаго механизма или самаго сигнала, сигналъ долженъ закрываться самъ собою, такъ какъ послѣдствіемъ подобнаго случая будетъ только остановка поѣзда или замедленіе движенія, а не несчастный случай.

Съ этою цѣлью слѣдуетъ всѣ сигналы снабжать противовѣсами, которые бы ихъ закрывали въ случаѣ разрыва проволоки *).

Въ настоящее время на всѣхъ французскихъ желѣзныхъ дорогахъ слѣдятъ за тѣмъ, чтобы это правило было повсемѣстно примѣняемо при всѣхъ сигналахъ безъ исключенія.

Въ *пятыхъ* недостаточно, чтобы маневры сигналовъ могли всегда быть безошибочно сдѣланы и чтобы сигналисты всегда имѣли средства убѣдиться въ совершенной ихъ правильности; необходимо еще, чтобы сигналы были всегда замѣчены машинистами на извѣстномъ разстояніи и были ими надлежащимъ образомъ исполнены.

Исполненія сигналовъ можно всегда достигнуть постановленіемъ строгихъ взысканій съ виновныхъ машинистовъ, тѣмъ болѣе, что при столкновеніи поѣздовъ первые же машинисты подвергаются опасности потерять жизнь или получить тяжелыя увѣчья, а слѣдовательно они сами наиболѣе заинтересованы въ самомъ тщательномъ и строгомъ исполненіи сигналовъ.

Гораздо вѣроятнѣе и скорѣе можетъ произойти столкновение поѣздовъ вслѣдствіе того обстоятельства, что машинистъ не примѣтилъ сигнала или по невнимательности, или же потому, что вниманіе его отвлечено какимъ либо другимъ предметомъ. Важно поэтому найти средство, которымъ можно было бы обращать вниманіе машиниста на состояніе сигналовъ.

Первымъ и весьма важнымъ является вопросъ о постоянномъ и исправномъ освѣщеніи отдаленныхъ сигналовъ ночью.

Потуханіе лампы въ сигналахъ вслѣдствіе какихъ либо обстоятельствъ, какъ на примѣръ сильнаго вѣтра или недостатка освѣтительнаго матеріала, можетъ имѣть послѣдствіемъ столкновение поѣздовъ, такъ какъ ночью машинистъ не имѣетъ возможности замѣтить неосвѣщенный сигналъ. Для предупрежденія этой возможности могъ бы служить приборъ, испытанный на Лионской желѣзной дорогѣ, сущность котораго состоитъ въ слѣдующемъ: при потуханіи лампы въ слѣдствіе неравномернаго сжатія двухъ частей механизма изъ различныхъ металловъ, соединенныхъ системою рычаговъ, замыкается токъ и сообщаетъ электрическимъ звонкомъ сигналисту о происшедшемъ *).

Далѣе, если сигналы въ хорошую погоду видны на значительномъ разстояніи, то во время тумана, мятели или просто сильнаго дождя или снѣга видны на небольшомъ разстояніи, иногда не болѣе 15 саженой, т. е. на такомъ разстояніи, что машинистъ уже не въ состояніи остановить поѣздъ на остающемся ему свободномъ пространствѣ.

Для избѣжанія подобныхъ случаевъ предписывается **) въ такую погоду класть петарды на нѣкоторомъ разстояніи отъ отдаленныхъ сигналовъ. Но это средство мало дѣйствительно и недостаточно, такъ какъ тогда только можно было бы на него полагаться, еслибы у отдаленныхъ сигналовъ находились постоянные агенты; даже въ послѣднемъ случаѣ, ничѣмъ не предупреждаемые о положеніи сигнала, они могутъ по небрежности или позабыть это сдѣлать или совсѣмъ не сдѣлать. Слѣдуетъ поэтому агентовъ замѣнить болѣе надежнымъ средствомъ, т. е. автоматическими приборами.

Устройство между рельсами пути дугъ, открывающихъ механически особые свистки паровоза***) весьма неудобно, такъ какъ вообще всѣ механическія приспособленія, подвергаемыя ударамъ быстро движущихся тѣлъ, скоро разстраиваются.

*) Brame, стр. 48.

**) Chemins de fer de l'Ouest, Ordre de service général № 221. 1876.

***) Barby, стр. 107.

*) Brame, стр. 10, 14, 25.

Приборъ, автоматически выдвигающій пару петардъ на рельсы на разстояніи 300 метровъ отъ отдаленнаго сигнала, когда послѣдній закрывается, дорого стоитъ и не всегда практически примѣнимъ. Дѣйствительно, если отдаленный сигналъ отстоитъ отъ поста, на примѣръ на 1500 метровъ, то на приведеніе этихъ двухъ приборовъ въ движеніе потребовалось бы усиліе, превосходящее быть можетъ силы человѣка, которому поручены маневры *).

Лучше другихъ приборовъ соотвѣтствуетъ назначенію электро-автоматическій свистокъ Lartigue et Forest **). Свистокъ приводится въ движеніе помощью гальваническаго тока, ослабляющаго притягательную силу электромагнита Hughes а (чертежъ 8), для чего токъ при его замыканіи идетъ по проволокамъ электромагнита въ такомъ направленіи, что возбуждаетъ магнетизмъ противоположныхъ полюсовъ. Коробка со свисткомъ S прикрѣпляется къ паровозу у регулятора (чер. 9). Одинъ конецъ проволоки L электромагнита изолированъ и соединяется со щеткою изъ тонкихъ мѣдныхъ проволокъ В (чер. 5, 6, 9, 10), прикрѣпленную внизу паровоза; другой на концѣ Т соединенъ металлически съ паровозомъ, а слѣдовательно съ рельсами и землею.

Въ разстояніи нѣсколькихъ сотъ метровъ отъ отдаленнаго сигнала укладывается шпала С между рельсами пути, по оси его, на изолирующихъ подставкахъ d (чер. 4, 7, 9); шпала сверху покрыта мѣднымъ листомъ, который соединенъ проводомъ f съ положительнымъ полюсомъ батареи P, а ея отрицательный полюсъ съ коммутаторомъ К (чер. 9) отдаленнаго сигнала. Для предохраненія шпалы отъ зацѣпленія ея случайно висячею цѣпью вагоновъ, укладывается впереди ея брусь b (чер. 4).

Когда отдаленный сигналъ закрывается, коммутаторъ его сообщаетъ отрицательный полюсъ батареи съ землею, при

проходѣ поѣзда надъ шпалой токъ замыкается и пронзительный свистъ обращаетъ вниманіе машиниста на положеніе сигнала.

Послѣ восьмимѣсячныхъ опытовъ въ 1873 году электро-автоматическій свистокъ введенъ на Сѣверной желѣзной дорогѣ, на участкахъ ея отъ Парижа до Amiens и отъ Creil до Tergnier на протяженіи болѣе 200 километровъ въ паровозахъ скорыхъ поѣздовъ. Для постоянного наблюденія за исправностью дѣйствія аппарата на пути, по которому паровозы выходятъ изъ депо, укладывается выше описанная шпала, соединенная съ гальваническою батареею и служащая для проверки электро-автоматическаго свистка паровоза, ранѣе прицѣпки послѣдняго къ поѣзду.

Приборъ Lartigue могъ бы значительно увеличить безопасность движенія на русскихъ желѣзныхъ дорогахъ, на которыхъ не рѣдки случаи столкновенія поѣздовъ даже при закрытыхъ и правильно освѣщенныхъ сигналахъ, единственно вслѣдствіе невнимательности машинистовъ. Издержки, сопряженныя съ введеніемъ электро-автоматическихъ свистковъ, ничтожны; они могутъ замѣнить обыкновенные свистки, какъ это уже сдѣлано въ настоящее время на Сѣверной желѣзной дорогѣ, потому, что ими могутъ дѣйствовать и машинисты.

Единственнымъ препятствіемъ къ успѣшному дѣйствію электро-автоматическихъ свистковъ могли бы быть климатическія условія Россіи, т. е. занесеніе шпалы снѣгомъ и обмерзаніе ея послѣ оттепели.

Снѣжные заносы не могутъ помѣшать правильному дѣйствію аппарата, такъ какъ во Франціи уже были сдѣланы подобныя опыты; шпала покрывалась толстымъ слоемъ щебня или извести, между тѣмъ при проходѣ поѣзда надъ шпалой метла очищала ее и токъ замыкался.

Относительно обмерзанія слѣдуетъ замѣтить, что если другія части пути, какъ на примѣръ стрѣлки, могутъ быть содержаны постоянно въ исправномъ состояніи, то я полагаю, что къ исправному содержанію шпалы не представится никакихъ затрудненій

*) Brame, стр. 41.

**) Lartigue et Forest. Sifflet électro-automoteur, 1873.

ОТДѢЛЪ II.

Автоматическое подчиненіе маневровъ сигналовъ по системамъ Vignier и Saxby-Farmer.

Совершенно исправное дѣйствіе каждаго изъ сигналовъ отдѣльно и правильное ихъ пониманіе и исполненіе еще не вполне обеспечиваютъ движеніе. Если, какъ напримѣръ въ пути, маневрируется только одинъ сигналъ, то конечно при правильномъ дѣйствіи сигнала и его исполненіи не можетъ произойти несчастнаго случая. Но на станціяхъ и въ развѣтвленіяхъ, гдѣ являются цѣлыя группы сигналовъ, необходимо уже для полной гарантіи безопасности движенія обезпечить совершенно правильные маневры этой группы, т. е. необходимо маневры производить такимъ образомъ, чтобы одновременно не могли быть открыты непослѣдовательные или несовмѣстные сигналы, открывающіе доступъ поѣздамъ, которые могутъ сталкиваться въ развѣтвленіи или на станціи.

Является слѣдовательно необходимость не допускать маневровъ каждаго сигнала отдѣльно, а сосредоточивать ихъ въ нѣсколькихъ центрахъ такимъ образомъ, чтобы агенты, которымъ поручены маневры отдѣльныхъ центровъ, имѣли возможность видѣть пути ввѣренной имъ группы.

При сообщеніи этихъ центровъ между собою помощью какихъ либо условныхъ знаковъ (сигналы сюда относящіеся были изложены выше при разсмотрѣніи частныхъ станціонныхъ сигналовъ) есть вѣроятность, что маневры будутъ исполняться правильно, такъ какъ маневры каждой группы сигналовъ бу-

дутъ поручены одному человѣку, который при внимательности не сдѣлаетъ непослѣдовательные или несовмѣстные маневры.

Слѣдуетъ помнить, что тутъ есть только вѣроятность, ибо при исполненіи маневровъ даже самой несложной группы, которая требуетъ однакожъ нѣкоторой послѣдовательности, ничто не мѣшаетъ исполнить маневры сигналовъ не въ томъ порядкѣ, какъ слѣдуетъ; по этому, оставивъ даже въ сторонѣ вопросъ о злоумышленныхъ неправильныхъ маневрахъ, можно опасаться невольныхъ ошибокъ сигналистовъ, которые нерѣдко уже бывали причиною несчастныхъ случаевъ съ поѣздами.

Тѣмъ болѣе ошибки могутъ и должны происходить при маневрахъ сложныхъ группъ сигналовъ и при дѣятельномъ движеніи, какъ напримѣръ на оконечныхъ станціяхъ, которыя въ Парижѣ и въ Лондонѣ, въ праздники, отправляютъ иногда до 400 поѣздовъ въ день. Ошибки въ маневрахъ при такомъ громадномъ движеніи могли бы быть причиною столкновенія и настиженія нѣсколькихъ поѣздовъ.

Предоставлять маневры такихъ сложныхъ группъ сигналовъ единственно руководству людей, какъ бы они ни были надежны и опыты, немыслимо, а необходимо прибѣгнуть къ подчиненію маневровъ сигналовъ извѣстной автоматической зависимости и подчинить такимъ образомъ, чтобы стало механически невозможно произвести непослѣдовательные или несовмѣстные маневры сигналовъ и чтобы послѣдствіемъ ошибокъ агентовъ была только напрасная остановка поѣздовъ, а не ихъ столкновеніе.

Вопросъ подчиненія маневровъ сигналовъ вовсе не новъ; еще въ шестидесяхъ годахъ во Франціи Vignier предложилъ свою систему подчиненія маневровъ сигналовъ автоматической зависимости и послѣдовательности. Но только въ настоящее время, съ увеличеніемъ дѣятельности движенія, поняли французскіе инженеры всю важность этого вопроса и повсемѣстно примѣняютъ различныя системы подчиненія. Чтобы дать возможно полное понятіе о современномъ положеніи этого дѣла

во Франціи, въ той степени совершенства, какой онъ достигъ въ настоящее время, слѣдуетъ изложить послѣдовательно тѣ случаи, въ которыхъ необходимо подчиненіе, и ту послѣдовательность въ маневрахъ сигналовъ, которая одна въ состояніи дать полную гарантію безопасности движенія, т. е. слѣдуетъ разсмотрѣть подчиненіе и послѣдовательность маневровъ сигналовъ: а) въ поворотныхъ мостахъ, б) въ переѣздахъ, в) въ развѣтвленіяхъ и д) на станціяхъ.

Въ особенности важно подчиненіе маневровъ сигналовъ въ развѣтвленіяхъ, какъ пунктахъ наиболѣе опасныхъ для движенія; разсмотрѣніе же этого подчиненія на станціяхъ излишне, потому что оно слишкомъ сложно и въ каждомъ частномъ случаѣ особенное; достаточно указать на тѣ средства, какими достигается въ настоящее время безошибочность маневровъ сигналовъ нѣсколькихъ группъ.

а) Для безопасности движенія маневры поворотнаго моста и отдаленныхъ сигналовъ должны быть подчинены такой взаимной зависимости, чтобы можно было начать поворотъ моста лишь тогда, когда отдаленные сигналы закрыты, и обратно только тогда открыть эти сигналы, когда мостъ занялъ нормальное положеніе, и чтобы другое положеніе сигналовъ было механически невозможно *).

б) На тѣхъ желѣзныхъ дорогахъ, на которыхъ движеніе не особенно дѣятельно и гдѣ слѣдовательно нѣтъ неудобства въ защитѣ переѣздовъ отдаленными сигналами, маневры подчиняются такой же автоматической послѣдовательности, какъ въ поворотныхъ мостахъ **).

Для дорогъ съ дѣятельнымъ движеніемъ вопросъ послѣдовательности въ маневрахъ сигналовъ не можетъ имѣть никакого значенія, такъ какъ отдаленные сигналы у переѣздовъ не могутъ быть допущены. Наконецъ тамъ, гдѣ дѣятельно по-

перечное движеніе, переѣзды должны быть замѣнены путеводами подъ или надъ дорогою, какъ это дѣлается въ Англіи.

в) Изъ многихъ типовъ развѣтвленій въ отдѣлѣ I былъ разсмотрѣнъ типъ развѣтвленія дороги о двухъ путяхъ. Послѣдовательность маневровъ сигналовъ въ развѣтвленіяхъ и ихъ взаимная зависимость не одинаковы на всѣхъ французскихъ желѣзныхъ дорогахъ.

На Сѣверной желѣзной дорогѣ въ нормальномъ положеніи, т. е. когда развѣтвленіе свободно, отдаленные сигналы открыты, а всегда закрыты сигналы немедленной остановки о двухъ красныхъ огняхъ; проходъ поѣзду дается открываніемъ послѣднихъ только по требованію машиниста, выраженному извѣстнымъ числомъ свистковъ, когда уже поѣздъ находится въ разстояніи 150 метровъ отъ стрѣлокъ a и a_1 (чер. 1).

Противовѣсы сигналовъ о двухъ красныхъ огняхъ закрываютъ ихъ сами собою и сигналистъ долженъ послѣ открытія сигнала придержать рукою движущій рычагъ во все время прохода поѣзда по развѣтвленію; движущіе рычаги этихъ сигналовъ находятся въ нѣкоторомъ разстояніи другъ отъ друга, такъ что одновременное открытіе двухъ сигналовъ невозможно.

Если къ развѣтвленію приближается нѣсколько поѣздовъ одновременно, или же въ короткій промежутокъ времени одинъ за другимъ, то сигналистъ при открываніи сигналовъ долженъ руководствоваться общимъ положеніемъ о сигналахъ, т. е. давать преимущество поѣздамъ, идущимъ изъ Парижа, или по главнымъ путямъ и не пропускать поѣздовъ, идущихъ по одному направленію ранѣе извѣстнаго промежутка времени (10 или 5 минутъ).

Для избѣжанія возможности столкновенія на двойной крестовинѣ t , маневры отдаленнаго сигнала по правому главному пути и стрѣлки развѣтвленія a соединены механически такимъ образомъ, что стрѣлка можетъ быть поставлена на боковой путь лишь въ томъ случаѣ, когда предварительно закрыть отдаленный сигналъ у праваго главнаго пути, и наоборотъ, отдален-

*) Вrame, стр. 68.

**) Вrame, стр. 70.

ный сигналъ только тогда можетъ быть открытъ, когда стрѣлка опять поставлена по главному пути.

Вышеизложенное подчиненіе достигается исключительно примѣненіемъ системы Vignier, измѣненной въ послѣднее время Poulet *).

На Западной желѣзной дорогѣ сигналы объ одномъ и о двухъ красныхъ огняхъ всегда открыты по одному изъ трехъ направленій, откуда ожидается ближайшій поѣздъ. Если требуется открыть другой путь для приближающагося поѣзда, то предварительно закрываются сигналы по тому пути, по которому ожидается поѣздъ; при этомъ маневры сигналовъ подчинены механически такой послѣдовательности и зависимости, что:

Во первыхъ сигналы о двухъ красныхъ огняхъ не могутъ быть закрыты раньше отдаленныхъ сигналовъ и

Во вторыхъ одновременно не могутъ быть открыты для поѣздовъ пути лѣвый боковой и правый главный, пересекающіеся въ t , и правые главный и боковой, соединяющіеся у стрѣлки a' .

На Ліонской желѣзной дорогѣ сигналы немедленной остановки о двухъ красныхъ огняхъ замѣняются двумя сигналами, а именно: сигналомъ остановки (poteau d'arrêt), устанавливаемымъ въ нѣкоторомъ разстояніи отъ точекъ t , a и a_1 развѣтвленія, и двумя семафорами неодинаковой высоты; высшій семафоръ относится къ главнымъ путямъ, а низшій къ боковымъ. Каждый семафоръ имѣетъ два крыла, которые въ нормальномъ положеніи закрываютъ развѣтвленіе, т. е. крылья ихъ горизонтальны, и ночью видны красные огни. Когда поѣздъ приблизился къ развѣтвленію на 150 метровъ, то машинистъ требуетъ открытія развѣтвленія известнымъ числомъ свистковъ и только тогда, когда поѣздъ можетъ быть пропущенъ, опускаются на 45° соответственные крылья семафоровъ, а ночью красный огонь замѣняется зеленымъ.

Маневры стрѣлокъ, семафоровъ и отдаленныхъ сигналовъ взаимно связаны системой Saxby Farmer, введенной только на

Ліонской желѣзной дорогѣ на станціяхъ Villeneuve—St. George и Nimes. Зависимость маневровъ также, какъ и въ развѣтвленіяхъ Западной желѣзной дороги.

Изъ трехъ вышеизложенныхъ системъ зависимости маневровъ сигналовъ въ развѣтвленіяхъ о двухъ путяхъ, практически всѣ три достигаютъ цѣли одинаково успѣшно. Система Сѣверной желѣзной дороги наиболѣе выгодна въ экономическомъ отношеніи, но теоретически системы Ліонской и Западной желѣзныхъ дорогъ болѣе удовлетворительны, такъ какъ болѣе обезпечиваютъ движеніе поѣздовъ противъ случайностей.

Изъ двухъ послѣднихъ системъ, по моему мнѣнію, предпочтительнѣе чисто французская, т. е. Западной желѣзной дороги; она требуетъ менѣе типовъ сигналовъ и со введеніемъ петардъ, внимательность и осторожность машинистовъ значительно увеличится, потому что они будутъ содержаться подъ автоматическимъ и безошибочнымъ контролемъ.

г) При пропускѣ поѣзда съ одной группы путей, которые закрываются сигналами, маневрируемыми изъ одного поста, на другую группу, находящуюся подъ надзоромъ сигналиста другого поста, для избѣжанія возможныхъ случаевъ столкновенія поѣздовъ недостаточно дать сигналистамъ средства сообщать другъ другу о направленіи поѣздовъ; необходимо, чтобы каждый изъ нихъ до пропуска поѣзда и направленія его на путь смежной группы былъ увѣренъ въ томъ, что смежный постъ получилъ и понялъ сигналъ, т. е. необходимъ отвѣтъ какъ въ случаѣ возможности дальнѣйшаго слѣдованія поѣзда и направленія его на требуемый путь, такъ и въ противномъ случаѣ, когда поѣздъ вовсе не можетъ быть пропущенъ или долженъ направиться на другой путь. Этотъ послѣдній случай особенно часто встрѣчается на оконечныхъ станціяхъ *).

Чтобы избѣжать небрежности сигналистовъ къ переговорочнымъ сигналамъ, могущей повести къ столкновеніямъ, и имѣть дѣйствительный контроль надъ маневрами этихъ сиг-

*) Nord. 1869. Autographie № 374.

*) Gare du Nord.

наловъ во все время слѣдованія одного поѣзда, надобно сдѣлать невозможнымъ для каждаго изъ постовъ перемѣну разъ сдѣланнаго переговорочнаго сигнала до тѣхъ поръ, пока смежный постъ не далъ на то своего согласія. Это достигается тѣмъ, что отвѣтъ каждаго поста запираетъ вопрошающіе диски другихъ постовъ и въ случаѣ несчастія, происшедшаго вслѣдствіе открытія несоотвѣтственнаго пути, всегда можно будетъ доказать вину сигналиста и опредѣлить причину столкновенія.

Хотя подобною зависимостью переговорочныхъ сигналовъ достигается дѣйствительный контроль, но еще не устраняется возможность ошибокъ сигналистовъ, которыя всегда слишкомъ дорого стоятъ, чтобы можно было жалѣть издержки на подчиненіе автоматической зависимости и этихъ маневровъ.

Въ настоящее время въ Лилѣ уже приводится въ исполненіе приборъ, который проектированъ инженерами Сѣверной желѣзной дороги. Сущность его состоитъ въ томъ, что отвѣты смежныхъ постовъ дѣлаютъ невозможными не только измѣненіе переговорочныхъ сигналовъ, но и исполненіе маневровъ такихъ сигналовъ, прямымъ послѣдствіемъ которыхъ могло бы быть столкновеніе.

Всѣ вышеизложенные результаты достигаются примѣненіемъ къ маневрамъ сигналовъ системъ подчиненія Vignier и Saxby Farmer *).

Первоначальные типы этихъ системъ подвергались и подвергаются постояннымъ измѣненіямъ, такъ что на каждой изъ французскихъ желѣзныхъ дорогъ существуютъ особые типы, которые считаются наилучшими; но уже одновременное существованіе этихъ различныхъ типовъ доказываетъ, что они не имѣютъ еще никакихъ преимуществъ одинъ передъ другимъ.

Изъ новѣйшихъ измѣненій системы Vignier заслуживаетъ

*) Подробное описаніе системы Vignier можно найти въ Annales des ponts et chaussées за 1867 годъ, а системы Saxby Farmer въ журналѣ Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens за 1875 годъ, стр. 203 — 215 и Barby стр. 108—127.

вниманія введеніе вертикальнаго замыканія вмѣсто горизонтальнаго, позволяющее помѣщать весь приборъ между путями при небольшомъ разстояніи послѣднихъ; это было бы невозможно при горизонтальномъ замыканіи, при которомъ механизмъ занимаетъ много мѣста и при сколько нибудь значительномъ числѣ рычаговъ не можетъ быть помѣщенъ между путями. Видоизмѣненіе это состоитъ въ томъ, что стержни, движущіеся при исполненіи маневровъ сигналовъ въ горизонтальной плоскости и связанные между собою извѣстнымъ образомъ, располагаются одни надъ другими въ вертикальной плоскости и движенія ихъ подчиняются посредствомъ колѣнчатыхъ вертикальныхъ рычажковъ, а не горизонтальныхъ. До сихъ поръ это нововведеніе существуетъ только въ *Dieppe*. Типы системъ Saxby Farmer и измѣненія ея въ деталяхъ чрезвычайно разнообразны.

Типъ, существующій на Западной желѣзной дорогѣ на станціи Clères, напоминаетъ устройствомъ подчиняющій механизмъ системы Vignier съ вертикальнымъ замыканіемъ *).

На Лионской желѣзной дорогѣ механизмъ имѣетъ много общаго съ механизмомъ типовъ, еще недавно бывшихъ въ употребленіи въ Англіи **).

Въ Россіи, на Николаевской дорогѣ, принятъ типъ, детали устройства котораго напоминаютъ механизмъ сигналовъ немедленной остановки съ нѣсколькими передачами.

Особеннаго вниманія заслуживаютъ новѣйшія усовершенствованія англійскихъ типовъ, состояція въ томъ, что такъ называемыя замыкающія полосы Locking Bars дѣйствуютъ не на рычаги, а непосредственно на пружинные стержни (Spring catch road), запирающіе рычаги въ двухъ оконечныхъ положеніяхъ; если въ данную минуту маневръ сигнала или стрѣлки невозможенъ, то нельзя будетъ даже и начать его, т. е. вывести рычагъ изъ нормальнаго положенія ***).

*) Autographies.

**) Autographie. № 381. 1873.

***) Barby. стр. 122.

Наконецъ, въ послѣднее время электричество начинаетъ принимать участіе въ подчиненіи въ такъ называемыхъ electric slot signals *).

Казалось бы на первый взглядъ, что съ примѣненіемъ системъ подчиненія Vignier и Saxby Farmer ко всѣмъ выше-разсмотрѣннымъ частнымъ случаямъ безопасность движенія будетъ обезпечена. Между тѣмъ это далеко не такъ, есть еще обстоятельства, при которыхъ случаи столкновенія поѣздовъ возможны и къ устраненію которыхъ слѣдуетъ стремиться во что бы то ни стало.

Во первыхъ можетъ случиться, что поѣздъ, въ моментъ закрыванія сигнала, уже находится между сигналомъ и постомъ и слѣдовательно машинистъ не замѣтилъ сигнала и продолжаетъ идти. Системы подчиненія позволяютъ открыть другіе сигналы, находящіеся въ зависимости съ закрытымъ, и если въ данное мгновеніе пойдутъ по этимъ путямъ поѣзды, то неизбежно произойдетъ столкновеніе.

Для избѣжанія подобныхъ случайностей предписывается сигналистамъ, послѣ закрытія сигналовъ, убѣдиться въ томъ, что нѣтъ поѣзда между сигналомъ и постомъ, и уже тогда открывать другіе сигналы, смотря по требованію. Если же съ поста нельзя видѣть путей до сигнала, то предписывается ждать опредѣленный промежутокъ времени (не болѣе одной или двухъ минутъ).

До сихъ поръ не придуманъ еще приборъ, который дѣлалъ бы подобную случайность механически невозможною; слѣдуетъ замѣтить, что подобное приспособленіе увеличило бы шансы безопасности тѣмъ болѣе, что при такомъ громадномъ движеніи, какъ въ окрестностяхъ Парижа и Лондона, гдѣ поѣзды отправляются иногда черезъ 5, 3 и даже 2 минуты одинъ за другимъ, случаи, подобные вышеизложенному, весьма возможны при сколько нибудь невнимательномъ отношеніи сигналиста къ дѣлу.

Во вторыхъ вслѣдствіе какого либо поврежденія передаточнаго механизма (какъ напримѣръ поломки или изгиба стержня, разрыва проволоки), маневръ сигнала не исполняется въ дѣйствительности, а только передвигается рычагъ. Механизмъ подчиненія дозволитъ открытіе другихъ сигналовъ, связанныхъ съ маневромъ предыдущаго, и столкновеніе сдѣлается возможно.

Для предувѣдомленія сигналиста о томъ, что маневры сигналовъ дѣйствительно произведены, слѣдовало бы ввести электрическіе звонки, электрическіе повторители и т. д. Въ системѣ Vignier приборы эти существуютъ во Франціи, но въ системѣ Saxby Farmer ни во Франціи, ни въ Англіи до сихъ поръ еще нѣтъ ничего подобнаго; введеніе же этихъ приборовъ крайне необходимо.

Въ третьихъ при производствѣ послѣдовательныхъ маневровъ, т. е. маневровъ сигналовъ и стрѣлокъ по одному изъ путей, могло бы случиться, что рычагъ движущій стрѣлку, могъ быть передвинутъ, между тѣмъ сама стрѣлка, вслѣдствіе какого либо препятствія, или совсѣмъ не сдѣлана или сдѣлана неправильно. Механизмъ подчиненія дозволитъ открыть сигналы и поѣздъ направится по другому пути, на которомъ можетъ произойти столкновеніе, или же сойдетъ съ рельсовъ на стрѣлкѣ, если послѣдняя лежитъ остриями къ движенію. Для избѣжанія возможности подобныхъ случаевъ, во Франціи полагаютъ вводить электрическіе звонки, выше описанные въ отдѣлѣ I. Въ Англіи тотъ же результатъ достигается механическимъ приспособленіемъ, которое не позволяетъ открыть сигналъ до тѣхъ поръ, пока дѣйствительно стрѣлка не заняла надлежащаго положенія *).

Въ четвертыхъ наконецъ возможны такіе случаи, что когда поѣздъ проходитъ уже по стрѣлкѣ, находящейся между постомъ и сигналомъ, въ моментъ закрыванія послѣдняго, сигналистъ переводитъ стрѣлку подъ поѣздомъ, полагая путь свободнымъ, и тогда сходъ съ рельсовъ неизбеженъ. Въ Англіи

*) Saxby стр. 161.

*) Saxby стр. 134—136.

возможность подобного случая устраняется установкою механического приспособления, не допускающего перевода стрѣлки во все время прохода поѣзда: при переводѣ стрѣлки желѣзная полоса поднимается выше уровня рельсовъ у внутренней ихъ стороны, такъ что колеса ребордами надавливаютъ ее и не допускаютъ перемѣщенія стрѣлки *).

Изъ краткаго обзора современнаго состоянія вопроса о подчиненіи маневровъ сигналовъ видно, что для возможно полнаго обезпеченія движенія во Франціи постоянно стремятся:

Во первыхъ къ изытію маневровъ сигналовъ изъ подъ вліянія ошибокъ агентовъ, которымъ ввѣрены эти маневры.

Во вторыхъ къ централизаціи сигналовъ, значительно облегчающей быстрое производство маневровъ, сравнительно съ тѣмъ, когда эти маневры имѣютъ многіе центры.

Я думаю, что со введеніемъ въ болѣе обширныхъ размѣрахъ электромагнитныхъ двигателей большой силы, возможно будетъ сосредоточить всѣ маневры въ одномъ центрѣ и, можетъ быть, удастся устройство прибора, посредствомъ котораго подходящіе къ станціи по извѣстнымъ путямъ поѣзды автоматически (замыканіемъ гальваническихъ токовъ) будутъ открывать соотвѣтственные сигналы, если состояніе другихъ сигналовъ и путей дозволяетъ это сдѣлать въ данную минуту. Роль же тѣхъ людей, которымъ въ настоящее время поручаются маневры, ограничится лишь разумнымъ надзоромъ надъ дѣйствіемъ этихъ машинъ, такъ какъ дѣйствіе и самыхъ совершенныхъ машинъ невозможно безъ подобнаго контроля.

Конечно, такое рѣшеніе вопроса можетъ быть весьма отдаленно и стремиться къ нему еще преждевременно, такъ какъ затраты на устройство подобныхъ приборовъ были бы весьма значительны и едва ли рациональны при настоящихъ размѣрахъ движенія въ виду того, что существующихъ системъ совершенно достаточно при томъ громадномъ движеніи, которое происходитъ въ окрестностяхъ столицъ Франціи и Англіи.

*) Barby. стр. 135.

ОТДѢЛЪ III.

1. Системы регулированія движенія поѣздовъ.

Существующія до сихъ поръ желѣзныя дороги по характеру движенія раздѣляются:

На дороги о двухъ путяхъ, въ которыхъ движеніе поѣздовъ происходитъ въ нормальномъ состояніи всегда по одному направленію. Сюда принадлежатъ дороги о четырехъ путяхъ или вообще о четномъ числѣ путей.

И на дороги объ одномъ пути, на которыхъ движеніе происходитъ попеременно: то въ одномъ направленіи, то въ противоположномъ. Сюда принадлежатъ и желѣзныя дороги о трехъ путяхъ.

Сообразно съ характеромъ движенія, каждый изъ двухъ типовъ желѣзныхъ дорогъ требуетъ особенныхъ условій для обезпеченія движенія; на дорогахъ о двухъ путяхъ достаточно предохранять поѣзды отъ настиженія слѣдующими за ними, тогда какъ на дорогахъ объ одномъ пути возможны не только случаи настиженія, но еще болѣе опасные случаи столкновенія поѣздовъ. Поэтому и системы регулированія движенія поѣздовъ раздѣляются на:

- 1) Системы, относящіяся къ желѣзнымъ дорогамъ о двухъ путяхъ.
- 2) Системы, относящіяся къ желѣзнымъ дорогамъ объ одномъ пути.

Главнымъ образомъ слѣдуетъ рассмотреть системы регулированія движенія поѣздовъ для желѣзныхъ дорогъ перваго ти-

на, ибо особенный интересъ представлять, конечно, средства, которыми достигается безопасность и успѣшность движенія при такой усиленной его дѣятельности, какая имѣетъ мѣсто на нѣкоторыхъ французскихъ дорогахъ.

Для желѣзныхъ дорогъ объ одномъ пути этотъ вопросъ не можетъ имѣть такого значенія, потому что тамъ, гдѣ движеніе дѣятельно, укладывается второй путь.

1) *Системы регулированія движенія поѣздовъ на желѣзныхъ дорогахъ о двухъ путяхъ.* Старинная система, существовавшая уже давно во Франціи и Англіи и существующая еще почти на всѣхъ французскихъ дорогахъ тамъ, гдѣ дѣятельность движенія не требуетъ введенія block-system, состоитъ въ отдѣленіи поѣздовъ извѣстнымъ промежуткомъ времени.

Съ этою цѣлью предписывается всѣмъ агентамъ, производящимъ маневры сигналовъ, закрывать эти сигналы сейчасъ послѣ прохода поѣзда и открывать ихъ лишь по истеченіи опредѣленнаго промежутка времени, доходившаго первоначально до 20 минутъ. Въ послѣдствіи, съ увеличеніемъ дѣятельности движенія, промежутокъ этотъ былъ раздѣленъ на двѣ половины, такъ что сигналы закрывались только на 10 минутъ, въ остальные же 10 минутъ предписывалось выставить сигналъ замедленія и уже послѣ прошествія 20 минутъ, ставить сигналъ свободного пути. Въ послѣднее время промежутокъ уменьшенъ до 10 минутъ раздѣленіемъ его на двѣ половины, по 5 минутъ каждая.

Движеніе поѣздовъ, обезпеченное на станціяхъ, въ развѣтленіяхъ, у тоннелей, переѣздовъ и вообще въ тѣхъ пунктахъ, гдѣ находятся постоянные сигналы, подвергалось бы опасности въ пути; скорые поѣзда могли бы значительно приближаться къ поѣздамъ малой скорости и вслѣдствіе несчастія съ послѣдними легко могло бы произойти настиженіе въ выемкѣ или на кривой, гдѣ машинистъ видитъ на небольшое разстояніе. Для предупрежденія этой возможности, предписывается всѣмъ путевымъ сторожамъ дѣлать флагами и фонарями сиг-

налы, подобные вышеизложеннымъ. Наконецъ, на нѣкоторыхъ желѣзныхъ дорогахъ *) устанавливались на пути особые постоянные сигналы, диски которыхъ состояли изъ двухъ створчатыхъ половинокъ. Развертываніе этихъ половинокъ (представлявшихъ въ такомъ случаѣ днемъ круглый красный дискъ, а ночью пропускавшихъ красный огонь) служило къ остановкѣ поѣздовъ; свертываніемъ же ихъ открывался путь.

Система эта, удовлетворительная для желѣзныхъ дорогъ съ посредственнымъ движеніемъ, не обезпечиваетъ дѣятельнаго движенія. Дѣйствительно, даже при самомъ исправномъ исполненіи предписаній, можетъ произойти настиженіе поѣздовъ при неблагопріятныхъ обстоятельствахъ; напримѣръ, если поѣзда слѣдуютъ другъ за другомъ въ небольшіе промежутки времени и если за медленными поѣздами слѣдуютъ скорые, то на пространствѣ между двумя сигналами, при замедленіи скорости или остановкѣ первыхъ, легко можетъ произойти столкновение особенно во время мятели, тумана или сильнаго дождя когда машинистъ видитъ на небольшое разстояніе и не можетъ во время *замѣтить* загроможденіе пути.

Но не только затруднительно совершенно точное исполненіе вышеупомянутыхъ инструкцій, требующихъ, чтобы всѣ сигналисты безъ исключенія были снабжены часами, но вмѣстѣ съ тѣмъ оно едва ли можетъ быть достигнуто при отсутствіи контроля надъ сигналистами; слѣдовательно часто по небрежности послѣднихъ, поѣзды могутъ быть или напрасно слишкомъ долго задержаны у сигналовъ, или же пропущены слишкомъ рано. Первое поведетъ къ стѣсненію движенія, второй же можетъ быть причиною настиженія.

Вотъ причины, которыя заставляютъ при дѣятельномъ движеніи прибѣгать къ системѣ регулированія движенія, дающей больше гарантіи безопасности и возможность лучшаго контроля надъ дѣйствіями агентовъ, т.е. къ такъ называемой blocksystem.

*) Врѣмя стр. 238.

Сущность ея состоитъ въ томъ, что поѣзды отдѣляются другъ отъ друга опредѣленнымъ разстояніемъ вмѣсто того, чтобы быть отдѣлены промежуткомъ времени.

Вся линія желѣзной дороги дѣлится на участки и въ участокъ, занятый поѣздомъ, другой поѣздъ не допускается до тѣхъ поръ, пока предыдущій не выйдетъ изъ него; слѣдовательно при правильномъ сигнализированіи поѣздовъ, случаи ихъ столкновения или настиженія немыслимы.

Но система эта, обезпечивая теоретически безопасность движенія, казалось бы, имѣетъ два неудобства:

Во первыхъ можетъ увеличить безпечность машиниста, который, считая весь участокъ свободнымъ, не будетъ такъ внимательно наблюдать за состояніемъ пути до слѣдующаго участка. Если это мнѣніе имѣетъ нѣкоторую долю справедливости, то слѣдуетъ замѣтить, что машинистъ болѣе всѣхъ заинтересованъ во внимательномъ наблюденіи за путемъ, такъ какъ при несчастіи первою его жертвою бываетъ поѣздная прислуга.

Во вторыхъ стѣсняетъ движеніе, не позволяя поѣздамъ входить въ занятые предыдущими поѣздами участки и заставляя ждать до тѣхъ поръ, пока поѣзды не пройдутъ ихъ; при значительной длинѣ участковъ дѣйствительно это могло бы стѣснять движеніе, напримѣръ въ Россіи, при участкахъ длиною въ 20 верстъ и болѣе.

Но стоитъ только уменьшить протяженіе участковъ до 3 или до 2 километровъ и тогда едва ли какая либо система дастъ лучшую гарантію безопасности движенія и дозволить такую громадную его дѣятельность, какъ block-system. Примѣромъ могутъ служить нѣкоторыя англійскія желѣзныя дороги, которыя въ часъ отправляютъ иногда по 18 поѣздовъ въ одномъ направленіи, слѣдовательно черезъ 3 минуты одинъ за другимъ. Неудивительно поэтому, что эта система сдѣлана обязательною въ Англіи.

Во Франціи, гдѣ на нѣкоторыхъ участкахъ желѣзныхъ до-

рогъ block-system была бы стѣснительна для движенія, при значительномъ разстояніи между станціями (не превосходящемъ 10 километровъ), прибѣгаютъ къ такъ называемой block-system permissive, которая состоитъ въ томъ, что поѣзды допускаются въ случаѣ надобности и въ занятые предыдущими поѣздами участки, но машинистамъ предписывается на столько замедлять скорость хода, чтобы поѣзды могли быть остановлены на свободномъ пространствѣ пути, которое машинистъ видитъ передъ собою.

Эту систему можно было бы примѣнить даже при разстояніи станцій въ 2 или 3 километра въ томъ случаѣ, если бы дѣйствительно дѣятельность движенія была стѣснена block-system. Но во первыхъ это всегда сопряжено съ рискомъ и во вторыхъ едва ли когда либо дѣятельность движенія возрастетъ въ такихъ размѣрахъ, чтобы потребовалось отправлять поѣзды чаще, чѣмъ черезъ 3 минуты.

2) *Системы регулированія движенія поѣздовъ на желѣзныхъ дорогахъ обѣ одномъ пути.* На желѣзныхъ дорогахъ обѣ одномъ пути, поѣзды могутъ подвергаться какъ настиженію, такъ и столкновенію.

Противъ настиженія они должны быть предохранены одною изъ вышеизложенныхъ системъ; слѣдовательно остается сдѣлать невозможнымъ столкновеніе. Съ этою цѣлью во Франціи введена système de pilotage, состоящая въ томъ, что поѣзды непременно должны быть сопровождаемы агентомъ (pilot, т. е. лоцманъ—откуда и названіе системы). Такъ какъ поѣздъ безъ этого агента не можетъ отправиться, а онъ самъ одновременно не можетъ находиться на двухъ поѣздахъ, слѣдовательно столкновеніе невозможно.

Если приходится отправить нѣсколько поѣздовъ въ одномъ направленіи до перваго встрѣчнаго, то всѣмъ поѣздамъ дается просто письменный пропускъ самимъ агентомъ, который сопровождаетъ послѣдній поѣздъ.

Въ Англіи агента замѣняютъ простымъ жезломъ (staff,—отъ

чего и сама система носитъ названіе staff—system). Поѣздъ не можетъ отправиться со станціи, не имѣя жезла. Если необходимо до перваго встрѣчнаго поѣзда отправить нѣсколько поѣздовъ въ одномъ направленіи, то всѣ поѣзды снабжаются билетами, а только послѣдній жезломъ. Жезлъ этотъ вмѣстѣ съ тѣмъ служитъ ключомъ, безъ котораго не можетъ быть открытъ ящикъ съ билетами слѣдующей станціи. Система эта извѣстна въ Англіи подъ названіемъ staff and ticket system.

2. Эксплоатаціонные сигналы.

Block-system гарантируетъ безопасность движенія, какъ выше было изложено, только при правильномъ и безошибочномъ сигнализированіи поѣздовъ. Станціи желѣзной дороги должны быть заблаговременно извѣщены объ отправкѣ поѣздовъ по извѣстному направленію и объ ихъ приходѣ на смежныя станціи, чтобы поѣзды, при передвиженіи на блокированныхъ участкахъ, были предохранены какъ отъ столкновенія со встрѣчными поѣздами, если желѣзная дорога обѣ одномъ пути, такъ и отъ настиженія, если желѣзная дорога о двухъ путяхъ.

Естественно, что только электрическими сигналами можно достигнуть этой цѣли.

Но электрическіе сигналы, сообщая между собою сигналовъ смежныхъ станцій, не даютъ машинистамъ поѣздовъ, при приближеніи ихъ къ станціямъ, никакихъ указаній о томъ, свободны ли слѣдующіе участки или нѣтъ; является поэтому необходимость въ оптическихъ сигналахъ, которые повторяли бы электрическіе сигналы.

Для передачи электрическихъ сигналовъ могутъ быть употреблены обыкновенные телеграфные аппараты, служащіе для передачи депешъ и существующіе на всѣхъ желѣзныхъ дорогахъ.

Такіе аппараты употреблялись и употребляются въ настоящее время тамъ, гдѣ движеніе еще не столь дѣятельно, что-

бы была стѣснительна передача извѣстій о передвиженіи поѣздовъ обыкновенными депешами. Для повторенія электрическихъ сигналовъ служатъ обыкновенные оптическіе станціонные сигналы, т. е. диски или семафоры.

При дѣятельномъ движеніи подобная передача сигналовъ значительно замедляла бы это движеніе, такъ какъ требуется извѣстный промежутокъ времени во первыхъ для отправки и полученія депеши, и во вторыхъ для передачи сигнальнику приказаній открыть или закрыть станціонные сигналы.

Замѣна депешъ условными знаками телеграфныхъ аппаратовъ или извѣстнымъ числомъ ударовъ электрическихъ колоколовъ (германскіе электрическіе колокола) есть уже шагъ впередъ, такъ какъ сигналы проще и требуютъ меньше времени для передачи; но кромѣ необходимости повторять эти сигналы оптическими, они имѣютъ тотъ недостатокъ, что не даютъ сигнальнику никакихъ указаній, заняты-ли въ данную минуту участки или нѣтъ, такъ что весьма возможны случаи отправки встрѣчнаго или слѣдующаго поѣзда.

Гораздо совершеннѣе употребляемые во Франціи аппараты Tyer (Тайеръ) и Regnault, такъ какъ при простотѣ передаваемыхъ ими условныхъ знаковъ, послѣдніе остаются передъ глазами сигнальщика во все время движенія поѣздовъ и слѣдовательно даютъ наглядно знать, заняты-ли еще участки или нѣтъ.

Извѣстія объ отправкѣ поѣздовъ даются въ аппаратѣ Tyer передвиженіемъ, а въ аппаратѣ Regnault наклоненіемъ стрѣлки. Для повторенія этихъ сигналовъ оптическими у сигнальной будки, въ которой помѣщаются аппараты, расположены рычаги маневрирующіе такъ называемые блокирующіе сигналы (signaux de cantonnement); сигналы эти состоятъ изъ прямоугольныхъ красныхъ дисковъ, дающихъ ночью два красныхъ огня; они помѣщаются обыкновенно у платформъ на глазахъ у начальника станціи, который по ихъ положенію можетъ знать о передвиженіи поѣздовъ. На станціяхъ, на которыхъ

поѣзды не останавливаются, блокирующіе сигналы повторяются станціонными.

Въ аппаратѣ Tuер *) извѣстіе о выходѣ поѣзда со станціи передается слѣдующей электрическимъ звонкомъ, при нажатіи соотвѣтственной пуговки; сигналистъ, услышавъ звонокъ, надавливаетъ тоже пуговку и этимъ переводитъ стрѣлки своего аппарата и аппарата станціи, съ которой получено извѣстіе, въ положеніе, показывающее, что путь занятъ. Это положеніе стрѣлокъ уже не можетъ быть измѣнено сигнальникомъ станціи, отправившей поѣздъ, а стрѣлки приводятся въ нормальное положеніе (нажатіемъ соотвѣтственной пуговки) сигналистомъ станціи, ожидающей поѣздъ, послѣ его прихода. Сигналисту слѣдовательно достаточно взглянуть на циферблатъ, чтобы видѣть занятъ ли участокъ или нѣтъ.

Аппараты эти введены на Западной желѣзной дорогѣ, на участкахъ ея отъ Парижа въ Версаль по правой стороны Сены (Rive droite) и вокругъ Парижа (Chemin de fer de ceinture), а также на Ліонской желѣзной дорогѣ.

Аппаратъ Tuер имѣетъ то неудобство, что передача извѣстій объ отправкѣ поѣздовъ и переводъ стрѣлокъ въ соотвѣтственное положеніе не связаны между собою механически, а производятся послѣдовательно сигналистомъ; хотя и существуетъ контроль смежныхъ станцій надъ дѣйствіемъ сигналистовъ, но все же небрежное отношеніе ихъ къ дѣлу можетъ быть причиною напрасной задержки поѣздовъ.

Поэтому предпочтительнѣе аппаратъ Regnault **), въ которомъ передача извѣстія о выходѣ поѣзда и передвиженіе стрѣлокъ механически связаны, такъ что при передачѣ сигнала объ отправкѣ поѣзда передвигается стрѣлка слѣдующей станціи и стрѣлка станціи отправленія лишь въ томъ случаѣ, если пер-

*) Brame. стр. 84. Barby. стр. 151. Chemins de fer de l'Ouest. Ordre de service général. № 194.

**) Regnault. Indicateurs électriques destinés à compléter la sécurité des trains. 1874.

вая дѣйствительно отклонилась. Этимъ дается сигналисту увѣренность въ томъ, что сигналъ переданъ совершенно правильно. Положеніе стрѣлокъ, также какъ и въ аппаратѣ Tuер, не можетъ быть измѣнено сигнальникомъ станціи, ожидающей поѣздъ.

Аппаратъ Regnault имѣетъ тѣ важныя достоинства что: Во первыхъ иногда можетъ предупредить столкновеніе въ случаѣ, еслибы оптическіе сигналы не были сдѣланы вслѣдствіе небрежности или забывчивости сигналиста; со стороны пути имѣется второй циферблатъ, по которому передвигаются повторительныя стрѣлки; по нимъ внимательный машинистъ можетъ контролировать сигналистовъ и остановить въ случаѣ надобности поѣздъ даже при отсутствіи оптическихъ сигналовъ.

Во вторыхъ стрѣлки аппарата не могутъ быть передвинуты вліяніемъ атмосфернаго электричества во время грозы.

До сихъ поръ аппараты эти введены на Западной желѣзной дорогѣ, на участкахъ отъ Парижа до Версаля по лѣвому берегу Сены (Rive gauche).

Хотя оба вышеописанные аппарата вполне удовлетворительны и при ихъ употребленіи движеніе можетъ быть доведено до такихъ громаднхъ размѣровъ, что поѣзды могутъ быть отправляемы черезъ 5 и даже 3 минуты одинъ за другимъ, но оба они имѣютъ одинъ общій недостатокъ — отсутствіе взаимной зависимости электрическихъ и оптическихъ сигналовъ.

При дѣятельномъ движеніи можетъ случиться, что хотя электрическіе сигналы переданы совершенно правильно, но оптическіе, которыхъ маневры не связаны автоматически съ первыми, не сдѣланы. При отсутствіи послѣднихъ скорѣе поѣзда, не останавливающіеся на многихъ станціяхъ, могутъ войти въ занятые еще предъидущими поѣздами участки, а при увѣренности машиниста въ томъ, что участокъ свободенъ, легко можетъ произойти столкновеніе поѣздовъ. Хотя до сихъ поръ, при долговременномъ существованіи этихъ аппаратовъ на французскихъ желѣзныхъ дорогахъ, не произошло никакихъ несча-

стей вследствие независимости электрических и оптических сигналов, но уже одна эта возможность должна быть устранена.

Последнего достигли на Сѣверной желѣзной дорогѣ устройствомъ электро-симафоровъ Lartigue и Tesse (чер. 11).

Электро-симафоры отличаются отъ обыкновенныхъ тѣмъ, что:

Во первыхъ крылья V маневрируются при закрываніи симафоровъ механически; при этомъ по обыкновенно принятому правилу симафорныя крылья занимаютъ въ этомъ случаѣ горизонтальное положеніе и пропускаютъ ночью красный огонь, останавливающий движеніе. Но крылья, разъ поднятыя въ горизонтальное положеніе, уже не могутъ быть опущены сигнальникомъ, закрывшимъ участокъ, а лишь сигнальникомъ слѣдующей (по направленію движенія поѣзда) станціи при посредствѣ гальваническаго тока.

Во вторыхъ электро-симафоры, по срединѣ ихъ высоты, имѣютъ маленькія крылья сѣраго цвѣта *v*, относящіяся единственно къ сигнальникамъ. Крылья эти, опущенныя въ нормальномъ положеніи, т. е. когда участки свободны, приводятся въ горизонтальное положеніе замыканіемъ гальваническаго тока со смежныхъ станцій и даютъ знать сигнальникамъ о выходѣ поѣздовъ со станціи.

Большія и маленькія симафорныя крылья соединяются колѣчатыми стержнями *T* и *t* съ аппаратами *A*, которыми снабжаются электро-симафоры въ числѣ двухъ или четырехъ, смотря потому, оконечная ли это или промежуточная станція. Аппараты прикрѣпляются внизу электро-симафоровъ на высотѣ руки человѣка и соединяются съ обоими полюсами незамерзающей гальванической батареи Лекланше *P*, поставленной у основанія столба. Они имѣютъ такое устройство, что всѣ передвиженія крыльевъ, производятся ли они механическою силою или же силою гальваническаго тока, исполняются простымъ вращеніемъ рукоятки.

Большое красное крыло электро-симафора соединяется съ аппаратомъ, называемымъ № 1, а малое сѣрое крыло съ другимъ № 2. Аппараты смежныхъ станцій соединяются двумя проводами такимъ образомъ, что если назвать станціи въ послѣдовательномъ порядкѣ *A*, *B*, *C*, то аппаратъ № 1 станціи *A* соединяется съ аппаратомъ № 2 станціи *B*, а аппаратъ № 1 станціи *B* съ аппаратомъ № 2 станціи *A* и т. д. Когда поѣздъ отправляется со станціи *A* къ *B*, сигнальщикъ станціи *A* закрываетъ участокъ *AB*, поднимая механически большое красное крыло электро-симафора поворотомъ рукоятки аппарата № 1 на станціи *A*; при этомъ поворотѣ коммутаторъ особаго устройства замыкаетъ на короткое время гальваническій токъ, поднимающій на станціи *B* малое сѣрое крыло, которое извѣщаетъ сигнальщика послѣдней о выходѣ поѣзда со станціи *A*.

Послѣ приходѣ поѣзда на станцію *B*, сигнальщикъ послѣдней поворачиваетъ рукоятку аппарата № 2, которая помощью такого же коммутатора, какъ и въ аппаратѣ № 1, замыкаетъ гальваническій токъ, отъ дѣйствія котораго опускается большое крыло симафора станціи *A* (т. е. открывается участокъ *AB*) и малое сѣрое крыло станціи *B*. Такимъ образомъ аппараты опять въ нормальномъ положеніи и могутъ служить для дальнѣйшей передачи сигналовъ.

При дальнѣйшемъ слѣдованіи поѣзда сигнальщикъ станціи *B* поступаетъ также, какъ и сигнальщикъ станціи *A*, т. е. поворачиваетъ рукоятку аппарата № 1, при чемъ закрываетъ участокъ *BC* поднятіемъ большаго краснаго крыла и извѣщаетъ станцію *C* о выходѣ поѣзда поднятіемъ малаго сѣраго крыла электро-симафора этой станціи. Такъ какъ промежуточные электро-симафоры должны имѣть сообщеніе съ электро-симафорами смежныхъ станцій, то понятно, что они должны имѣть четыре вышеописанныхъ аппарата, два № 1 и два № 2.

Сигналы, передаваемые электро-симафорами, исполняются съ такою правильностью и находятся въ такой автоматической

*) Appareils électro-sémaphoriques pour l'exploitation des chemins de fer. Lartigue, Tesse et Prudhomme. 1875.

неизмѣнной зависимости, что съ введеніемъ ихъ движеніе не будетъ подвергаться никакому риску.

Во первыхъ оптическіе и электрическіе сигналы находятся въ непосредственной автоматической зависимости, такъ какъ оптическіе сигналы двухъ смежныхъ станцій производятся совместно дѣйствіемъ гальваническаго тока, проходящаго одновременно черезъ аппараты обѣихъ станцій. Ошибки механически невозможны и если даже, вслѣдствіе поврежденія проводовъ или коммутаторовъ, въ аппаратахъ нѣтъ тока между станціями при поднятіи большихъ крыльевъ электро-семафоровъ, то все же участки закрыты для движенія; слѣдовательно поврежденія могутъ только напрасно задержать движеніе, но отнюдь не будутъ причиною столкновенія.

Во вторыхъ сигналисты при исполненіи оптическихъ сигналовъ смежныхъ станцій имѣютъ средства убѣдиться въ ихъ правильности, такъ какъ при поднятіи или опусканіи крыльевъ, соединенныхъ съ аппаратами колѣнчатыми стержнями, вращаются коммутаторы, имѣющіе такое устройство, что ими замыкаются при этомъ гальваническіе токи обратнаго направленія по отношенію къ тѣмъ, которые привели въ движеніе оптическіе сигналы. Эти токи не могутъ слѣдовательно измѣнить послѣднихъ, а только передвигаютъ въ аппаратахъ станцій, передающей сигналы, бумажки съ надписями «Voie libre и Occupée», видныя въ отверстія е аппаратовъ и служащія указаніемъ правильности исполненія послѣднихъ. Кромѣ того контактные пластинки коммутаторовъ такъ расположены, что замыканіе гальваническихъ токовъ возможно при совершенно правильномъ положеніи крыльевъ электро-семафоровъ.

Въ третьихъ въ случаѣ надобности аппараты эти позволяютъ сигналистамъ сообщать другъ другу о нѣкоторыхъ происшествіяхъ помощью извѣстныхъ условныхъ знаковъ. Съ этою цѣлью электро-семафоры снабжаются отдѣльными электрическими колокольчиками, которые приводятся въ движеніе нажатіемъ рукоятокъ у аппаратовъ. Группируя число ударовъ извѣстнымъ

образомъ, можно сообщать о запаздываніи поѣздовъ, объ ихъ остановкѣ и тому подобномъ, не прибѣгая къ обыкновеннымъ телеграфнымъ аппаратамъ.

Наконецъ въ четвертыхъ при исполненіи оптическихъ сигналовъ обращается на нихъ вниманіе сигналистовъ звукомъ колокольчиковъ, въ которые ударяютъ молотки при движеніи крыльевъ.

Нѣкоторое время существовало опасеніе, что подъ вліяніемъ атмосфернаго электричества, во время грозы или просто отъ удара молніи, сигналы могли бы открываться, не смотря на громоотводы, что при несчастномъ стеченіи обстоятельствъ могло бы допустить настиженіе поѣздовъ. Столкновеніе не вѣроятно, такъ какъ если подъ вліяніемъ мгновенныхъ токовъ опустится малое сѣрое крыло или при дорогѣ объ одномъ пути, большое крыло по срединѣ высоты электро-семафора *), то сигналистъ можетъ сейчасъ это замѣтить, такъ какъ эти крылья могутъ быть опущены только имъ самимъ. Конечно столкновеніе не вѣроятно, но возможно, такъ какъ хотя рѣдки, но все таки возможны были бы случаи невнимательности сигналиста.

При пятилѣтнемъ существованіи электро-семафоровъ на Сѣверной желѣзной дорогѣ на участкѣ отъ St Denis до Creil, на протяженіи 50 километровъ, гдѣ устроено 14 электро-семафоровъ, не было случая, чтобы во время грозы открылись сигналы сами собою. Но такъ какъ это возможно, то въ настоящее время при установкѣ электро-семафоровъ на Орлеанской желѣзной дорогѣ предполагаютъ сдѣлать въ аппаратахъ Lartigue измѣненіе, предложенное инженеромъ этой дороги г. Heurteaux; оно будетъ состоять въ томъ, что для предупрежденія возможности открытія сигнала подъ вліяніемъ атмосфернаго электричества, усилены электромагниты Hughes, на размѣниваніи которыхъ гальваническими токами основано дѣй-

*) См. три ниже.

ствіе аппаратовъ; еслибы, не смотря на это, сигналы все таки открылись, то непрерывный звонъ электрическихъ колокольчиковъ предупредилъ бы о случившемся объ заинтересованная станція *).

Въ такомъ видѣ электро-симафоры вводились на одномъ изъ участковъ Орлеанской желѣзной дороги лѣтомъ 1877 года. Это расширеніе примѣненія аппаратовъ Lartigue на одной изъ лучшихъ французскихъ желѣзныхъ дорогъ доказываетъ полную примѣнимость и практическую пригодность электро-симафоровъ.

Этого и слѣдовало ожидать, такъ какъ при полной удовлетворительности аппаратовъ въ теоріи, они соединяютъ простоту маневровъ, состоящихъ только во вращеніи рукоятокъ, съ прочностью и простотою механизма; они примѣнимы ко всякой мѣстности и климату по устройству коммутаторовъ, вполне обеспечивающему замыканіе гальваническихъ токовъ, даже при значительныхъ измѣненіяхъ температуры.

Электро-симафоры примѣнимы одинаково къ желѣзнымъ дорогамъ о двухъ путяхъ и объ одномъ пути. Въ послѣднемъ случаѣ малые сѣрыя крылья по срединѣ высоты симафорныхъ столбовъ замѣняются большими красными крыльями; такимъ образомъ, при отправкѣ поѣздовъ со станцій, участокъ блокируется съ двухъ сторонъ и одинаково не возможенъ какъ столкновеніе, такъ и достиженіе поѣздовъ.

Въ случаѣ, если бы двѣ смежныя станціи пожелали отправить поѣзды одинъ на встрѣчу другому и сигналисты обѣихъ одновременно исполнили сигналы (это весьма невѣроятно, такъ какъ достаточно небольшой доли секунды, чтобы токъ одной изъ станцій произвелъ оптический сигналъ на другой), то участокъ былъ бы закрытъ съ обѣихъ сторонъ и движеніе остановлено; для разъясненія причины пришлось бы прибѣгнуть къ обыкновенному телеграфу.

Конечно электро-симафоры въ томъ только случаѣ вполне

гарантируютъ безопасность движенія, если сигналы будутъ замѣчены машинистомъ и надлежащимъ образомъ исполнены. Безъ этого никакіе сигналы не могутъ быть дѣйствительны. Какъ предохранительныя мѣры могли бы быть полезны электро-автоматическіе свистки или другіе автоматическіе повторительные аппараты. Только съ введеніемъ электро-симафоровъ block-system можетъ быть доведена до совершенства и можетъ допустить увеличеніе движенія до громадныхъ размѣровъ, такъ какъ даже при открываніи электро-симафоровъ каждую минуту нечего опасаться ошибочныхъ или неправильныхъ сигналовъ. Если теперь существуетъ предѣлъ увеличенія дѣятельности движенія, то онъ обусловленъ отсутствіемъ соответственныхъ системъ тормазовъ, которые дѣлали бы возможнымъ остановку поѣздовъ на небольшомъ пространствѣ.

Можно смѣло утверждать, что въ ряду эксплуатационныхъ аппаратовъ электро-симафоры Lartigue и Tesse имѣютъ такое же значеніе, какъ въ ряду системъ сигналовъ автоматическое подчиненіе ихъ маневровъ Vignier и Saxby-Farmer, съ примѣненіемъ котораго сдѣлалась возможнымъ громадная дѣятельность движенія, обеспеченная неизмѣнными механическими аппаратами.

Инженеръ М. Рутковскій.

*) Société des ingénieurs civils, Séance du 2 Février, 1877 стр. 54.

ИСТОЧНИКИ.

Marié. Note sur la pose et la manoeuvre des signaux fixes. 1861.

Preece. On railway electric signalling. 1865.

Annales des ponts et chaussées. 1867.

Brame. Etude sur les signaux des chemins de fer à double voie. 1867.

C. Tronquoy. Communication dans les trains de chemins de fer. Appareil Prudhomme.

Lartigue et Forest. Sifflet electro-automoteur. 1873.

Regnault. Indicateurs électriques, destinés à compléter la securité des trains. 1874.

Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. 1875.

Lartigue, Tesse et Prudhomme Appareils électro-sémaphoriques pour l'exploitation des chemins de fer. 1875.

Barby. Railway appliances. 1876.

Mémoires de la société des ingénieurs civils. 1876. 1877.

Autographies, circulaires, ordres de service et réglemens divers des chemins de fer du Nord, de l'Ouest, de Paris à Orléans et de Paris à Lyon et à la Méditerranée. 1870—1876.

Lartigue. Note sur les électro-sémaphores 1877.

ШЕСТОЕ ДОПОЛНЕНИЕ

къ

КАТАЛОГУ

ЖЕЛѢЗНОДОРОЖНОЙ КОЛЛЕКЦИИ

БИБЛИОТЕКИ

ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРОВЪ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ.

ОТДѢЛЪ I.

СООБРАЖЕНІЯ И ОБЪЯСНЕНІЯ ПО ПОВОДУ ПРЕДПОЛАГАЕМЫХЪ ИЛИ СУЩЕСТВУЮЩИХЪ РУССКИХЪ ЖЕЛѢЗНЫХЪ ДОРОГЪ.

А. Желѣзные дороги вообще.

519. Анненковъ. О примѣненіи желѣзныхъ дорогъ къ военному дѣлу. 8°. С.П.б. 1866 (24 стр.).
520. Больманъ (А.). Краткое описаніе усовершенствованія въ устройствѣ и эксплуатаціи конно-желѣзныхъ дорогъ. 8°. С.П.б. 1870 (44 стр.).
521. Бородинъ (А.). Замѣтки о механическомъ устройствѣ желѣзныхъ дорогъ. Выпускъ 1. Водоснабженіе (,) съ указаніемъ нѣкоторыхъ способовъ удешевленія первоначальнаго устройства и эксплуатаціи водоснабженія желѣзныхъ дорогъ. 8°. С.П.б. 1875 (39 стр. и 2 листа черт.).
522. Бородинъ (А.). Подвижной составъ желѣзныхъ дорогъ. Вліяніе ширины колеи, подъемной силы вагона и состава поѣзда на собственный вѣсъ подвижнаго состава. 8°. (47 стр.).

523. Бунге (Н. Х.). Монополія желѣзно-дорожнаго царства и ея огращенія. 8°. С.П.б. 1876.

(Изъ «Вѣстника Европы», Мартъ 1876. Томъ II, стр. 314—352.—По поводу сочиненія А. Чупрова: Желѣзнодорожное хозяйство, его экономическія особенности и его отношенія къ интересамъ страны. Москва. 1875).

524. Бушенъ (А.). Сборникъ свѣдѣній по вопросамъ о снабженіи русскихъ желѣзныхъ дорогъ рельсами, подвижнымъ составомъ и прочими принадлежностями. Составилъ, по распоряженію Министра Финансовъ, чиновникъ для особыхъ порученій при Министерствѣ..... 8°. С.П.б. 1876.

525. Генстремъ (Арвидъ). Нуждаются ли русскія главныя желѣзныя дороги въ питательныхъ вѣтвяхъ (.) и какъ соорудить ихъ наивыгоднѣйшимъ образомъ? (Прибавленіе къ газетѣ «Дѣятельность»). 8°. С.П.б. 1869 (15 стр.).

526. Деларовъ (П.). Объ отвѣтственности желѣзнодорожныхъ предпринимателей и ихъ агентовъ за причиненіе эксплуатаціею вреда лицамъ и имуществу. Юридическое изслѣдованіе 8° С.П.б. 1874 (253 стр.).

527. Журавскій (Д.). О желѣзныхъ дорогахъ въ Россіи. 8° (стр. 418—457).
(Изъ «Русскаго Вѣстника», 1856).

528. Лупандинъ (Дм.). Соображенія о направленіи линій желѣзныхъ дорогъ соединяющихъ низовья Волги съ сѣверными портами: Петербургскимъ, Рижскимъ и Либавскимъ. 8°, 1867. С.П.б. (10 стр.).

529. Л. (А.). Безпристрастный взглядъ на устройство желѣзныхъ дорогъ въ южной Россіи. 8°. С.П.б. 1864 (19 стр.).

530. Перозіо (Н.). Акціонерные убытки и ихъ причины. 12°. С.П.б. 1860 (51 стр.).
(Компаніи жел. дорогъ, стр. 40—44. Извлечено изъ «Сѣв. Пчелы»).

531. Рашетъ (В.). О важности горнаго промысла и механическаго искусства, о вліяніи ихъ на производительныя силы государства и о средствахъ къ развитію у насъ этихъ отраслей промышленности. 8°. С.П.б. 1866 (16 стр.).

(Съ соображеніями о пользѣ устройства желѣзныхъ дорогъ: отъ Харькова до Азовскаго моря, отъ Камы къ Луневскому каменноугольному руднику и отъ Перми до Тюмени, чрезъ главные уральскіе горные заводы).

См. № 137 (Отд. I).

532. Степановъ (П. И.) Записка объ инспекціи желѣзныхъ дорогъ. *Рукопись*. 4° (7 листовъ).

533. Сытенко (Н. А.). О конно-желѣзныхъ дорогахъ. Сообщеніе въ Русскомъ Техническомъ Обществѣ, 23 ноября 1872 года. 8°. С.П.б. 1873 (22 стр.).

534. Шавровъ (А.). О необходимости установленія законной отвѣтственности строителей желѣзныхъ дорогъ за прочность постройки ими сооружаемыхъ линій, а равно правленій желѣзнодорожныхъ обществъ за неисправное содержаніе желѣзнодорожныхъ путей. 8°. С.П.б. 1876 (16 стр.).
(Съ приложеніемъ статьи «Голоса»: (1^{го} 30 мая 1876, № 137) «Причины разстройства нашихъ желѣзныхъ дорогъ»).

535. Шишковъ (А.). Эксплуатація желѣзныхъ дорогъ. Составилъ инженеръ путей сообщенія Томъ I. 8°. С.П.б. 1877 (VII+340 стр.).

536. Шмидъ-фонъ-Шмидфельденъ (Максимиліанъ). Южно-русскія желѣзныя дороги и положеніе ихъ въ виду настоятельнѣйшихъ потребностей движенія.—Записка о необходимости и выгодахъ фабрики вагоновъ и прочаго желѣзнодорожнаго производства на югѣ Россіи. Составленная инженеромъ 4°. Одесса, 1874 (17 стр. и 7 прил.).

537. Урусовъ (Кн. С. С.). Обзоръ кампаній 1812 и 1813 годовъ, военно-математическія задачи (,) и о желѣзныхъ дорогахъ. 8°. Москва. 1868 (193 стр.).

(Прибавленіе 11. Къ вопросу о желѣзныхъ дорогахъ).

538. Янсонъ (Ю.). Сравнительно-статистическіе этюды. Наши желѣзныя дороги въ сравненіи съ западно-европейскими. 8°. С.П.б. 1873 (43—85 стр.).

(Изъ журнала: „Знаніе“. 1873. № VI. Іюнь).

539. Матеріалы для исторіи устройства желѣзныхъ дорогъ въ Россіи.—Дѣло Канцеляріи Главноуправляющаго путями сообщенія по предположенію Австрійскаго Дворянина Герстнера объ устройствѣ въ Россіи желѣзныхъ дорогъ (въ четырехъ частяхъ). *Рукопись*. d. fol. (257, 75, 284 и 40 листовъ).

(Началось въ январѣ 1835; кончилось въ мартѣ 1836).

540. Краткія свѣдѣнія о сѣти новоустройстваемыхъ желѣзныхъ дорогъ въ Россіи, проходящихъ чрезъ 26 губерній, съ очеркомъ городовъ, лежащихъ на протяженіи всего желѣзнаго пути. 12°. Москва. 1857 (95 стр.).

541. Соображенія о выгодахъ устройства желѣзныхъ дорогъ въ Россіи (Особое прибавленіе къ № 77 «Санктпетербургскихъ Вѣдомостей»). fol. С.П.б. 1875 (14 стр.).

542. Нѣсколько статистическихъ данныхъ и соображеній по вопросу о направленіи желѣзныхъ дорогъ въ Юго-Западной Россіи.—Разработаны и напечатаны по распоряженію г. Министра внутреннихъ дѣлъ Центральнымъ Спб. Комитетомъ. 8°. С.П.б. 1864 (24 стр., съ приложеніемъ).

543. Устройство желѣзныхъ дорогъ въ Россіи. (Печатано въ видѣ манускрипта). 4°. Рига. 1867 (46 стр.).

(Сочиненіе, какъ полагаютъ, г. Кубе. Съ рукописнымъ отзывомъ инженера Н. И. Липина).

544. О сѣти желѣзныхъ дорогъ для соединенія Нижне-Волжскаго бассейна съ Кавказскою сѣтью и портами на Черномъ и Каспійскомъ моряхъ, съ обходомъ устья Волги. 8°. Москва. 1875 (33 стр.).

(Статья Н. Югеля).

545. О паровыхъ и конножелѣзныхъ дорогахъ. 16°. С.П.б. 1869 (39 стр.).

546. По поводу предполагаемаго Общества застрахованія жизни пассажировъ русскихъ желѣзныхъ дорогъ. fol. С.П.б. 1868 (1 листъ).

(Извлечено изъ № 107, 109 и 110 газеты „Вѣсть“).

547. Beiträge zur Kenntniss der Verbindungen durch Eisenbahnen in Russland im Allgemeinen und besonders über die projectirte Dünaburg-Rigaer Bahn.—Vom Verfasser des Werkes über Russlands Wasser Verbindungen. Ein Plan letzterer Bahn besonders. 8. Leipzig. 1852 (66 стр.).

(Плана нѣтъ).

548. Соображенія по поводу желѣзнодорожной статистики. 8°. С.П.б. 1872 (13 стр.).

(Изъ 4-й кн. «Журн. Министерства Пут. Сообщ.» 1872 г.).

549. Нѣсколько соображеній о желѣзнодорожной статистикѣ (корректирные листы). 8°. С.П.б. 1876 (11 стр.).

(Статья Н. Ф. Анненскаго).

550. Annensky (N.). Quelques remarques sur la question d'un programme de la statistique des chemins de fer. 4°. St. Pet. 1876 (9 стр.).

551. Romanovsky (G. de). Notice à l'appui des graphiques comparatifs sur la statistique officielle des chemins de fer (,) étudiée pour les travaux statistiques du Ministère des voies de communication de Russie. 4°. St. Pet. 1876 (11 стр.).
552. Wendrich (A. de). Quelques remarques ayant trait à la statistique du mouvement des wagons et des marchandises sur les chemins de fer. 4°. St. Pet. 1876 (7 стр.).

В. Желѣзныя дороги въ частности.

553. Больманъ (А.). Заявленіе о конно-желѣзной дорогѣ отъ Екатеринослава до Никополя. 4°. Екатеринославъ (10 стр.).
Съ рукописными измѣненіями. Изъ „Екатеринослав. Губ. Вѣд.“ №88).
554. Больманъ (А.). Прибавленіе къ заявленію о конножелѣзной дорогѣ отъ Екатеринослава до Никополя, напечатанному въ № 88 «Екатеринославскихъ Губернскихъ Вѣдомостей» за 1870 годъ. 8°. Екатеринославъ. 1871 (81 стр., съ картою).
(Изъ «Екат. Губ. Вѣд.» 1871 года).
555. Властовъ (Губернаторъ). Записка о направленіи Кавказской желѣзной дороги. d. fol.... (9 стр.).
(Съ особою запискою о доходности предполагаемой Ростово-Пятигорской желѣзной дороги на городъ Ставрополь, и о сбереженіяхъ, при такомъ направленіи дороги, расходовъ государственныхъ).
556. Гацискій (А. С.). Очерки промышленной дѣятельности Нижегородской губерніи, въ связи съ вопросомъ о проведеніи Урало-Сибирской желѣзной дороги. 8°. Нижній-Новгородъ. 1870 (38 стр.).

557. Жемчужниковъ (А.). О причинахъ бездоходности Одесской желѣзной дороги и о средствахъ устраненія сихъ причинъ. *Рукопись*. d. fol. С.П.б. 1876 (12 листовъ).
558. Задлеръ (Е. К.). Нѣсколько словъ по поводу доклада Правленія Общества Кіево-Брестской желѣзной дороги къ Общему Собранію акціонеровъ отъ 13 ноября 1873 года. 8°. С.П.б. 1874 (28 стр.).
559. Зубовъ 2-й (Инженеръ Эрастъ). О направленіи участка Сибирской желѣзной дороги между Москвою и Волгою. d. fol. С.П.б. 1876 (11+5 стр., съ картою).
560. И. (М.). Объ Уральско-Сибирской желѣзной дорогѣ. 8°. С.П.б. ... (стр. 43—63).
561. Лупандинъ (Д.). Саратовско-Тамбовская земская желѣзная дорога. 8°. С.П.б. 1868 (22 стр., съ картою).
562. Македонскій (П.). Донецкій рудноугольный кряжъ и необходимость общаго развитія частной горной промышленности на югѣ Россіи. 8°. Москва. 1869 (26 стр.).
(Соображенія и предположенія относительно необходимости горно-промышленной желѣзной дороги въ этомъ краю, съ вѣтвями на Мариуполь и Бердянскъ).
563. Небольсинъ (Иванъ). Движеніе по Николаевской желѣзной дорогѣ (Взято изъ № 4 журнала «Труды Имп. Вольн. Эконом. Общ.»). 8°. С.П.б. 1860 (15 стр.).
(Статья „Павла Иван.“ Небольсина).
564. Николаевъ (К. Н.). Проектъ Пермско-Тобольской желѣзной дороги. 8°. Тобольскъ. 1870 (32 стр., съ картою).
565. Овсянниковъ (Н. Н.). Въ защиту южнаго направленія Урало-Сибирской желѣзной дороги (Объ отношеніи Сибирскаго транзита къ Нижегородской ярмаркѣ). 8°. Нижній-Новгородъ. 1870 (126 и 2 стр.).

566. Петровъ (А.). Проектъ сооруженія Рыбинско-Тверской желѣзной дороги. 8°. С.П.б. 1868 (30 стр.).

567. Полуэктовъ (Г. С.). Нѣсколько данныхъ о дѣятельности управленія Волжско-Донскимъ Обществомъ желѣзной дороги и пароходства. 12°. С.П.б. 1866 (31 стр.).
(Изъ №№ 131 и 134 „Спб. Вѣд.“ 1866 г.).

568. Полуэктовъ (Г. С.). Еще о годичномъ Общемъ Собраніи Волго-Донскаго Общества. 8°. С.П.б. 1866 (22 стр.).

569. Рачинскій (Александръ). Мысль о полезнѣйшемъ направленіи Смоленско-Московской желѣзной дороги. 8°. Вильна. 1868 (13 стр.).

570. Романовъ (Д.). Сибирская желѣзная дорога (Читано въ засѣданіи Общества поощренія промышленности и торговли, 15 января 1870 года). fol. С.П.б. 1870 (2 стр.).
(Приложеніе къ № 16 газеты „Голосъ“. См. № 146, Отд. I).

571. Стасовъ (А.). Главное Общество Россійскихъ желѣзныхъ дорогъ и отчетъ Совѣта Управленія его за 1858 годъ. I. II. III. fol. С.П.б. 1859 (2, 2 и 2 стр.).

572. Статковскій (Б.). Пояснительная записка къ проекту желѣзной дороги черезъ главный Кавказскій хребетъ для соединенія Ростово-Владикавказской желѣзной дороги съ Поти-Бакинскою дорогою. 8°. Тифлисъ. 1876 (40 стр. и 2 листа черт.).

573. Статковскій (Б.). О вѣтви Поти-Тифлисской желѣзной дороги къ г. Сухуму. *Рукопись*. 4°. 1873 (4 и 2 листа).
(Съ письмомъ къ К. И. Шернвалю).

574. Сухотинъ (Н.). Пояснительная записка о постройкѣ Ливенско-Калужской узкоколейной желѣзной дороги. 8°. С.П.б. 1871 (13 стр., съ картою).

575. С. (Θ.). Сравненіе цѣнъ поверстной и реализаціонной желѣзныхъ дорогъ: допущенной уже къ постройкѣ безъ гарантіи Правительства *Балтійской*, и испрашиваемой къ построенію безъ такой же гарантіи *Нижегородско-Сызранской*.—Замѣтки по устройству, безъ гарантіи Правительства, Нижегородско-Сызранской желѣзной дороги. d. fol. С.П.б. 1875 (7 стр.).

576. Шавровъ (Н. А.). Докладъ Комитету Общества содѣйствія русской промышленности и торговлѣ по вопросу о пути въ Туркестанъ черезъ Акмола. 8°. С.П.б. 1873 (20 стр.).

577. Шатиловъ (В.). Борисоглѣбско-Севастопольская желѣзная дорога. 8°. Одесса. 1871 (6 стр.).

578. Шиповъ (Д.). Замѣчанія на статью «С.-Петербургскихъ Вѣдомостей» подъ заглавіемъ: О направленіи Ивановской желѣзной дороги къ р. Волгѣ. 12°. С.П.б. 1869 (10 стр.).

579. Чекаревъ (Генераль-Маіоръ, И.). Записка о государственномъ и экономическомъ значеніи Пинской желѣзной дороги, предполагаемой войти въ сѣть строящихся желѣзныхъ дорогъ, подъ названіемъ: Вильно-Ровенская съ вѣтвями на Гродно и Ковель, съ соединеніемъ оной съ Брянско-Брестской желѣзной дорогой. 12°. С.П.б. 1875 (29 стр.).

(См. № 473, Отд. I).

580. Чижевичъ. Проектъ новой Одесско-Вознесенско-Кіевской желѣзной дороги, какъ единственное средство возратить Одессу въ торговый районъ и поправить дивидендъ Одесской желѣзной дороги. 12°. Одесса. 1875 (17 стр.).

(Изъ „Одесскаго Вѣстника“ за 1875 годъ, № 122).

581. Ч. (Θ.) О донесеніи ревизіонной комисіи, избранной вторымъ Общимъ Собраніемъ акціонеровъ Главнаго Общества російскихъ желѣзныхъ дорогъ (Извлечено изъ № 68 «Сѣверной Пчелы»). 12°. С.Пб. 1860 (15 стр.).

584. Путеводитель по Николаевской желѣзной дорогѣ отъ С.-Петербурга до Москвы и обратно. 12°. Спб. 1858 (113 стр., XV лист., съ двумя табл. и картою).

585. Главное Общество російскихъ желѣзныхъ дорогъ и Отчетъ Совѣта управленія его за 1858 годъ.—Замѣтки на статью г. Стасова. fol. Спб. 1859 (1 листъ).

586. Главное Общество російскихъ желѣзныхъ дорогъ (Извлечено изъ № 55-го Сѣверной Пчелы). 12°. Спб. 1860 (6 стр.).

(Съ соображеніями уполномоченныхъ акціонеровъ о необходимости созванія экстреннаго Общаго Собранія).

587. По поводу созванія экстреннаго собранія акціонеровъ Главнаго Общества російскихъ желѣзныхъ дорогъ. (Извлечено изъ № 56-го Сѣверной Пчелы). 12°. Спб. 1860 (4 стр.).

588. Прибавленіе къ № 80 Сѣверной Пчелы. d. f. Спб. 1860 (1 листъ).

(На французскомъ языкѣ. По поводу дѣйствій Совѣта Г. О. російскихъ желѣзныхъ дорогъ).

589. Libre réponse aux attaques de quelques journaux russes contre la Grande Société des chemins de fer, par un Employé de la Grande Société. 8°. St.-Pet. 1860 (47 стр.).

590. По поводу отчета Главнаго Общества російскихъ желѣзныхъ дорогъ.—Отъ редакціи «Голоса». fol. Спб. 1867 (2 стр.).

(Приложеніе къ № 320 газеты „Голосъ“).

591. Справочная книга для акціонеровъ и владѣльцевъ облигацій Главнаго Общества російскихъ желѣзныхъ дорогъ.—Изданіе Н. Шиля.—Manuel de l'actionnaire et de l'obligataire de la Grande Société des chemins de fer russes.—Par N. Schill, chef de bureau de la Grande Société des chemins de fer russes. 4°. Спб. 1873 (71 стр.).

592. Земская желѣзная дорога отъ села Иванова къ рѣкѣ Волгѣ. 8°. Кострома. 1868 (25 стр.).
(Перепечатано изъ С.-Петербургскихъ Вѣдомостей. Апрель 1868 г.).

593. Извлеченіе изъ записки, читанной въ губернскомъ земскомъ собраніи, о пристаняхъ, къ которымъ можетъ быть продолжена Шуйско-Ивановская линія желѣзной дороги. d. f. Спб. 1869 (5—10 стр., съ тремя вѣд.).

594. Пояснительная записка къ проекту сооруженія линіи желѣзной дороги отъ Ковровской станціи Московско-Нижегородской дороги до города Муромъ. 8°. Спб. 1869 (35 стр.).

595. Пояснительная записка къ проекту Муромско-Ковровской желѣзной дороги, представленная графомъ Н. П. Апраксинимъ (губернскимъ предводителемъ дворянства Владимірской губ.). d. f. Спб. 1869 (10 стр. съ картою).

596. О Нижегородско-Сызранской желѣзной дорогѣ.—16 апрѣля 1870 г. Спб. d. f. Спб. 1870 (12 стр.).

597. О Нижегородско-Сызранской желѣзной дорогѣ. d. f. Спб. 1871 (10 стр.).

598. Смѣта доходовъ и расходовъ Общества Нижегородско-Сызранской желѣзной дороги и удѣльнаго вѣдомства отъ сооруженія означенной дороги. d. f. Спб. 1871 (3 стр.).

599. О вѣтви Нижегородско-Сызранской желѣзной дороги отъ Нижняго въ Купавино. d. f. Спб. 1871 (2 стр.).
600. О Нижегородско-Сызранской желѣзной дорогѣ. 8°. Спб. 1873 (16 стр.).
601. О Нижегородско-Сызранской желѣзной дорогѣ. 8°. Спб. 1875 (15 стр. съ картою).
602. М. Ф. Одесскій Комитетъ торговли и мануфактуръ. 25 марта 1876. № 25.—Записка о затруднительномъ положеніи, въ которое поставлена Одесская желѣзная дорога, а вмѣстѣ съ тѣмъ и самая торговля Одессы, влѣдствіе конкуренціи Кіево-Брестской и Харьковско-Николаевской дорогъ, и о мѣрахъ, которыя бы слѣдовало принять для отвращенія вытекающаго отсюда для одесской торговли ущерба. *Рукопись*. d. f. (Съ письмомъ къ Мин. Финансовъ, 25 марта 1876, № 25).
603. Отвѣтъ Правленія Русскаго Общества пароходства, торговли и Одесской желѣзной дороги на записку Одесскаго Комитета торговли и мануфактуръ о причинахъ упадка одесской торговли и средствахъ къ ея поднятію. d. f. Спб. 1876 (34 стр.).
604. Записка депутатовъ Екатеринославскаго губернскаго земства о соединеніи желѣзныхъ дорогъ: Лозово-Екатеринославской съ Знаменско-Николаевской, съ постояннымъ мостомъ черезъ Днѣпръ въ губернскомъ городѣ Екатеринославѣ. d. f. С.Пб. 1873 (6 стр., съ картою). (Подписали губернскіе гласные: *И. Савельевъ, И. Яценко и А. Поль*).
605. Записка депутата Екатеринославскаго земства о проведеніи желѣзной дороги отъ станціи Никитовки на Азовской линіи, черезъ губернскій городъ Екатеринославъ и Кривой Рогъ, къ станціи Казанскъ на Знаменско-Николаевской линіи. d. f. С.Пб. 1875 (9 стр.). (Подписали: *Г. Алексѣевъ, И. Савельевъ и И. Яценко*).

606. Журналъ Мелитопольской уѣздной земской управы и докладъ о конно-желѣзной дорогѣ изъ Харькова въ Феодосію. 8°. Москва. 1868 (23 стр.).
607. Докладныя записки депутатовъ отъ Мелитопольской уѣздной земской управы. 8°. Симферополь. 1868 (29 стр.).
(Докладная записка гласнаго Гофмана о конно-желѣзной дорогѣ. 1) Записка, поданная депутатами при ходатайствѣ о проведеніи к.-ж. дороги изъ Харькова въ Феодосію. 2) Записка, поданная г. Военному Министру. 3) Записка, поданная г. Министру Путей Сообщенія. 4) Записка депутата Гофмана о преимуществѣ направленія дороги къ Феодосіи).
608. Правленіе Общества Курско-Харьково-Азовской желѣзной дороги. дня 187.... года. №..... Съ ходатайствомъ о дарованіи ему концессіи на предполагаемую Лозово-Севастопольскую желѣзную дорогу. d. f. Спб. 1871 (3 стр.).
609. Стенографическій отчетъ засѣданій Отдѣленія Статистики Императорскаго Русскаго Географическаго Общества по вопросу о направленіи Севастопольской желѣзной дороги. 8°. С.Пб. 1871 (122 стр.).
610. Волго-Черноморская горнозаводская и транзитная желѣзная дорога отъ Царицына до Севастополя. d. f. Спб. 1871 (23 стр.).
611. О безпорядкахъ и упущеніяхъ по Курско-Харьково-Азовской желѣзной дорогѣ (1. Заявленіе 26 губернскихъ гласныхъ представленное чрезвычайному земскому собранію Харьковской губерніи 20 февраля 1874 года. 2. Постановленіе губернскаго земскаго собранія, составленное 20-го февраля 1874 года. 8°. (11 стр.).

612. Записка Комитета для обсуждения вопроса о соединении желѣзною дорогою Волги съ Невою и Сѣвѣрною Двиною, съ особою запискою о движеніи грузовъ между Рыбинскомъ и Петербургомъ, цѣнности провоза, и расчетъ предполагаемаго дохода съ желѣзной дороги отъ Шексны до С.-Петербурга. d. f. С.Пб. 1868 (1, 12 и 2 стр.).

613. Объяснительная записка къ желѣзной дорогѣ отъ С.-Петербурга до Вологды. 4°. С.Пб. 1769 (21 стр.).

614. Записка по дѣлу о соединении Орловско-Рижской желѣзной дороги съ Рижско-Митавской посредствомъ постоянного моста чрезъ Двину и о продолженіи Рижско-Митавской дороги до Виндавы. d. f. Рига 1869 (11 стр.).

615. Докладная записка уполномоченнаго отъ Общества Балтійской желѣзной дороги, присяжнаго повѣреннаго Августа Герке, по дѣлу о порядкѣ отчужденія Эстляндскихъ земель подъ эту дорогу. 4°. С.Пб. 1870 (6 стр.).

616. Пояснительная записка о Боровичско-Угловской желѣзной дорогѣ. 8°. С.Пб. 1870. (28 стр.).

617. Протоколъ засѣданія Комитета для обсуждения вопроса о проведеніи линіи желѣзной дороги между Волжскимъ и Обскимъ бассейнами. 9 октября 1868 г. 8°. Пермь. 1868 (8 стр.).

(Изъ Перм. Губ. Вед. №№ 90.—См. № 330 и 331, Отд. I).

618. Отчетъ Коммисіи по изслѣдованію вопроса о выгоднѣйшемъ направленіи Уральской желѣзной дороги (напечатано по распоряженію Горнаго Ученаго Комитета). 8°. С.Пб. 1871 (42 стр. съ картою).

(См. № 387, Отд. I).

619. Докладъ Вятской губернской земской управы Вятскому экстренному губернскому земскому собранію относительно направленія Сибирской желѣзной дороги на г. Вятку. 8°. Вятка. 1875 (30 стр.).

(Съ телеграммою Гг. Министрамъ: Путей Сообщенія и Финансовъ—10 марта 1875).

620. Записка о направленіи транзитной Сибирско-Уральской желѣзной дороги. d. f. Екатеринбургъ. (18 стр.).

ОТДѢЛЪ II.

ДОКУМЕНТЫ И ИЗДАНИЯ, ОТНОСЯЩЕСЯ КЪ АДМИНИСТРАЦИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОТКРЫТЫХЪ
И СТРОЯЩИХСЯ РУССКИХЪ ЖЕЛѢЗНЫХЪ ДОРОГЪ.

А. Желѣзныя дороги вообще, или по группамъ.

2565. Министерство путей сообщенія.—Управленіе желѣзныхъ
дорогъ.—Техническо-Инспекторскій Комитетъ.—Спб.—
Отдѣленіе Распорядительное.—Циркуляры 1876 г. 8°. Спб.
(Недостаётъ пяти циркуляровъ: 20 декабря, № № 7946—47; 22 де-
кабря, № № 8047—48, и 31 декабря, № 8320).

2566.—Отдѣленіе Инспекторское.—Циркуляры 1876 года.
№ № 160—198. 8°. Спб. 1876.
(Недостаётъ № № 175, 183, 191 и 193).

2567.—Начальникъ Управленія желѣзныхъ дорогъ.—Секре-
тарская часть.—Циркуляры 1876 г. № № 185 и 198. 8°. Спб. 1876.

2568. Министерство путей сообщенія.—Департаментъ желѣз-
ныхъ дорогъ.—Часть Общая.—Циркуляры 1876 года. 8°. Спб. 1876.
(Недостаётъ циркуляра 17 февраля, № 1090).

2569. Министерство путей сообщенія.—Временный Статисти-
ческій Отдѣлъ. Въ Спб.—Циркуляры 1876 года. 8°. 17 мая, № 66.—Въ Совѣты Управленій и въ Правленія Обществъ
желѣзныхъ дорогъ — объ отмѣненіи срочныхъ статистическихъ

вѣдомостей по формамъ № № 1, 2, 3 и лит. А и Б, установленныя
циркулярами Отдѣла отъ 9 и 14 марта 1874 года, за № № 75 и 83
(2 стр.).

17 мая, № 67.—Гг. Директорамъ и Управляющимъ жж. дд. — Объ от-
мѣненіи доставленія свѣдѣній по двумъ формамъ лит. А и Б, ра-
зосланнымъ при циркулярномъ письмѣ завѣдывающаго Временнымъ
Статистическимъ Отдѣломъ 14 марта 1874 года, № 83 (2 стр.).

17 мая, № 68.—Гг. Инспекторамъ желѣзныхъ дорогъ.—О томъ же
предметѣ, какъ и № 66 (2 стр.).

2570. Государственный Совѣтъ въ Департаментѣ Законовъ.—
21 марта 1870 г. № 40.—Министерство Внутреннихъ
дѣлъ.—Объ измѣненіи статей устава о телеграфахъ ча-
стныхъ желѣзныхъ дорогъ (съ тремя приложеніями). d. f. Спб. 1870 (12, 11, 1 и 30 стр.).

2571. Государственный Совѣтъ въ соединенныхъ Департамен-
тахъ законовъ гражданскихъ и духовныхъ дѣлъ.—29 сен-
тября 1873 года № 74.—Министерство путей сообщенія.—
Объ установленіи особаго порядка вызова въ свидѣтели
къ суду или слѣдствію лицъ, служащихъ при желѣзныхъ
дорогахъ (съ тремя приложеніями). d. f. С.Пб. 1873
(5, 2, 6 и 16 стр.).

2572. Министерство путей сообщенія.—Департаментъ желѣз-
ныхъ дорогъ.—Отдѣленіе Искусственное. Столъ 1. Въ Спб.
4 ноября 1867 г. № 743.—Съ представленіемъ проекта
«Положенія о перевозкѣ почтъ по желѣзнымъ дорогамъ». d. f. Спб. 1867 (2 и 9 стр.).

2573. Министерство путей сообщенія.—Канцелярія Мини-
стра.—Въ С.Пб. 2 марта 1868 г. № 276.—По пред-
ложенію иностранцевъ Куртина и Легетра о производ-
ствѣ изысканій и составленіи проекта на построеніе
Остѣ-Индской желѣзной дороги чрезъ Россію, Персію и
Афганистанъ. d. f. С.Пб. 1868 (6 стр.).

2574. Министерство путей сообщения.—Департаментъ желѣзныхъ дорогъ.—Часть Хозяйственная.—Спб. 6 мая 1874 г. № 2768.—По ходатайству земскихъ собраний Новгородской, Смоленской, Рязанской и Воронежской губерній о привлеченіи къ участію въ земскихъ повинностяхъ и денежныхъ сборахъ желѣзныхъ дорогъ, пролегающихъ въ означенныхъ губерніяхъ (Въ Комитетъ Гг. Министровъ). d. f. Спб. 1874 (9 стр.).

2575. Министерство путей сообщения.—Департаментъ желѣзныхъ дорогъ.—Часть Общая.—Спб. 30 іюля 1874 года. № 4597.—Объ увелѣченіи тарифа на проѣздъ въ курьерскихъ поѣздахъ (Въ Комитетъ Министровъ) d. f. Спб. 1874 (4 стр.).

2576. Министерство путей сообщения.—Управление желѣзныхъ дорогъ.—Техническо-Инспекторскій Комитетъ.—Отдѣленіе Распорядительное. Спб. 18 февраля 1876 г. № 941.—Съ дополнительными свѣденіями къ представленію отъ 16 января 1876 года, № 300 (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. Спб. 1876 (2, 4 и 4 стр.).
(Съ письмомъ Государственнаго Контролера къ Министру путей сообщения и отвѣтомъ на него).

2577. Министерство путей сообщения.—Департаментъ желѣзныхъ дорогъ.—Часть Распорядительная.—Спб. 7 октября 1876 г. № 5741.—Съ проектомъ правилъ разрѣшенія постройки желѣзныхъ дорогъ для частныхъ потребностей. (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. Спб. 1876 (6, 5, 5, 3, 3, 3, 1 и 4 стр.).

2578. Министерство путей сообщения.—Департаментъ желѣзныхъ дорогъ.—Часть Хозяйственная.—Спб. 7 декабря 1872 года. № 825.—О продолженіи срока временныхъ правилъ по отчужденію частныхъ имуществъ подъ желѣзныя дороги (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. Спб. 1872 (2 стр.).

2579.—3 ноября 1873 г. № 642.—О томъ же предметѣ (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. Спб. 1873 (2 стр.).

2580.—..... 1874 года № —О томъ же предметѣ (туда же) d. f. Спб. 1874 (2 стр.).

2581.—20 октября 1875 года № 5757.—О томъ же предметѣ (туда же). d. f. Спб. 1875 (2 стр.).

2582. Министерство Военное.—Главное Управление иррегулярныхъ войскъ.—Отдѣленіе II. Столъ 3.—25 іюля 1874 года. № 835. Спб.—По вопросу, слѣдуетъ ли облагать подесятинною пошлиною въ доходъ Войска Донскаго земли въ Области этого войска, отходящія отъ владѣльцевъ подъ линіи желѣзныхъ дорогъ (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. С.Пб. 1874 (4 стр.).

2583. Министерство Государственныхъ имуществъ.—Временной Отдѣлъ по поземельному устройству государственныхъ крестьянъ.—Отдѣленіе II. Столъ 2.—29 марта 1870 г. № 419.—О порядкѣ отчужденія подъ линіи желѣзныхъ дорогъ и, вообще, для государственной или общественной пользы, земель изъ участковъ, проданныхъ въ западныхъ губерніяхъ, по правиламъ Высочайше утвержденной 23 іюля 1865 г. инструкціи. d. f. Спб. 1870 (5 стр.).

2584. Министерство Государственныхъ имуществъ.—Временной Отдѣлъ по поземельному устройству государственныхъ крестьянъ.—Отдѣленіе II. Столъ 2.—2 ноября 1870 года. № 1433.—О порядкѣ отчужденія подъ линіи желѣзныхъ дорогъ земель изъ конфискованныхъ имѣній Западныхъ губерній. d. f. Спб. 1870 (12 стр.).

2585. Министерство Государственныхъ имуществъ.—Временной Отдѣлъ по поземельному устройству государственныхъ крестьянъ.—Отдѣленіе III. Столъ 1.—16 марта 1874 года.

№ 433. — О сдачѣ въ аренду Обществамъ желѣзныхъ дорогъ участковъ казенныхъ земель, для выемки камня, песку или гравія. d. f. Спб. 1874 (3 стр.).

2586. Министерство Военное. — Главный Штабъ. — Отдѣленіе II. Столъ 3. — 16 сентября 1872 года № 2755. — Съ представленіемъ проекта положенія о перевозкѣ войскъ по желѣзнымъ дорогамъ (5, 56 и 13 прил. на 45 стр.).
(Съ рукописнымъ дополненіемъ).

2587. Министерство Внутреннихъ дѣлъ. — Почтовый Департаментъ. — Отдѣленіе I. Столъ 1. — 31 марта 1871 года. № 4695. — О перевозкѣ почтъ по желѣзнымъ дорогамъ. d. f. Спб. 1871 (11 стр.).

2588. — 6 марта 1872 года. № 4618. — О перевозкѣ почтъ по желѣзнымъ дорогамъ. d. f. Спб. 1872 (15 стр.).

2589. Положеніе объ устройствѣ Азовскаго рельсоваго завода Екатеринославской губерніи, Бахмутскаго уѣзда (Высоч. утвержд. 7 ноября 1869 года). 8. Спб. 1869 (6 стр.).

2590. Уставъ Таганрогскаго Товарищества снабженія желѣзныхъ дорогъ принадлежностями (Высочайше утвержденъ 23 іюня 1872 года). 12°. Спб. 1872 (31 стр.).

2591. Уставъ Общества Азовскаго рельсоваго завода (Высоч. утвержденъ 16 августа 1872 года). С.Пб. (31 стр.).

2592. Уставъ Общества русскаго рельсоваго производства. (Высоч. утвержденъ 14 октября 1872 года). 8°. Москва. 1875 (28 стр.).

2593. Министерство путей сообщенія. — Департаментъ желѣзныхъ дорогъ. — Чертежная. — Въ С.Пб. 15 марта 1869 г. № 250. — Съ соображеніями и заключеніями относительно предложенія Великобританскаго подданнаго, Джона Юза, образовать «Общество для развитія каменноугольнаго, желѣзнаго и рельсоваго производства на Югѣ Россіи». d. f. Спб. 1869 (8 и 4 стр.).

2594. Министерство Финансовъ. — Департаментъ торговли и мануфактуръ. — Отдѣленіе III. Столъ 2. — 13 августа 1872 года. № 4482. — Съ представленіемъ проекта устава, учреждаемаго дѣйствительнымъ статскимъ совѣтникомъ Путиловымъ Общества, подъ наименованіемъ «Общество металловъ и желѣзнодорожныхъ принадлежностей». d. f. Спб. 1872 (5 и 25 стр.).

2595. Министерство Финансовъ. — Департаментъ торговли и мануфактуръ. — Отдѣленіе III. Столъ 2. — 1 мая 1875 года. № 2835. — О разрѣшеніи французскому Обществу: «Société Minière et Industrielle Anonyme» производить въ Россіи каменноугольное и горнозаводское дѣло. d. f. Спб. 1875 (5 стр.).

(Съ соображеніями и условіями относительно устройства рельсоваго пути отъ копей Общества до Константиновской желѣзной дороги).

2596. М. Ф. — Департаментъ торговли и мануфактуръ. — Отд. III. Столъ 2. — 19 апрѣля 1876. № 2221. — О мѣрахъ къ развитію въ Россіи рельсоваго производства. d. f. Спб. 1876 (101 стр.).

(Съ журналами Высоч. учрежденной Комисіи для разсмотрѣнія вопросовъ относящихся до снабженія русскихъ желѣзныхъ дорогъ рельсами, подвижными составомъ и другими принадлежностями, и съ прилож. А, В, В и Г).

2597. Комитетъ Министровъ.—Мая 18 дня 1876 года. № 761. Выписка изъ журнала Комитета Министровъ 4 и 18 мая 1876 года. (Копія). d. f. Спб. 1876 (8 стр.).

(По поводу записки М. Ф. отъ 19 апрѣля за № 2221 (по Деп. торг. и ман.) о мѣрахъ къ развитію въ Россіи рельсового производства). (См. № 2596).

2598. Министерство Финансовъ. — Департаментъ торговли и мануфактуръ.—Отдѣленіе III. Столъ 2.—7 января 1877 г. № 63.—О мѣрахъ къ упроченію въ Россіи внутренняго производства паровозовъ и вообще желѣзнодорожнаго подвижнаго состава. d. f. Спб. 1877 (26 стр.)

2599. Журналъ Высочайше учрежденной Коммисіи для разсмотрѣнія вопросовъ, относящихся до снабженія русскихъ желѣзныхъ дорогъ рельсами и подвижнымъ составомъ.—Засѣданія 23 марта, 20 и 27 апрѣля 1876 года. d. f. Спб. 1876 (61 стр.).

2600. Комитетъ Министровъ.—Февраля 1 дня 1877 г. № 189. Выписка изъ журналовъ Комитета Министровъ 18 февраля и 25 января 1877 г. (Копія). d. f. Спб. 1877 (8 стр.).

(По поводу записки М. Ф. 7 января. № 63, о мѣрахъ къ упроченію въ Россіи внутренняго производства паровозовъ и вообще подвижнаго состава).

2601. Министерство Путей Сообщенія. — Департаментъ желѣзныхъ дорогъ. — Часть Хозяйственная. — Спб. 23 іюля 1876 года. № 4461.—О правительственномъ заказѣ стальныхъ рельсовъ для желѣзныхъ дорогъ (Въ Комитетъ Министровъ) d. f. Спб. 1876 (18 стр.).

2602. Министерство Путей Сообщенія. — Департаментъ желѣзныхъ дорогъ. — Часть Хозяйственная. — Спб. 19 ноября

1876 года. № 6794.—О разрѣшеніи Новороссійскому Обществу поставить въ 187^{6/7} г. 600 т. пуд. рельсовъ и 20 т. пуд. накладокъ (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. Спб. 1876 (7 стр.).

2603. Министерство Путей Сообщенія. — Департаментъ желѣзныхъ дорогъ.—Часть Хозяйственная.—Спб. 14 октября 1876 года. № 5826.—О разрѣшеніи выписать изъ заграницы вагоны I и II класса, для Обществъ желѣзныхъ дорогъ: Уральской, Фастовской, Оренбургской и Сестрорѣцкой (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. Спб. 1876 (7 стр.).

2604. Записка по поводу вопроса объ участіи земства въ различныхъ промышленныхъ предпріятіяхъ и, между прочимъ, въ постройкѣ желѣзныхъ дорогъ съ гарантіею отъ Земства. d. f. Спб. 1869 (5 стр. и 6 прил.).

Прил. 1. Мин. Внут. Дѣль. Деп. Хозяйственный.—Отд. I. Столъ 2.—10 апрѣля 1869 года. № 114. — Объ участіи Земства въ промышленныхъ предпріятіяхъ. d. f. (15 стр.).

2. Мин. Путей Сообщенія—Деп. жел. дор.—Отд. Искусств. Столъ I.—18 августа 1869 г. № 948.—Письмо Бар. Дельвинга къ Бар. К. К. Ренненкампу. d. f. (2 стр.)

3. Мин. Фин.—Департ. торг. и мануф.—Отд. 3. Столъ 2.—10 октября 1869 года. № 5812.—Письмо Министра Финансовъ Г. Государственному Секретарю. d. f. (8 стр.).

4. Мин. Внутр. Дѣль.—Департ. Хозяйственный.—Отд. III. Столъ 2. 26 ноября 1869 г. № 10762. — Г. Государственному Секретарю. — Съ возвращеніемъ отзывовъ Министровъ: Финансовъ, за № 5812, и Путей Сообщенія за № 948, объ участіи земствъ въ промышленныхъ предпріятіяхъ. d. f. (2 стр.).

5. Извлеченіе изъ нѣкоторыхъ законодательствъ и сочиненій о власти мѣстныхъ общественныхъ учреждений. 8^о (17 стр.)

6. Справка о желѣзнодорожныхъ концессіяхъ, съ гарантіею Земства. d. f. (5 стр.).

2605. Извлечение из приговоровъ новыхъ судебныхъ мѣстъ, по дѣламъ объ отвѣтственности желѣзнодорожныхъ и паровозныхъ Обществъ за несчастные случаи на дорогахъ, а также и лицъ, непосредственно виновныхъ въ сихъ случаяхъ. 1874 г. d. f. (32 стр.).

2606. Объяснительная записка къ сборнику извлеченій изъ приговоровъ. d. f. (11 стр.).

2607. Письмо Министра Путей Сообщенія, Графа А. П. Бобринскаго, Товарищу его Н. Н. Селифонову. 4 августа 1873 года. d. f. Спб. 1873 (29 стр.).

2608. Записка Директора Департамента желѣзныхъ дорогъ, съ проектомъ Положенія о Департаментѣ желѣзныхъ дорогъ. d. f. Спб. (4 стр.).

2609. Записка (его же) съ проектомъ новаго штата Департамента желѣзныхъ дорогъ. 20 октября 1873 года. d. f. Спб. 1873 (2 стр.).

2610. Записка Инженера Статскаго Совѣтника Салова, по вопросамъ о взаимныхъ отношеніяхъ Техническаго Комитета къ Департаментамъ желѣзныхъ дорогъ и шоссеиныхъ и водяныхъ сообщеній, и о томъ не слѣдуетъ ли замѣнить нынѣ существующіе Технические Комитеты особымъ искусственнымъ Департаментомъ. d. f. Спб. 1873 (7 стр.).

2611. Соображенія о порядкѣ регистраціи и храненіи находящихся въ Чертежной Техническо-Инспекторскаго Комитета желѣзныхъ дорогъ картъ, плановъ, рисунковъ, чертежей и геодезическихъ инструментовъ. Начальника чертежной Инженера Савловскаго. Съ образцомъ каталога. d. f. (2 стр. и 5 листовъ).

2612. Проектъ Положенія о Совѣтѣ Инспекторовъ. Инженера Д. С. С. Шумскаго. d. f. (5 листовъ).

2613. О мѣстныхъ Инспекторахъ желѣзныхъ дорогъ, находящихся въ эксплуатаціи. Съ распредѣленіемъ строящихся и открытыхъ желѣзныхъ дорогъ по раіонамъ и округамъ. d. f. (6 стр. и 2 листа).

2614. Проектъ Положенія о центральныхъ учрежденіяхъ Министерства Путей Сообщенія. 1874 г. d. f. Спб. 1874 (50 стр.).
(Съ объясненіями по поводу нѣкоторыхъ статей).

2615. Тоже. 1874 г. d. f. Спб. 1874 (33 стр.).

2616. Замѣчанія Комисіи къ нѣкоторымъ статьямъ проекта Положенія о центральныхъ учрежденіяхъ Министерства Путей Сообщенія, а также и отдѣльныя мнѣнія членовъ ея, по вопросамъ возбуждившимъ разномысліе. d. f. (25 стр.).

2617. Объяснительная записка къ штатамъ центральныхъ учреждений Министерства Путей Сообщенія. d. f. (8 стр. и 2 прил.).

(Документы подъ №№ 2607—2617 относятся къ работамъ Комисіи по предполагавшемуся преобразованію Министерства, въ 1873 году).

2618. Докладъ Техническо-Инспекторскаго Комитета желѣзныхъ дорогъ. — Министерство Путей Сообщенія. — 11 августа 1872 года. №... О сѣздахъ. *Рукопись*. d. f. (4 листа).
(Подписаль завѣдывающій дѣлопроизводствомъ по Инспекторской части, ревизоръ *Степановъ*).

2619. Соображенія Комисіи, избранной Общимъ Сѣздомъ для разработки вопроса о пользованіи чужимъ подвижнымъ составомъ 8^о... (6 стр.).

2620. Труды Комисіи назначенной Сѣздомъ представителей русскихъ желѣзныхъ дорогъ, по вопросу объ учрежденіи пенсіонныхъ кассъ.—Замѣтка о значеніи закона большихъ чиселъ по приближенію его къ оборотамъ эмеритальныхъ кассъ. — Проектъ устава взаимнаго обезпеченія и вспомоствованія желѣзнодорожныхъ служащихъ и ихъ семействъ. 4°. Спб. 1876 (2, 6 и 35 стр.).

2621. Труды Комисіи, назначенной Сѣздомъ представителей русскихъ желѣзныхъ дорогъ, по вопросу объ учрежденіи пенсіонныхъ кассъ. 4°. Спб. 1875 (2, 2, 2, 11, 4, 17, 7, стр. 23 прил. и 17 стр.).

(Съ проектомъ нормальнаго устава Пенсіонной Кассы для желѣзнодорожныхъ служащихъ.)

2622. Положеніе объ управленіи NN желѣзной дороги.—Издано по распоряженію Комисіи, учрежденной 7-мъ Общимъ Сѣздомъ представителей русскихъ желѣзныхъ дорогъ. 4°. Спб. 1876 (100+11+6 стр., съ тремя формами).

2623. Записка объ устройствѣ Центрального Счетоводства въ обществахъ желѣзныхъ дорогъ.—Составлена въ 1876 г. (.) по порученію Комисіи представителей Общаго Сѣзда русскихъ желѣзныхъ дорогъ. Р. С. Поплавскимъ. 8°. Спб. 1877 (2+3+197 стр., съ двумя формами).

2624. Правила счетоводства и отчетности по оборотамъ желѣзно-дорожныхъ Обществъ. d. f.... (11 стр. и 13 формъ).

2625. Проектъ счетоводства подвижнаго состава и тяги.—Составленъ въ 1876 году (.) по порученію Комисіи представителей Общаго Сѣзда русскихъ желѣзныхъ дорогъ. А. А. Бергомъ, Начальникомъ счетоводства подвижнаго состава Николаевской желѣзной дороги. 8°. Спб. 1877 (56 стр.).

2626. Формы бланковъ къ проекту счетоводства подвижнаго состава и тяги.—Составлены въ 1876 году (.) по порученію Комисіи представителей Общаго Сѣзда русскихъ желѣзныхъ дорогъ (.) А. А. Бергомъ и проч. *Литогр.* d. f. (31 листъ, съ 18+19+28 бланками).

2627. Правила составленія, рассмотрѣнія, утвержденія и исполненія смѣтъ эксплуатаціи русскихъ желѣзныхъ дорогъ. 4°. . . . (16+5 стр.).

2628. желѣзная дорога. Общія данныя къ смѣтѣ доходовъ и расходовъ на 18.... годъ.—Смѣта доходовъ на 18. . . годъ.—Смѣта расходовъ на 18.... годъ. 4°. . . (6+7+36 листовъ).
(Проектъ формы для смѣты).

2629. Сводъ мнѣній Совѣщанія Директоровъ отъ Правительства при Обществахъ желѣзныхъ дорогъ, за 1874 годъ. d. f. obl. Спб. (45 стр.).

2630. Протоколъ засѣданій четырнадцатаго сѣзда представителей желѣзныхъ дорогъ 3-ей группы, происходившихъ въ Москвѣ 17—21 февраля 1876 г. 4° Москва. 1876 (37 стр. и одно прил.).

2631. Конвенція о прямомъ товарномъ и пассажирскомъ сообщеніи между желѣзными дорогами 3-й группы. 8°. Спб. 1876 (202+VI стр.).

2632. Протоколъ Частнаго Соглашенія дорогъ С.-Петербурго-Варшавской, Ландварово-Роменской, Кіево-Брестской, Курско-Кіевской, состоявшагося въ С.-Петербургѣ, 6 января 1876 года. *Литогр.* d. f. (15 стр.).

2633. Протоколъ конференціи по дѣламъ сухопутно-морскаго съ Москвою, чрезъ Ревель, сообщенія. С.-Петербургъ. ⁵/₁₇ марта 1876 г. *Литопр.* d. f. (6 стр.).
2634. Конвенція о прямомъ товарномъ сообщеніи между желѣзными дорогами: Николаевскою, Московско-Нижегородскою и Шуйско-Ивановскою. 8°. Москва. 1871 (59 стр.).
2635. Договоръ о прямомъ товарномъ сообщеніи между главнымъ Обществомъ російскихъ желѣзныхъ дорогъ (по С.-Петербурго-Варшавской линіи), съ Бресто-Граевскою, Кіево-Брестскою и Одесскою желѣзными дорогами, по направленію между С.-Петербургомъ и Одессою. *Литопр.* d. f. 1873 (198 стр.).
(Съ протоколомъ уполномоченныхъ этихъ дорогъ).
2636. Конвенція о взаимномъ пользованіи и обмѣнѣ товарныхъ вагоновъ между желѣзными дорогами: съ одной стороны—С.-Петербурго-Варшавскою, а съ другой — Риго-Динабургскою, Динабург-Витебскою, Орловско-Грязскою, Грязе-Царицынскою, Московско-Брестскою, Ландварово-Роменскою и Либавскою (Проектъ). *Литопр.* d. f. 1875 (28 стр.).
2637. Протоколъ Комиссіи по вопросу о пересмотрѣ тарифа и договора о прямомъ Ревеле-Московскомъ сообщеніи, отъ 23 октября 1870 г.—С.-Петербургъ, 27 марта 1876 г. *Литопр.* d. f. (9 стр.).
(Съ печатнымъ проектомъ „Тарифа прямаго сообщенія между Москвою и Ревелемъ“. 4°. Спб. 1876 (17 стр.).
2638. Тарифъ на перевозку товаровъ въ прямомъ сообщеніи дорогъ 1-ой группы: Грязе-Царицынской, Динабург-Витебской, Московско-Брестской, Орловско-Грязской, Риго-Динабургской. 12°. Рига 1876 (38 стр., 5 прил. и 16 стр.).

2639. Нѣмецко-Русскій союзъ прямаго сообщенія.—Переводъ съ протокола, состоявшагося въ Гамбургѣ ²⁷/₁₅—²⁹/₁₇ октября 1874 г. *Литопр.* d. f. (86, 14, 3 и 14 стр.).
(Съ приложеніемъ доклада состоящаго при Совѣтѣ (Г. О. рос. ж. д.) Ревизоромъ, г. Перля, о результатахъ занятій Конференціи, бывшей въ Гамбургѣ ¹⁵/₂₈ октября с. г. (1874), для окончательнаго устройства новаго Русско-Германскаго сообщенія. *Литопр.* (33 стр., съ прилож.).
2640. Протоколъ Конференціи между представителями русскихъ дорогъ, участвующихъ въ прямомъ Русско-Германскомъ сообщеніи. Засѣданіе 19 ноябля 1874 г. *Литопр.* d. f. (10 стр.).
2641. Протоколъ Конференціи, состоявшійся въ Кельнѣ ²⁴/₁₂—²⁵/₁₃ мая 1875 года, по дѣламъ Русско-Нѣмецко-Бельгійско-Французскаго сообщенія (Переводъ). *Литопр.* d. f. (13 стр., съ 2 прил.).
2642. Русско-Германскій желѣзно-дорожный союзъ.—Протоколъ Общей Конференціи, бывшей въ Дрезденѣ ¹⁶/₂₈—¹⁸/₃₀ июня 1875 г. *Литопр.* d. f. Спб. (55 стр.).
2643. Протоколъ Конференціи по дѣламъ претензій прямаго Русско-Германскаго сообщенія.—Дрезденъ, ²⁴/₁₂—³⁰/₁₀ июня 1875 г. (Переводъ). *Литопр.* d. f. (25 стр.).
2644. Протоколъ Конференціи по дѣламъ прямаго Русско-Нѣмецко-Бельгійско-Французскаго сообщенія. Висбаденъ ¹⁴/₂₆ октября 1875 г. (Переводъ). *Литопр.* d. f. (9 стр.).
2645. Русско-Германскій желѣзно-дорожный союзъ.—Протоколъ Конференціи Членовъ Тарифной Комиссіи. Висбаденъ ¹⁴/₂₆—¹⁶/₂₈ октября 1875 г. (Переводъ). *Литопр.* d. f. Спб. 1875 (25 стр. и оглавленіе).
2646. — d. f. Спб. 1875 (30 стр. и два прил.).

2647. Протоколъ засѣданій третьяго сѣзда представителей русскихъ дорогъ Русско-Германскаго желѣзнодорожнаго союза.—Спб. $\frac{4}{16}$ — $\frac{5}{17}$ января 1876 г. *Литопр. d. f.* Спб. 1876 (34 стр.).

2648. Русско-Германскій желѣзнодорожный союзъ. — Протоколъ Конференціи по дѣламъ претензій.—Спб. $\frac{7}{19}$ января 1876 г. (Переводъ). *Литопр. d. f.* Спб. 1876 (3 стр. и вѣдомость—на 23 стр.).

2649. Русско-Германскій желѣзнодорожный союзъ. — Общая Конференція.—Протоколъ 1-й за 1876 г. Спб. $\frac{8}{20}$ — $\frac{12}{24}$ января 1876 г. (Переводъ). *d. f.* Спб. 1876 (59 стр.).

2650.— $\frac{9}{21}$ — $\frac{11}{23}$ февраля 1876 г. (Переводъ). *Литопр. d. f.* (14 стр.).

2651. Протоколъ засѣданія перваго сѣзда представителей русскихъ дорогъ Русско-Венгерско-Австрійскихъ прямыхъ сообщеній. Спб. $\frac{8}{20}$ февраля 1876 г. *d. f.* Спб. 1876 (3 стр.).

2652. Положеніе объ эксплуатаціи желѣзныхъ дорогъ Германіи. 10 іюня 1870 года.—Перевелъ В. Моравекъ. 12°. Спб. 1873 (76 стр. и три формы).

(Положеніе это служитъ основаніемъ всѣхъ конвенцій, заключенныхъ между Русскими и нѣмецкими желѣзными дорогами).

2653. Свѣденія о распредѣленіи русскихъ желѣзныхъ дорогъ по группамъ (1876). *Рукопись. d. f.* (6 листовъ).

(Пересмотрѣны и исправлены Заблѣвающимъ дѣлами Общаго Сѣзда представителей русскихъ ж. д., Ф. Е. Фельдманомъ).

2654. Сводная номенклатура товаровъ, перевозимыхъ по желѣзнымъ дорогамъ (Печатано съ разрѣшенія Г. Министра путей сообщенія). gr. 4°. Спб. 1876 (267 стр.).

2655. Сводъ тарифовъ (.) составленный И. Люблинскимъ, В. Пупышевымъ и Е. Пинето (.) по указаніямъ А. Берга. 4°. 1876 (105 таблицъ; 22+IV+II стр.).

(1. Таблицы для вычисленія поверстной платы за провозъ товаровъ по тарифамъ русскійскихъ ж. д.—2. Кратчайшія направленія по ж. д. отъ С.-Петербурга, Москвы, Риги, Варшавы, Кіева, Одессы и Ростова-на-Дону до другихъ важнѣйшихъ станцій рос. ж. д. — 3. Указатель станцій рос. ж. д. съ обозначеніемъ разстояній отъ промежуточныхъ до конечныхъ станцій каждой дороги).

2656.—составленный И. Люблинскимъ и В. Пупышевымъ (.) по указаніямъ А. Берга (105 табл.; 22+IV+II стр., и 1 стр. опечатокъ).

2657. Для отправителей и получателей грузовъ по желѣзнымъ дорогамъ справочная, карманная и настольная книга съ указаніемъ: порядка составленія актовъ, подачи заявленій и требованія вознагражденій за пропажу, порчу, несрочную доставку и излишне взятую провозную плату.—Съ приложеніемъ: 1) адресовъ Правленій и Управленій желѣзныхъ дорогъ. 2) Таблицъ наименованій дорогъ и станцій, съ показаніемъ протяженія каждой линіи и разстояній между станціями. 3) 75-ти печатныхъ заявленій о выдачѣ вознагражденій за пропажу, порчу и проч. gr. 12. Воронежъ. . . . (52 стр. и 75 прил.).

2658. Сборникъ статистическихъ свѣдѣній по эксплуатаціи сорока трехъ русскихъ желѣзныхъ дорогъ за 1873 годъ. Изданіе И. Г. фонъ-Дервизъ.—4°. Москва. 1876 года (LXXXIII стр., 6 табл. и 348 стр.).

2659. Извлеченіе главнѣйшихъ свѣдѣній изъ обзора вѣншей торговли Россіи за 1874 годъ, съ приложеніемъ графическихъ таблицъ и карты, показывающихъ общее

движеніе вѣдѣній торговли. 4°. Спб. 1875 (109 стр., съ 3 граф. табл. и картою).

(Въ числѣ приложений: двадцать шесть таблицъ, показывающихъ количество грузовъ, перевезенныхъ «по желѣзнымъ дорогамъ» къ портамъ и пограничнымъ пунктамъ,—съ пояснительною запискою).

2660. Валовой сборъ сѣти желѣзныхъ дорогъ (1876). Печатано по распоряженію Статистическаго Отдѣла Министерства путей сообщенія. fol. Спб. 1876—77 (12 лист.). (Помѣсячно, съ соответствующими цифрами 1875 года).

2661. Б. (А). Общія свѣдѣнія и выводы относительно главныхъ результатовъ эксплуатаціи сѣти русскихъ желѣзныхъ дорогъ въ 1874 году. 4°. Спб. 1876 (16 стр.). (Съ свѣдѣніями о развитіи сѣти русскихъ ж. д. и о нѣкоторыхъ результатахъ ихъ эксплуатаціи за 1860—74 гг.).

2662.—въ 1875 году (съ примѣчаніями и приложеніями). 4°. Спб. 1877 (22 стр.).

Прил. I. Свѣдѣнія о распредѣленіи русскихъ желѣзныхъ дорогъ по группамъ, для прямого пассажирскаго и товарнаго сообщенія, къ исходу 1876 года.

Прил. II. Свѣдѣнія о послѣдовательномъ открытіи русскихъ желѣзныхъ дорогъ, по годамъ, съ 1836 по 1876 годъ, включительно.

Прил. III. Свѣдѣнія о развитіи сѣти русскихъ желѣзныхъ дорогъ и о нѣкоторыхъ результатахъ ихъ эксплуатаціи, за 1856—1875 годы (исключая Финляндскихъ желѣзныхъ дорогъ).

2663. Stein (A). Les stations des chemins de fer russes par rapport au mouvement des marchandises en 1873. 8°. St.-Pet. 1875 (4 стр. б. н.).

2664. Die Entwicklung des russischen Eisenbahnwesens in den Jahren 1871—73. 8°. St.-Pet. 1874 (15 стр.).

(Изъ журнала: «Russische Revue. Monatsschrift für die Kunde Russlands. Herausgegeben von Carl Röttger. — III Jahrgang — 6 Heft (n. 552—556).

2665. Der Güterverkehr auf den russischen Eisenbahnen im Jahre 1873 8°. St.-Pet. 1874 (11 стр.). (Оттуда же. IV Jahrgang—II Heft (s. 436—445).

2666. Вѣстникъ желѣзныхъ дорогъ и пароходства, 1876. № 1—51 (3 января—26 іюня). 4°. Спб. 1876.

(Съ № 48 „Вѣстникъ“ перешелъ въ собственность Редактора-Издателя „Финансоваго Обозрѣнія“).

2667. Финансовое Обозрѣніе. Вѣстникъ желѣзныхъ дорогъ и пароходства. Газета государственнаго и народнаго хозяйства. 1876. № 78—144 (4 іюля—29 декабря). fol. Спб. 1876.

(Съ іюля мѣсяца „Финансовое Обозрѣніе“ и „Вѣстникъ желѣзныхъ дорогъ и пр.“ (№ 2666) слились въ одно изданіе).

2668. «Спутникъ» по русскимъ желѣзнымъ дорогамъ.—Росписаніе хода мѣстныхъ поѣздовъ и маршруты прямыхъ сообщеній.—Лѣтнее движеніе 1876 г.—Изданіе редакціи «Вѣстника желѣзныхъ дорогъ и пароходства». Второй выпускъ.—12°. Спб. 1876 (LVI+177 стр. и одно приложеніе).

(Съ особымъ прибавленіемъ: „Рейсы пароходовъ“).

2669.—Зимнее движеніе 1876—1877 гг. Третій выпускъ. 12° Спб. 1876 (185 стр., съ прилож. и картою).

2670. Схема зимняго движенія по русскимъ желѣзнымъ дорогамъ. Зима 1876—1877 г. *Автогр. gr.* fol. (1 листъ).

В. Желѣзныя дороги въ частности.

Балтійская желѣзная дорога.

2671. Сборникъ приказовъ и циркуляровъ Управляющаго Балтійскою желѣзною дорогою, изданныхъ съ открытія эксплуатаціи (.) т. е. съ 24 октября 1870 по 1 января 1872 г. 8°. Спб. 1876 (XVI + 159 стр.).

— Балтійская желѣзная дорога.

2672. Сборникъ приказовъ и циркуляровъ Управляющаго Балтійскою желѣзною дорогою, изданныхъ въ теченіе 1872 года. 8°. Спб. 1877. (XIII+155 стр.).

2673. —и предписаній начальниковъ службъ Балтійской желѣзной дороги, изданныхъ въ теченіе 1873 года. 8°. Спб. 1877 (XXIV + 436 стр.).

2674. —въ теченіе 1874 года. 8°. Спб. 1877 (XX+430 стр.).

2675. —въ теченіе 1875 года. 8°. Спб. 1877 (372 стр.).

2676. Отчетъ Правленія Общества Балтійской желѣзной дороги за 1875 годъ. 4°. Спб. 1876 (8 стр. и 15 прил.).

2677. Смета приходовъ и расходовъ дѣйствія Балтійской желѣзной дороги на 1877 годъ. 4°. Спб. 1876 (21+2 стр.).

Бресто-Граевская желѣзная дорога.

2678. Временной договоръ Правленія Общества Бресто-Граевской желѣзной дороги съ Совѣтомъ Главнаго Общества российскихъ желѣзныхъ дорогъ. Литогр. d. f. 1873 (52 стр.).

2679. Военскій постанціонный тарифъ Бресто-Граевской желѣзной дороги. —1876 г. —(Утвержденъ Г. Министромъ Путей Сообщенія 22 января 1876 года). 4°. Спб. 1876 (8 листовъ).

2680. Отчетъ Правленія Общества Бресто-Граевской желѣзной дороги за 1875 годъ (Второй годовой отчетъ). 4°. Спб. 1876 (39 стр., 6 листовъ и 48 прил.).

Боровичская желѣзная дорога.

2681. Министерство Путей Сообщенія. —Департаментъ желѣзныхъ дорогъ. —Часть Распорядительная. —Спб. 29 января 1876 года. № 747. —Съ проектомъ измѣненій §§ 1, 3, 6, 18 и 25 дѣйствующаго Устава Общества Боровичской желѣзной дороги (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. Спб. 1876 (3 и 2 стр.).

Варшавско-Бромбергская желѣзная дорога.

2682. Измѣненія §§ 1, 2, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 39, 40, 43, 45 и 47 Устава Общества Варшавско-Бромбергской желѣзной дороги (Проектъ). d. f... (43 стр.).

2683. Отчетъ Управленія Варшавско-Бромбергской желѣзной дороги за 1875 годъ. 4°. Варшава. 1875 (21, 2, 11 и 2 стр.; 52 стр. и XXIV + 1 прил.).

(Съ протоколомъ засѣданія XXVIII обыкновеннаго Общаго Собранія акціонеровъ 15 (27) іюня 1876 года, и тремя приложеніями къ нему).

Варшавско-Вѣнская желѣзная дорога.

2684. Измѣненія §§ 1, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 26, 27, 31, 32, 33, 34, 36, 37, 39, 40, 43, 44 и 46 Устава Общества Варшавско-Вѣнской желѣзной дороги (Проектъ) d. f... (43 стр.).

2685. Отчетъ Управленія Варшавско-Вѣнской желѣзной дороги за 1875 годъ. 4°. Варшава. 1876 (34, 2, 16, 3 и 4 стр.; 64 стр. и XXX прил.).

(Съ протоколомъ XVIII Общаго Собранія акціонеровъ, 14 (26) іюня 1876 года, и четырьмя примѣчаніями къ нему).

Варшавско-Тереспольская желѣзная дорога.

2686. Droga żelazna Warszawsko-Terespolska.—Instrukcyja dla Zawiaadowców stacyi. 8°. Warszawa. 1876 (21 стр.).
2687. — dla Maszynistów i Podmaszynistów. 12°. Warszawa. 1875 (20 стр.).
- 2688.—dla zwrotniczego. 16°. Warszawa. 1875 (7 стр.).
- 2689.—Instrukcyja o sygnałach elektrycznych dzwonkowych. 12°. Warszawa. 1875 (27 стр., съ 2 прил.).
- 2690.—o sygnałach optycznych. 12°. Warszawa. (3 стр. и 5 лист. черт.).
- 2691.—dotycząca używania i obsługi sygnałów dyskowych przy stacyach. 12°. Warszawa. 1875 (7 стр.).
- 2692.—użycia petard jako sygnałów. 12°. Warszawa. 1875 (8 стр.).
2693. Instrukcyja dla służby drogi żelaznej Warszawsko-Terespolskiej o rodzaju, znaczeniu i użyciu sygnałów. 12°. Warszawa. 1876 (10 стр.).
2694. Przepisy o premijach za oszczędność użycia paliwa i smaru. 12°.... (6 стр. и 2 прил.).
- 2694^{bis}. Instrukcyja ogólna dla rewidenta taboru. 8°. Warszawa. 1871 (12 стр.).
- 2695.—dla rewidentów wagonów dr. żel. W. T. 12°.... (18 стр.).
- 2696.—dla ustawicieli pociągów dr. żel. W. T. 12°.... (7 стр.).
- 2697.—dla poborców dr. żel. W. T. 12°. Warszawa. 1876. (39 стр.).
- 2698.—dla Nadkonduktorów dr. żel. W. T. 12°. Warszawa. 1875 (13 стр.).

— Варшавско-Тереспольская желѣзная дорога.

- 2699.—dla Starszych Konduktorów i Konduktorów dr. żel. W. T. 12°. Warszawa. 1875 (21 стр.).
- 2700.—dla dozorców dr. żel. W. T. 12°. Warszawa. 1875 (12 стр.).
- 2701.—dla rzemieślników i robotników pracujących w Warsztatach dr. żel. W. T. 12°. Warszawa. 1870 (11+1 стр.).
2702. Zbiór rozporządzeń dopełniających przepisy i instrukcyje dr. żel. W. T. 8°. Warszawa. 1870 (137 стр.).
2703. Тарифъ для взиманія платежей на Варшавско-Тереспольской желѣзной дорогѣ. 12°. Варшава. 1876 (65 стр.).
2704. Тарифъ для взиманія платежей на Варшавско-Тереспольской желѣзной дорогѣ за провозъ войскъ и военныхъ принадлежностей. 8°. Варшава. 1870 (63 стр.).
2705. Отчетъ по постройкѣ и эксплуатаціи Варшавско-Тереспольской желѣзной дороги за 1875 годъ. 4°. Варшава. 1876 (115 стр. и XXIV + 2 прил.).
(Съ отчетомъ Эмеритальной Кассы за 1875 годъ).

Волго-Донская желѣзная дорога.

2706. Проектъ измѣненій Устава Волго-Камскаго Общества желѣзной дороги и пароходства. d. f. Спб. 1873 (25 стр.).
(Объ измѣненіяхъ въ дѣйствующемъ Уставѣ 1865 года).
2707. Отчетъ Правленія Волго-Донскаго Общества по желѣзной дорогѣ за 1875 годъ. 4°. Спб. 1876 (37 стр. и XX + 2 прил.).

Воронежско-Ростовская (бывшая) желѣзная дорога.

2708. Министерство Финансовъ.—Департаментъ торговли и мануфактуръ.—Отдѣленіе III. Столъ 2. 13 марта 1871 г. № 1295.—Относительно измѣненія размѣра акціонернаго и облигаціоннаго капиталовъ Воронежско-Грушевой желѣзной дороги d. f. Спб. 1871 (5 стр.).

Гангеудская желѣзная дорога.

2709. Общія свѣденія относительно перевозочныхъ средствъ и главныхъ результатовъ эксплуатаціи Гангеудской желѣзной дороги въ 1875 году. (До и послѣ $\frac{19 \text{ апрѣля}}{1 \text{ мая}}$). *Рукопись*. 4°. (7 листовъ).
(Сообщены Начальникомъ Правительственныхъ желѣзныхъ дорогъ вл. Финляндіи. См. № 2882).

Главное Общество Россійскихъ желѣзныхъ дорогъ.

2710. Министерство Внутреннихъ Дѣлъ.—Департаментъ Хозяйственный.—Отдѣленіе II. Столъ 2. 6 октября 1871 г. № 228.—Объ отклоненіи ходатайства Херсонскаго Земства объ обмѣнѣ облигацій Главнаго Общества Россійскихъ желѣзныхъ дорогъ на закладные листы Херсонскаго Земскаго Банка. d. f. Спб. 1871 (2 стр.).
2711. Правила перевозки динамита по желѣзнымъ дорогамъ Главнаго Общества Россійскихъ желѣзныхъ дорогъ (Утверждено 24 сентября 1875 года). *Литопр.* d. f. (8 стр.).
2712. Правила о возобновленіи утраченныхъ акцій и облигацій Главнаго Общества Россійскихъ желѣзныхъ дорогъ. (Высоч. утверждены въ 20 день февраля 1876 года). 12°. Спб. 1876 (8 стр.).

— Главное Общество Россійскихъ желѣзныхъ дорогъ.

2713. Докладъ Техническаго Отдѣленія 24 іюля 1873 года № 338.—О составленіи инвентарныхъ описей имуществу составляющему необходимую принадлежность С.-Петербургско-Варшавской и Московско-Нижегородской дорогъ, которыя, на основаніи § 3 Устава, должны быть представлены Правительству. *Литопр.* d. f. (28 стр., съ восемью формами).
2714. Доклады (Д. С. С. Шисудскаго) 12 декабря 1875 г. (съ мнѣніемъ членовъ Совѣта, Н. И. Колесова и Н. О. Дунина), и 13 января 1876 года (съ мнѣніемъ Члена Н. О. Дунина)—о ходѣ дѣла по составленію инвентарей имуществу Главнаго Общества. *Литопр.* d. f. (19 и 5 стр.).
2715. Донесеніе Ревизіонной Коммисіи назначенной $^{15}/_{27}$ мая 1875 года Общимъ Собраніемъ акціонеровъ Главнаго Общества Россійскихъ желѣзныхъ дорогъ для разсмотрѣнія Отчета за 1874 годъ. 4°. Спб. 1876 (23 стр. и 1 стр.).
2716. Отчетъ Совѣта Управленія Главнаго Общества Россійскихъ желѣзныхъ дорогъ за 1875 г. 4°. Спб. 1876 (б. н.).
2717. Г. О. Россійскихъ желѣзныхъ дорогъ.—Статистика движенія и выручки по всѣмъ тремъ линіямъ Общества за 1875 годъ.—G. S. des chemins de fer russes.—Statistique du mouvement et des recettes etc. fol. Спб. 1876 (6 + 6 + 6 таблицъ).
2718. Г. О. Россійскихъ желѣзныхъ дорогъ. Сметы приходо- и расходовъ на 1877 годъ. *Литопр.* d. f. 1876 (11 + 7 + 21 + 17 + 49 + 41 + 71 + 11 + 5 + 15 + 11 + 2 + 13 + 8 + 11 + 11 + 9 + 5 + 9 + 5 + 1 + 10 стр.).

Грязе-Царицынская желѣзная дорога.

2719. Министерство Путей Сообщенія.—Департаментъ желѣзныхъ дорогъ.—Часть Распорядительная.—Спб. 15 Апрѣля 1876 года № 2277.—О предоставленіи Обществу Грязе-Царицынской желѣзной дороги сооруженія и эксплуатаціи восточнаго участка Донецкой линіи и Баскунчакской дороги, съ присоединеніемъ къ сему Обществу Волго-Донской желѣзной дороги (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. Спб. 1876 (11 стр.).

(Съ приложеніемъ: а) проекта Устава Царицынско-Донской ж. д. (47 стр.); б) разцѣпочныхъ вѣдомостей и техническихъ условій восточнаго участка Донецкой линіи (12 и 25 стр.), и в) Баскунчакской ж. д. (10 и 21 стр.).

2720. Заключение Ревизіонной Коммисіи по Отчету Правленія Общества Грязе-Царицынской желѣзной дороги Борисоглѣбскаго земства за 1872 годъ. 8°. Спб. 1873 (11 стр.).

2721. Докладъ Ревизіонной Коммисіи по отчету Правленія Общества Грязе-Царицынской желѣзной дороги за 1875 г. 8°. Спб. 1876 (10 стр.).

2722. Отчетъ Правленія Общества Грязе-Царицынской желѣзной дороги Борисоглѣбскаго земства за 1875 годъ. 4°. Спб. 1876 (49 стр. и 34 прил.).

2723. Смѣта доходовъ и расходовъ по эксплуатаціи Грязе-Царицынской желѣзной дороги на 1877 годъ. 4°. Спб. 1876 (12 листовъ).

2724. Пояснительная записка къ смѣтѣ доходовъ и расходовъ по эксплуатаціи Грязе-Царицынской желѣзной дороги на 1877 годъ. 8°. Спб. 1876 (6 стр.).

Динабургско-Витебская желѣзная дорога.

2725. Отчетъ Правленія Динабургско-Витебской желѣзной дороги за 1875 годъ. 4°. Рига. 1876 (16 стр. и XIV прил.).

2726. Смѣта приходоѡ и расходоѡ движенія Динабургско-Витебской желѣзной дороги въ 1877 г. *Рукопись*. d. f. (21 листъ).

Донецкая каменноугольная желѣзная дорога.

2727. Уставъ Общества Донецкой каменноугольной желѣзной дороги (Высоч. утвержденъ въ Январѣ 1876 года). 4°. Спб. 1876 (47 и 3 стр.).

Кіево-Балтская (бывшая) желѣзная дорога.

2728. Министерство Финансовъ.—Департаментъ таможенныхъ сборовъ.—Отдѣленіе II. Столъ 3. 10 Мая 1869 года. № 4596.—О предоставленіи Товариществу Де-Вриеръ и К^о постройки таможенныхъ зданій въ Волочискѣ. (Съ проектомъ контракта) d. f. Спб. 1869 (4 и 2 стр.).

2729. Записка о процентахъ на суммы, несвоевременно уплаченныя по работамъ произведеннымъ Товариществомъ Де-Вриеръ, Шакенъ, Брюно и К^о. d. f. Спб. 1876 (71 стр.).

2730. Журналъ Высочайше учрежденной Коммисіи для предварительнаго разсмотрѣнія претензій, заявленныхъ Товариществомъ Де-Вриеръ и К^о по договору на постройку Кіево-Балтской желѣзной дороги, съ вѣтвями на Бердичевъ и Волочискъ.—Засѣданія 25 Октября, 1, 6, 13 и 29 Полября 1875 года, 6 и 8 Марта 1876 года. d. f. Спб. 1876 (79 и 1 стр.).

Козловско-Тамбовская желѣзная дорога.

2744. Отчетъ Правленія Общества Тамбовско-Козловской желѣзной дороги за 1875 годъ. 8°. Спб. 1876 (30+11 стр. и 2+21 прил.).

Курско-Кіевская желѣзная дорога.

2745. М. Ф.—Канцелярія.—Столъ 5.—25-го ноября 1866 года. № 3752.—По дѣлу о сооруженіи желѣзной дороги отъ Курска за Кіева. d. f. Спб. 1866 (4 стр.).

2746. Отчетъ Правленія Общества Курско-Кіевской желѣзной дороги за 1875 годъ. Седьмой отчетъ по движенію. 4°. Москва. 1876 (39 стр. и XLVI прил.).

Курско-Харьковско-Азовская желѣзная дорога.

2747. Министерство Путей Сообщенія.—Департаментъ желѣзныхъ дорогъ.—Отдѣленіе Искусственное. Столъ 1.—Въ Спб. 17 сентября 1865 г. № 476.—Съ представленіемъ заключенія по проекту условій на устройство Курско-Таганрогской желѣзной дороги (Ком. Мин.). d. f. Спб. 1865 (9 стр.).

2748. Министерство Путей Сообщенія.—Департаментъ желѣзныхъ дорогъ.—Отдѣленіе Искусственное. Столъ 1.—Въ Спб. февраля 1868 г. №.... (Въ Комитетъ гг. Министровъ). d. f. 1868..

(Съ соображеніями и заключеніями относительно представленнаго купцомъ Поляковымъ проекта договора на постройку желѣзной дороги отъ Курска до Харькова и далѣе до Азовскаго моря. Проекта нѣтъ).

— Курско-Харьково-Азовская желѣзная дорога.

2749. Отчетъ Правленія Общества Курско-Харьково-Азовской желѣзной дороги за 1875 годъ. 4°. Спб. 1876 (76 + 7 стр. и 60 прил.).

2750. Смѣта доходовъ и расходовъ по Курско-Харьково-Азовской дорогѣ на 1877 годъ. d. f. Харьковъ.

Въ ней заключаются частныя смѣты.

- 1) Доходовъ (по мѣсяцамъ).
- 2) По управленію дороги (съ 5 прил.).
- 3) По службѣ ремонта пути (съ 8 прил.).
- 4) По движенію (съ 11 прил.).
- 5) По подвижному составу и тяги (съ 22 прил.).
- 6) По магазинному отдѣленію (съ 3 прил.).
- 7) По службѣ топлива (съ 3 прил.).

Ландварово-Роменская желѣзная дорога.

2751. Отчетъ Правленія Общества Ландварово-Роменской желѣзной дороги объ эксплуатаціи 1875 года. 4°. Москва. 1876 (19 стр. и 34 прил.).

2752. Ландварово-Роменская желѣзная дорога.—Общія данныя къ смѣтѣ доходовъ и расходовъ на 1877 годъ. Смѣта доходовъ... Смѣта расходовъ. 4° (5 + 7 + 17 листовъ). (Съ рукописными дополненіями).

Либавская желѣзная дорога.

2753. Министерство Финансовъ.—Канцелярія.—Столъ 5. 22 іюля 1875 года. № 2464.—По предположенію о соединеніи Либавской желѣзной дороги съ одною изъ сосѣднихъ дорогъ. d. f. Спб. 1875 (31 стр.).

2754.—4 декабря 1875 года. № 3572.—Съ дополнительными свидѣніями о соединеніи Либавской желѣзной дороги съ одною изъ сосѣднихъ дорогъ. d. f. Спб. 1875 (22 стр.).

— Либавская желѣзная дорога.

2755. Министерство Финансовъ. — Канцелярія. Столъ 5. — 28 января 1876 года. № 256. — Съ дополнительными свѣдѣніями по предположенію о соединеніи Либавской желѣзной дороги съ дорогою Ландварово-Роменскою. d. f. Спб. 1876 (17 стр.).

2756. — 10 апрѣля 1876 года. № 1226. — О приобрѣтеніи казною акцій Общества Либавской желѣзной дороги и о закрытіи сего Общества d. f. Спб. 1876 (13 стр.).

2757. Отчетъ по эксплуатаціи Либавской желѣзной дороги съ 1 января 1875 г. по 1 января 1876 г. 4°. Спб. 1876 (4 + 35 стр. и 3 + XXIII пр.).

2758. Либавская желѣзная дорога. — Общія данныя къ смѣтѣ доходовъ и расходовъ на 1877 годъ. Смѣта доходовъ. Смѣта расходовъ. 4°. (5 + 7 + 17 листовъ).
(Съ рукописными дополненіями).

Ливенская (узкоколейная) желѣзная дорога.

2759. Общія свѣденія относительно перевозочныхъ средствъ и главныхъ результатовъ эксплуатаціи Ливенской узкоколейной желѣзной дороги въ 1875 году. *Рукопись*. 4°. (3 листа).
(Сообщены Директоромъ дороги).

Лодзинская (фабричная) желѣзная дорога.

2760. Отчетъ Совѣта Управленія Лодзинской фабричной желѣзной дороги за 1875 г. — Десятый годъ эксплуатаціи. — Представленный въ Общемъ Собраніи акціонеровъ

— Лодзинская (фабричная) желѣзная дорога.

16 (28) іюня 1876 года. 4°. Варшава. 1876 (24 стр., XIV прил. и листъ опечатокъ).

(Съ приложеніемъ протокола XII-го Общаго Собранія акціонеровъ Лодзинской фабричной желѣзной дороги 16 (28) іюня 1876 года (2 стр.), и Отчета Ревизіонной Коммисіи, избранной для повѣрки книгъ и счетовъ эксплуатаціи Лодзинской фабричной желѣзной дороги за 1875 годъ (3 стр.)).

2761. Смѣта приходовъ и расходовъ дѣйствія Лодзинской фабричной желѣзной дороги въ 1877 году. 4°. ... (12 листовъ).
(Съ рукописными цифрами).

Лозово-Севастопольская желѣзная дорога.

2762. Отчетъ Лозово-Севастопольской желѣзной дороги за 1875 годъ (Второй отчетный годъ). 4°. Спб. 1876 (27 стр. и 21 + 1 прил.).

Митавская желѣзная дорога.

2763. Отчетъ Правленія Общества Митавской желѣзной дороги за 1875 г. 4°. Либава. 1876 (20 стр. и XVII прил.).

Моршанско-Сызранская желѣзная дорога.

2764. Министерство Путей Соошченія. — Департаментъ желѣзныхъ дорогъ. — Часть Распорядительная. — Спб. 6 мая 1876 г. № 2807. — Объ измѣненіи и дополненіи §§ 8, 18, 25 и 26 дѣйствующаго Устава Общества Моршанско-Сызранской желѣзной дороги (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. Спб. 1876 (3 и 2 стр.).

(Съ проектомъ измѣненій и дополненій).

— Моршанско-Сызранская желѣзная дорога.

2765. Разцѣлочная вѣдомость Моршанско-Сызранской желѣзной дороги. (Утверж. по журналу Техн. Инсп. Комитета 20 іюня 1872 года. № 488). d. f. Спб. 1872 (22 стр., съ приложеніями).
(Приложеній не имѣется).

2766. Отчетъ Правленія Общества Моршанско-Сызранской желѣзной дороги за 1874—1875 г. 4°. Спб. 1876 (64 стр. и 51 прил.).

Московско-Брестская желѣзная дорога.

2767. Разцѣлочная вѣдомость Московско-Брестской желѣзной дороги. 2 участка. Линія отъ Смоленска до Бреста. Утвержд. по докладу Деп. жел. дор. 10 мая 1870 года, № 288. 8°. Спб. 1871 (39 стр., съ прил.).

2768. Положеніе о пенсіонной и ссудо-вспомогательной кас-сѣ для служащихъ въ Обществѣ Московско-Брестской желѣзной догоги (Проектъ). 4°. Спб. 1872 (12 стр.).

2769. Министерство Финансовъ. — Канцелярія. — Столъ 5. 14 апрѣля 1876 года. № 1264. — О приведеніи Московско-Брестской желѣзной дороги въ положеніе соотвѣтствующее потребностямъ торговаго движенія и военнымъ надобностямъ. d. f. Спб. 1876 (20 стр., съ прил.).
(Записка Министра Финансовъ и Министра Путей Сообщенія, съ приложеніемъ: а) разцѣлочной вѣдомости дополнительнымъ работамъ на Московско-Брестской желѣзной дорогѣ (7 листовъ), и б) условій, на которыхъ Общество дороги принимаетъ ихъ къ исполненію).

2770. Докладъ Правленія Общества Московско-Брестской желѣзной дороги Общему Собранію гг. акціонеровъ 31 мая 1872 года. 4°. Спб. 1872 (7 стр.).

— Московско-Брестская желѣзная дорога.

2771. Докладъ Ревизіонной Коммисіи избранной Общимъ Собраніемъ гг. акціонеровъ 14 ноября 1871 года, по отчету Правленія Общества Московско-Брестской желѣзной дороги съ 20 сентября 1870 по 31 декабря 1871 года. 4°. Спб. 1872 (8 стр.).

2772. Отчетъ Правленія Общества Московско-Брестской желѣзной дороги за 1875 годъ. Пятый отчетъ по движенію. 4°. Спб. 1876 (67 стр. и XXXV прил.).

Московско-Курская желѣзная дорога.

2773. Министерство Путей Сообщенія. — Департаментъ желѣзныхъ дорогъ. — Канцелярія. — Въ Спб. 20 мая 1870 года. № 725. — Объ утвержденіи представляемаго росписанія служащихъ на Московско-Курской и Одесско-Кременчугской желѣзной дорогѣ, по классамъ должностей и по разрядамъ пенсій. d. f. Спб. 1870 (3 и 2 стр.).

2774. Министерство Финансовъ. — Департаментъ Государственнаго Казначейства. — Пенсон. Отд. Столъ 4. 25 іюля 1870 года. № 3461. — Съ соображеніями и заключеніями по поводу вопроса о присвоеніи служащимъ на Московско-Курской и Одесско-Кременчугской желѣзной дорогѣ должностей и пенсіонныхъ разрядовъ. d. f. 1870. Спб. (2 стр.).

2775. Справка къ представленію Управляющаго Министерствомъ Путей Сообщенія о передачѣ Московско-Курской желѣзной дороги въ распоряженіе частнаго Общества. d. f. Спб. 1871 (5 стр.).

(См. № 1437. Отд. II).

— Московско-Курская желѣзная дорога.

2776. Министерство Путей Сообщенія.—Департаментъ желѣзныхъ дорогъ.—Часть Распорядительная.—Спб. 17 октября 1874 года. № 6162.—О сооружеіи въ г. Курскѣ соединительной вѣтви между станціею желѣзной дороги и городомъ. (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. Спб. 1874 (6 стр.).
(Съ проектомъ резолюціи Комитета Министровъ, сообщеннымъ Министру Путей Сообщенія 14 декабря 1874 г.).

2777. 3 мая 1875 года.—№ 2465. Господину Управляющему дѣлами Комитета Министровъ.—Съ дополнительными соображеніями и заключеніями о предоставленіи Обществу Московско-Курской желѣзной дороги устройства въ г. Курскѣ соединительной вѣтви между станціями желѣзной дороги и городомъ. d. f. Спб. 1875 (15 стр.).

2778. Отчетъ по постройкѣ желѣзной дороги отъ Москвы до Курска. Вѣдомость окончательныхъ счетовъ. 4°. Спб. 1876 (76 стр.).

(Второе изданіе, или—точнѣе—перепечатка документа подъ № 2110 (Отд. II) который былъ напечатанъ въ числѣ *тридцати* экз.).

2779. Положеніе о порядкѣ составленія поѣздовъ, ихъ движенія, требованія и подачи помощи поѣздамъ при остановкѣ ихъ на пути. 16°. Москва 1875 (163 стр.).

2780. Отчетъ Правленія Общества Московско-Курской желѣзной дороги за 1875 годъ. Четвертый отчетъ по движенію. 4°. Москва. 1876 (106 стр. и 29 прил.).

Московско-Мячковская (предполагаемая) желѣзная дорога.

2781. Министерство Путей Сообщенія.—Департаментъ желѣзныхъ дорогъ.—Часть Распорядительная.—Спб. 17 февраля 1876 года. № 1144.—О сооружеіи Московско-Мячковской желѣзной дороги (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. Спб. 1876 (4, 17 и 11 стр.).

(Съ приложеніемъ: Проекта положенія о Товариществѣ Московско-Мячковской желѣзной дороги, и техническихъ условій по сооружеію и эксплуатаціи ея).

Московско-Нижегородская желѣзная дорога.

2782. Главное Общество Россійскихъ желѣзныхъ дорогъ. Линія Московско-Нижегородская.—Сводъ инструкцій.—№№ 1—34. 16°. Москва. 1873—74.

- № 1. О сигналахъ для вѣхъ служащихъ (22 стр.).
- № 2. Главному Инженеру пути и зданій (38 стр.).
- № 3. Начальникамъ дистанцій и ихъ помощникамъ (40 стр.).
- № 4. Инструкція дорожнымъ мастерамъ (33 стр.).
- № 5. Старшимъ рабочимъ и рабочимъ пути (30 стр.).
- № 6. Путевымъ и переѣзднымъ сторожамъ (26 стр.).
- № 7. Стрѣлочникамъ (16 стр.).
- № 8. Начальнику службы движенія (35 стр.).
- № 9. Ревизорамъ движенія (39 стр.).
- № 10. Контролерамъ станціоннаго счетоводства (29 стр., съ прил.).
- № 11. Начальникамъ станцій и кассирамъ (152 стр.).
- № 12. Агентамъ движенія по передачѣ и приѣмкѣ грузовъ прямаго сообщенія (11 стр.).
- № 13. Агентамъ завѣдующимъ вѣтвями (7 стр.).
- № 14. Оберъ-кондукторамъ и кондукторамъ багажнымъ и тормазнымъ (29 стр.).
- № 15. Составителямъ поѣздовъ (17 стр.).
- № 16. Отправленіе и движеніе поѣздовъ (44 стр.).
- № 17. Составленіе поѣздовъ (10 стр.).
- № 18. Служащимъ по телеграфу (52 стр.).
- № 19. Употребленіе вспомогательныхъ телеграфныхъ аппаратовъ (8 стр.).
- № 20. Отопленіе вагоновъ (12 стр.).
- № 21. Движеніе на дрезинахъ (8 стр.).
- № 22. Употребленіе ручныхъ вагончиковъ (6 стр.).

— Московско-Нижегородская желѣзная дорога.

- № 23. Главному Инженеру подвижнаго состава и тяги (45 стр.).
- № 24. Управляющему мастерскими большого ремонта (59 стр.).
- № 25. Начальникамъ участковъ тяги, ихъ помощникамъ и начальникамъ депо (59 стр.).
- № 26. Машинистамъ и ихъ помощникамъ (56 стр.).
- № 27. Смазчикамъ вагоновъ (41 стр.).
- № 28. Служащимъ по малому ремонту вагоновъ (79 стр.).
- № 29. Осмотръ и содержаніе вѣсовъ пожарныхъ инструментовъ (20 стр.).
- № 30. Инструкція старшему машинисту (15 стр.).
- № 31. О движеніи пробныхъ паровозовъ (12 стр.).
- № 32. Главному счетоводу при управленіи (6 стр.).
- № 33. Кассиру хозяйственной кассы управленія (15 стр.).
- № 34. Юрисъ-консульту при управленіи дорогъ (6 стр. и 3 фор.).

2783. Главное Общество Россійскихъ желѣзныхъ дорогъ. —
Линія Московско-Нижегородская. — Сводъ Положеній.
№ 51—99. 8°. Москва. 1873—1874.

- № 51. Составленіе свода инструкцій и положеній по эксплуатаціи (9 стр.).
- № 52. Дѣлопроизводство въ Управленіи дороги (6 стр. и 3 прил.).
- № 53. Контроль сборовъ и отношенія его къ станціямъ (76+III стр.).
- № 54. Станціонное счетоводство (72 стр.).
- № 55. Перевозка по текущему счету съ отправителями (9 стр., съ прил.).
- № 56. Взиманіе дополнительнаго сбора (11 стр.).
- № 57. Контора движенія (16 стр.).
- № 58. Контора претензій (не вытребованные, найденные и излишне оказавшіеся предметы) (12 стр. и 7 прил.).
- № 59. Жалобныя книги на станціяхъ и въ буфетахъ (4 стр.).
- № 60. Жетоны (5 стр.).
- № 61. Бесплатные и льготные билеты (8 стр. и 2 прил.).
- № 62. Служебныя перевозки (9 стр.).
- № 63. Нормы выдачи топлива (5 стр.).
- № 64. Нормы освѣщенія (23 стр.).
- № 65. Выдача служащимъ дровъ изъ складовъ дороги за плату (4 стр., съ книжкою для выдачи дровъ).
- № 66. Выдача служащимъ на мелкія канцелярскія потребности (5 стр.).
- № 67. Выдача служащимъ, живущимъ въ общественныхъ зданіяхъ, на освѣщеніе (4 стр.).

— Московско-Нижегородская желѣзная дорога.

- № 68. Устройство врачебной части (13 стр.).
- № 69. Выдача служащимъ суточныхъ при командировкахъ (4 стр.).
- № 70. Заготовленіе и выдача бланковъ (7 стр.).
(Съ приложеніемъ «Описъ бланкамъ» на 36 стр.).
- № 71. Распредѣленіе участковъ земли внѣ станціи (12 стр.).
- № 72. Отдача въ наемъ участковъ земли при станціяхъ (11 стр. съ 3 формами).
- № 73. Общія правила счетоводства управленія и всѣхъ службъ (16 стр.).
- № 74. Хозяйственныя кассы службъ (13 стр.).
- № 75. Счетоводство службъ ремонта пути и зданій (30 стр.).
- № 76. Счетоводство службъ движенія (20 стр.).
- № 77. Счетоводство службъ подвижнаго состава и тяги (57 стр.).
- № 78. Служба магазиновъ (34 стр.).
- № 79. Служба топлива (30 стр.).
- № 80. Ремонтъ и надзоръ телеграфа (11 стр.).
- № 81. Составленіе и веденіе инвентарей имущества (53 стр.).
- № 82. О рабочихъ книжкахъ (17 стр., съ форм.).
- № 83. Разсчетъ машинистовъ, помощниковъ и кочегаровъ, и премій за сбереженіе въ топливѣ и смазкѣ (13 стр.).
- № 84. Разсчетъ смазчикамъ, истопникамъ и слесарямъ осматривающимъ вагоновъ, и выдача имъ премій: верстовыхъ, за сбереженіе въ смазкѣ, и открытія поврежденій (12 стр.).
- № 85. Уходъ и испытаніе котловъ паровозныхъ и постоянныхъ паровыхъ машинъ (16 стр., съ формою).
- № 86. Сдача и содержаніе буфетовъ (11 стр.).
- № 87. Ремонтъ и надзоръ пути и производства работъ. 1875 (41 стр.).
- № 88. Постановленія относительно построекъ, складовъ, раскоповъ и развадокъ вблизи желѣзныхъ дорогъ (7 стр.).
- № 89. Литографія (7 стр.).
- № 90. Взысканіе съ отправителей или получателей за поврежденіе ими подвижнаго состава (5 стр.).
- № 91. Взысканіе съ пассажировъ за поврежденіе вагоновъ (4 стр.).
- № 92. Срочныя свѣдѣнія отъ начальниковъ службъ и управленія (23 стр.).
- № 93. Пользованіе служащими квартирами и отвѣтственность ихъ за общественныя зданія (10 стр.).
- № 94. Положеніе для школы при Ковровскихъ мастерскихъ (Временное, до утвержденія положенія о Технической школѣ. 1874). (17 стр.).
- № 95. Принятіе и исполненіе въ мастерскихъ дороги работъ по заказамъ служащихъ (5 стр.).

— Московско-Нижегородская желѣзная дорога.

- № 96. Составленіе актовъ о несчастныхъ случаяхъ и пропешествіяхъ и допесеніе о нихъ начальству (11 стр., съ формами).
 № 97. Назначеніе служащимъ денежныхъ штрафовъ. 1874 (5 стр.).
 № 98. Увольненіе въ отпускъ штатныхъ служащихъ (6 стр.).
 № 99. Обмундированіе служащихъ (22 стр., съ прил.).

2784. Главное Общество російскихъ желѣзныхъ дорогъ. — Линія Московско-Нижегородская. — Сборникъ приказовъ, подлежащихъ къ руководству и исполненію изъ изданныхъ съ 1861 по 1875 годъ. Часть I. 8°. Москва. 1876 (XIII + 104 стр.).

2785. — Часть II. 8°. Москва. 1876 (2 + 23 стр.)

2786. Главное Общество російскихъ желѣзныхъ дорогъ. — Линія Московско-Нижегородская. — Приложение къ Сборнику приказовъ. — Вѣдомость 'измѣненіямъ тарифовъ съ 1863 по 1875 годъ. 4°. Москва. 1876 (28 стр.).

2787. Главное Общество російскихъ желѣзныхъ дорогъ. — Московско-Нижегородская линія. — Ковровскія мастерскія, основанныя съ 1862 г. 8°. Москва. 1872 (16 стр. и 1 прил.).

2788. Главное Общество Російскихъ желѣзныхъ дорогъ. — Московско-Нижегородская линія. — Годовой отчетъ за 1875 годъ. *Литопр.* d. f. 1876 (5 и 162 стр.).

Московско-Рязанская желѣзная дорога.

2789. Отчетъ Правленія Общества Московско-Рязанской желѣзной дороги за 1875 годъ. 4°. Москва. 1876 (71 стр. и 40 прил.).

(Съ отчетомъ (Прил. № 40) о состояніи технического желѣзно дорожнаго училища Общества: Московско-Рязанской съ вѣтвями... и Рязско-Моршанской желѣзной дороги за 1875 г. Годъ четвертый).

— Московско-Рязанская желѣзная дорога.

2790. Протоколъ Общаго Собранія акціонеровъ Общества Московско-Рязанской желѣзной дороги. 29 Апр. 1876 годъ. (Изъ «Московскихъ Вѣдомостей», іюня 5, 1876, № 140).

Московско-Ярославская желѣзная дорога.

2791. Отчетъ Правленія Общества Московско-Ярославской желѣзной дороги за 1875 годъ. — Шестой отчетъ по движенію отъ Москвы до Ярославля и третій отъ Ярославля до Вологды. — 4°. Москва. 1876 (92 стр., 23 + 21 + 4 вѣд.).

Муромская желѣзная дорога.

2792. Министерство Путей Сообщенія. — Департаментъ желѣзныхъ дорогъ. — Часть Распорядительная. — Спб. 6 Февраля 1876 года. № 910. — Объ отдаленіи срока окончанія работъ на Муромской желѣзной дорогѣ (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. Спб. 1876 (1 стр.).

Николаевская желѣзная дорога.

2793. Министерство Путей Сообщенія. — Департаментъ желѣзныхъ дорогъ. — Канцелярія. — Въ Спб. 21 Іюня 1866 года № 357. — Съ представленіемъ проекта штата по Управленію Александровскаго Главнаго механическаго завода Николаевской желѣзной дороги (Въ Государственный Совѣтъ). d. f. Спб. 1866 (4 листа).

2794. Министерство Путей Сообщенія. — Департаментъ желѣзныхъ дорогъ. — Въ Спб. 7 Марта 1867 года. № 157. — О необходимости заказа для Николаевской дороги новыхъ

— Николаевская желѣзная дорога.

товарныхъ и пассажирскихъ паровозовъ братьямъ Уайнансъ.—съ представленіемъ проектовъ двухъ контрактовъ и подлиннаго отзыва бр. Уайнансъ относительно вновь предлагаемаго ими условія о курсѣ. d. f. Спб. 1867 (10, 10, 10 и 2 стр.).

2795. Документы по вопросу объ уступкѣ Николаевской желѣзной дороги частному Обществу. d. f. 1867—1868.

- 1) Записка Министра Финансовъ... (О средствахъ къ образованію фонда сооруженій желѣзныхъ дорогъ)... (10 стр.).
- 2) Записка Инженеръ Генераль-Лейтенанта Мельникова (4 стр. и 3 прил.).
- 3) Записка Министра Финансовъ, 7 декабря 1867 (14 стр., съ 7 пр.).
- 4) Записка Министра Финансовъ 14 марта 1868 года. Съ представленіемъ финансовыхъ предложеній покупки Николаевской желѣзной дороги (15 стр., съ прил. А, Б, В, Г и Д).
- 5) Журналы Комитета Высочайше назначеннаго для разсмотрѣнія условій передачи Николаевской желѣзной дороги въ частныя руки:
 - а) 19/20 января 1868 года d. f. (5 стр.).
 - б) 8 марта 1868 года. Со сводомъ замѣчаній, сдѣланныхъ сопоскателями по приобрѣтенію Николаевской дороги, на составленные въ Министерствѣ Путей Сообщенія условія на уступку этой дороги частному Обществу d. f. (2 и 33 стр.).
 - в) 18 апрѣля 1868 года. Съ сводомъ окончательныхъ отзывовъ сопоскателей по приобрѣтенію Николаевской желѣзной дороги на предложенныя имъ общія условія уступки дороги, измѣненные вслѣдствіе сдѣланныхъ сопоскателями замѣчаній. d. f. (2 и 13 стр.).

2796. Выписка, сообщенная Совѣту Управленія (Гл. Об. рос. жел. дорогъ) Г. Министромъ Финансовъ, при предложеніи отъ 14 Іюня 1861 года, за № 1899, о принятіи Николаевской дороги. *Литопр.* d. f. (8 стр.).

(Съ выпискою изъ Протокола Комитета Министровъ, іюня 12 дня 1868 года, № 685).

— Николаевская желѣзная дорога.

2797. Объясненія на предположенныя въ отношеніи Г. Министра Путей Сообщенія (13 Ноября 1875 г., за № 6291) измѣненія въ проектѣ договора на уступку Николаевской желѣзной дороги Главному Обществу російскихъ желѣзныхъ дорогъ. *Литопр.* d. f. (124 стр.).

2798. Договоръ о взаимныхъ отношеніяхъ и обязательствахъ между Управленіями Николаевской и Новгородской узкоколейной желѣзныхъ дорогъ, относительно передвиженія пассажировъ, багажа и, вообще, всякаго рода клади и грузовъ съ одной дороги на другую. *Литопр.* d. f. (44 стр.).

2799. Главное Общество російскихъ желѣзныхъ дорогъ.—Николаевская линія.—Сравнительная вѣдомость сбора предлагаемаго тарифа съ нынѣ существующимъ.—По перевозкамъ за 1872 годъ. *Литопр.* gr. d. f. (31 листъ б н.).

2800. Главное Общество російскихъ желѣзныхъ дорогъ. Николаевская линія. Движеніе и сборъ за январь—декабрь 1874 года. d. f. Спб. (12 листовъ).

2801.—за январь—декабрь 1875. d. f. Спб. (12 листовъ).

2802. Главное Общество російскихъ желѣзныхъ дорогъ.—Николаевская линія.—Годовой отчетъ за 1875 г. *Литопр.* d. f. Спб. 1876 (196 стр.).

2803. Главное Общество російскихъ желѣзныхъ дорогъ.—Статистическія свѣдѣнія о движеніи товаровъ по Николаевской желѣзной дорогѣ и о сношеніяхъ по взаимной передачѣ грузовъ съ дорогами состоящими съ ней въ прямомъ сообщеніи, въ 1875 году. 8°. Спб. 1876 (311 стр.).

Новгородская (узкоколейная) желѣзная дорога.

2804. Министерство Путей Сообщенія. — Департаментъ желѣзныхъ дорогъ. — Часть Распорядительная. — Спб. 29 Марта 1876 года. № 2041. — О предоставленіи Обществу Новгородской узкоколейной желѣзной дороги сооруженія и эксплуатаціи продолженія сей дороги до г. Старой Русы. (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. Спб. 1876 (6 стр.).

(Съ приложеніемъ: а) проекта Устава Общества Новгородской узкоколейной желѣзной дороги (44 стр.), и б) раздѣлочной вѣдомости (10 стр.) и техническихъ условій (23 стр.) продолженія ея до Старой Русы).

2805. Уставъ Общества Новгородской узкоколейной желѣзной дороги (Высоч. утвержденъ 23 Апрѣля 1876 г.). 4°. Спб. 1876 (59 + 28 стр.).

(Съ техническими условіями).

2806. Отчетъ Правленія Общества Новгородской узкоколейной желѣзной дороги. За 1875 годъ. — Четвертый отчетъ по движенію. 4°. Спб. 1876 (34 стр. и 13 прил.).

Новоторжская желѣзная дорога.

2807. Постанціонный тарифъ пассажирскихъ поѣздовъ Новоторжской желѣзной дороги (Утвержд. Мин. Путей Сообщенія 27 Декабря 1874 года. fol. (1 листъ).

2808. Постанціонный тарифъ товарныхъ поѣздовъ Новоторжской желѣзной дороги (Утвержд. Мин. Путей Сообщенія 27 Декабря 1874 года). fol. (1 листъ).

2809. Отчетъ Правленія Общества Новоторжской желѣзной дороги за 1875 годъ. 6-й отчетъ по движенію. gr. 8°. Спб. 1876 (IX вѣдомостей и 22 таб.).

Одесская желѣзная дорога.

2810. Общее Собраніе гг. акціонеровъ Русскаго Общества Пароходства, Торговли и Одесской желѣзной дороги. 8°. Спб. 1876 (37 стр.).

(По предпріятію «желѣзной дороги» (стр. 15—20). — Съ запискою Ревизіонной Комисіи по разсмотрѣнію Отчета Одесской желѣзной дороги за 1875 (стр. 25—34) и журналомъ Общаго Собранія гг. акціонеровъ Русскаго Общества и пр., 25 апрѣля 1876 года, № 1 (стр. 35—36).

2811. Одесская желѣзная дорога. Отчетъ по эксплуатаціи за 1875 г. 4°. Спб. 1876 (54 стр., 15 вѣдомостей и одинъ графикъ).

2812. Карта Одесской желѣзной дороги (Составлена Столомъ Общихъ дѣлъ Управленія дороги). *Литогр.* Одесса. 1876. (Съ свѣденіями о длинѣ разныхъ отдѣловъ дороги, о раздѣленіи ея на участки, о перевозочныхъ средствахъ и пр.).

2813. Бюджетъ по Одесской желѣзной дорогѣ на 1877 годъ. 4° (14 листовъ).
(Съ рукописными цифрами).

Оренбургская желѣзная дорога.

2814. Докладъ Ревизіонной Комисіи Общему Собранію гг. акціонеровъ Общества Оренбургской желѣзной дороги. 9 Мая 1876 года. d. f. Спб. 1876 (3 листа).

2815. Отчетъ Правленія Общества Оренбургской желѣзной дороги за 1875 годъ. 4°. Спб. 1876 (60 стр.).

2816. Общество Оренбургской желѣзной дороги. — Бюджетъ доходовъ и расходовъ съ 6-го Ноября 1876 г. по 1-ое Января 1878 г. 4°. Спб. 1876 (63 + 1 стр. и 8 прил.).

Орловско-Витебская желѣзная дорога.

2817. Донесеніе Ревизіонной Комисіи Общему Собранію акціонеровъ Общества земской Орловско-Витебской желѣзной дороги. 14 Мая 1870 г. 8°. Спб. 1870 (11 стр.).
2818. Отчетъ Правленія Общества земской Орловско-Витебской желѣзной дороги за 1875 г. 4°. Спб. 1876 (36+2 стр., XXVIII прил. и 1 л. черт.).

Орловско-Грязская желѣзная дорога.

2819. Отчетъ Правленія Общества Орловско-Грязской желѣзной дороги на 1875 годъ. 4°. Спб. 1876 (104+12 стр. и 66 прил.).

Петергофская желѣзная дорога.

2820. Министерство Путей Сообщенія.—Департаментъ желѣзныхъ дорогъ.—Отдѣленіе Искусственное.—Столъ 2. Въ Спб. 30 Октября 1870 года. № 1699.—Съ представленіемъ проекта измѣненій въ Уставѣ Общества Петергофской желѣзной дороги и въ положеніяхъ о Красносельской вѣтви и Ораніенбаумской желѣзной дороги. d. f. Спб. 1870 (1 и 4 стр.).

Поти-Тифлисская желѣзная дорога.

2821. О Закавказской желѣзной дорогѣ (Всепоходный закладъ Е. И. В. Намѣстника Кавказскаго, 4 Іюня 1865 года, съ запискою и двумя приложеніями. d. f. Спб. 1865 (1, 6 стр. и 2 прил.).
- (Прил. 1. Закавказская желѣзная дорога. Участокъ отъ Поти до Тифлиса.—Прил. 2. Предположеніе о расходѣ по постройкѣ полотна Закавказской желѣзной дороги на основаніи продольныхъ и поперечныхъ нивелировокъ, сдѣланныхъ для предварительнаго проекта (avant-projet).

— Поти-Тифлисская желѣзная дорога.

2822. Государственный Совѣтъ въ Департаментѣ Государственной экономіи 21 Марта 1873. № 187.—Объ учрежденіи управленія перевозкою почтъ по Поти-Тифлисской желѣзной дорогѣ (Съ двумя приложеніями). d. f. Спб. 1873 (4, 10 + 2 и 6 стр.).
2823. Министерство Путей Сообщенія.—Департаментъ желѣзныхъ дорогъ.—Въ Спб. 1 Апрѣля 1870 года.—№ 420. Съ проектомъ дополнительныхъ условій къ концессіи на Поти-Тифлискую желѣзную дорогу (Въ Кавказскій Комитетъ). d. f. Спб. 1870 (3 и 4 стр.).
2824. Министерство Путей Сообщенія.—Департаментъ желѣзныхъ дорогъ.—Часть Распорядительная.—Спб. 12 Апрѣля 1876 года. № 2196.—О предоставленіи Обществу Поти-Тифлисской желѣзной дороги сооруженія и эксплуатаціи линіи отъ Тифлиса до Баку (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. Спб. 1876 (12 стр.).
- (Съ представленіемъ: а) Проекта Устава Общества Поти-Тифлиско-Бакинской желѣзной дороги (47 стр.), и б) техническихъ условій (25 стр.), разѣлочной и технической вѣдомостей (12 стр.) сооруженія Тифлиско-Бакинскаго участка сей дороги).
- 2825.—15 Апрѣля 1876 года. № 2279.—О добавкѣ къ § 33 Устава Общества Поти-Тифлиско-Бакинской желѣзной дороги (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. Спб. 1876 (4 стр.).
2826. Отчетъ Правленія Общества Поти-Тифлисской желѣзной дороги за 1875 годъ. 4°. Спб. 1876 (135 стр. и 20 прил. б. н.).
2827. Допесеніе Ревизіонной Комисіи Общему Собранію гг. акціонеровъ Поти-Тифлисской желѣзной дороги.—О разсмотрѣніи отчета Правленія Общества за 1875 годъ. 8°. Спб. 1876 (27 стр.).

Поти-Тифлисская желѣзная дорога.

2828. Смѣта прихода и расходовъ Потти-Тифлисской желѣзной дороги на 1877 годъ. 4°. Спб. 1876 (70 стр.).

Привислянская желѣзная дорога.

2829. Отчетъ Правленія Общества Привислинской желѣзной дороги за 1875 годъ, представленный очередному Общему Собранию гг. акціонеровъ 4 Мая 1876 года. 4°. Спб. 1876 (20 листовъ).

Путиловская желѣзная дорога.

2830. Техническія условія по сооруженію и эксплуатаціи Путиловской желѣзной дороги (Высоч. утвержд. 36 ноября 1875 года). d. f. Спб. 1876 (19 стр.).
2831. Уставъ Общества Путиловской желѣзной дороги (Выс. утвержд. 14 октября 1876 года). d. f. Спб. 1876 (45 стр.).

Риго-Большерааская желѣзная дорога.

2832. Отчетъ Правленія Общества Риго-Большерааской желѣзной дороги за 1875 годъ.—XII обыкновенное Общее Собрание 27 мая 1876 года.—4°. Либава. 1876 (14 стр. и XV прил.).

Риго-Динабургская желѣзная дорога.

2833. Отчетъ Правленія Общества Риго-Динабургской желѣзной дороги за 1875 годъ.—Тридцать шестое обыкновенное Общее Собрание 1 (13) марта 1876 года.—4°. Рига. 1876 (28 стр. и XVII прил.).

Ростово-Владикавказская желѣзная дорога.

2834. Министерство Путей Сообщенія.—Департаментъ желѣзныхъ дорогъ.—Часть Счетная.—4 апрѣля 1875 г. № 1986. О дополнительномъ выпускѣ облигацій Общества Ростово-Владикавказской желѣзной дороги (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. Спб. 1875 (6 стр.).
2835. Общество Ростово-Владикавказской желѣзной дороги. Инструкція начальникамъ мастерскихъ въ Ростовѣ и Владикавказѣ. 8°. Ростовъ на Дону. 1875 (46 стр.).
- 2836.—Управляющему дорогою 16°. Спб. 1876 (23 стр.).
- 2837.—Смотрителю зданій. 16°. Спб. 1876 (10 стр.).
- 2838.—Машинистамъ, ихъ помощникамъ и вочегарамъ. 8°. Ростовъ на Дону 1873 (31 стр.).
- 2839.—Положеніе о льготныхъ билетахъ. 8°. Ростовъ на Дону. 1875 (6 стр.).
- 2840.—Положеніе о пользованіи служащими квартирами и объ ответственности ихъ за общественныя зданія. 16°. 1876 (16 стр.).
2841. Тарифъ Ростово-Владикавказской желѣзной дороги.—Условія для перевозокъ (.) классификація товаровъ и таблицы поперстныхъ разстояній. 4°. Спб. 1876 (48, 75 и 26 стр.).
2842. Ростово-Владикавказская желѣзная дорога.—Договоръ о порядкѣ передачи грузовъ слѣдующихъ въ прямомъ сообщеніи между станціями желѣзныхъ дорогъ II группы и станціями Ростово-Владикавказской желѣзной дороги. 16°. Спб. 1876 (42 стр.).

— Ростовско-Владикавказская желѣзная дорога.

2843. Отчетъ Правленія Общества Ростово-Владикавказской желѣзной дороги за 1875 годъ (Съ 2 іюля по 31 декабря).—Первый отчетъ по эксплуатаціи дороги. 4°. Спб. 1876 (9 стр. и 2 + 19 прил.).

2844. Докладъ Ревизіонной Комиссіи по Отчету Правленія Общества Ростово-Владикавказской желѣзной дороги за 1875 годъ. 8°. Спб. 1876 (6 стр.).

2845. Смѣта доходовъ и расходовъ по эксплуатаціи Ростово-Владикавказской желѣзной дороги на 1876 годъ. 4°. Спб. 1876 (13 листовъ).

2845^{bis}. —на 1877 годъ. 4°. Спб. 1876 (13 листовъ).

Рязко-Вяземская желѣзная дорога.

2846. Министерство Путей Сообщенія.—Департаментъ желѣзныхъ дорогъ.—Часть Распорядительная.—Спб. 9 марта 1873 г. № 134.—Объ увеличеніи облигаціоннаго капитала Рязко Вяземской желѣзной дороги (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. Спб. 1873 (3 стр.).

2847. Министерство Путей Сообщенія.—Департаментъ желѣзныхъ дорогъ.—Часть Счетная.—Спб. 6 апрѣля 1876 года. № 2124.—Объ образованіи оборотнаго капитала Общества Рязко-Вяземской желѣзной дороги (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. Спб. 1876 (9 стр.).

2848. Отчетъ Правленія Общества Рязко-Вяземской желѣзной дороги за 1875 годъ. 4°. Спб. 1876 (92+3 стр. и 32 прил.).

Рязко-Вяземская желѣзная дорога.

2849. Дополнительные свѣденія относительно нѣкоторыхъ результатовъ эксплуатаціи Рязко-Вяземской желѣзной дороги въ 1875 году. *Рукопись*. d. f. (5 листовъ). (Сообщены изъ Правленія дороги).

Рязко-Моршанская желѣзная дорога.

2850. Отчетъ Правленія Общества Рязко-Моршанской желѣзной дороги за 1875 г. 4°. Спб. 1876 (15+6+5 стр. и 9+2 прил.).

Рязанско-Козловская желѣзная дорога.

2851. Общество Рязанско-Козловской желѣзной дороги Отчетъ Правленія за 1875 годъ. 4°. Спб. 1877 (84 стр., съ Вѣд. А—Е, и 28 прил.).

Рыбинско-Бологовская желѣзная дорога.

2852. Министерство Путей Сообщенія.—Департаментъ желѣзныхъ дорогъ.—Отдѣленіе Искусственное. Столъ 1.—Спб. 27 іюня 1868 г. № 543. Съ соображеніями и заключеніями относительно предложенія полковника Киреева и К^о о построеніи желѣзной дороги изъ Рыбинска на Осѣченскую станцію Николаевской желѣзной дороги (Въ Комитетъ гг. Министровъ). d. f. Спб. 1868 (8 стр.).
Съ проектомъ концессіи на Рыбинско-Осѣченскую (впоследствии — Рыбинско-Бологовскую) желѣзную дорогу (9 стр.) и дополнительными къ ней статьями (1 стр.).

2853. Общество Рыбинско-Бологовской желѣзной дороги. Временные штаты. 8°. Спб. 1870 (41 стр.).

2854. Отчетъ Правленія Общества Рыбинско-Бологовской желѣзной дороги за 1875 г. 4°. Спб. 1876 (58 стр., 8 вѣд. и 1 прил.).

— Рыбинско-Бологовская желѣзная дорога.

2855. Общество Рыбинско-Бологовской желѣзной дороги. — Бюджетъ доходовъ и расходовъ на 1877 годъ. 4°. Спб. 1876 (13 + 1 стр.).

2856. Пояснительная записка къ смѣтѣ доходовъ и расходовъ по эксплуатаціи Рыбинско-Бологовской желѣзной дороги, на 1877 годъ. 4°. Спб. 1876 (7 стр.)

С.-Петербургско-Варшавская желѣзная дорога.

2857. Договоръ Совѣта Главнаго Общества Россійскихъ желѣзныхъ дорогъ съ Правленіемъ Ландварово-Роменской желѣзной дороги. *Литогр.* d. f. 1873 (52 стр.).

2858. Конвенція о прямомъ пассажирскомъ и товарномъ сообщеніи между С.-Петербургско-Варшавскою и Балтійскою желѣзными дорогами. *Литогр.* 4° (33 стр.).

2859. Записка о результатахъ ревизіи службы эксплуатаціи С.-Петербургско-Варшавской дороги, произведенной, по протоколу Совѣта Управленія Главнаго Общества 29 января 1875 г. — Членомъ Совѣта, княземъ А. П. Щербатовымъ. 8°. Спб. 1876 (124 стр.).

2860. Главное Общество Россійскихъ желѣзныхъ дорогъ. — Отчетъ С.-Петербургско-Варшавской линіи съ вѣтвью къ Прусской границѣ. За 1875 годъ. *Литогр.* d. f. Спб. 1876 (141 стр.).

2861. Служебные приказы по С.-Петербургско-Варшавской желѣзной дорогѣ и вѣтви ея. — 1876 годъ. № 1262—1424. 8°. Спб. 1876 (стр. 4219—4591).
(Недостають №№ 1299 и 1350. См. № 2523. Отд. II).

Сесторѣцкая желѣзная дорога.

2862. Общія свѣденія относительно перевозочныхъ средствъ и главныхъ результатовъ эксплуатаціи Сесторѣцкой желѣзной дороги, въ 1875 году (съ 19 апрѣля). *Рукопись.* 4° (3 листа).

(Сообщены заведывающимъ дорогомъ).

Сумская желѣзная дорога *).

2863. Министерство Путей Сообщенія. — Управленія желѣзныхъ дорогъ, — Часть Техническая. — Спб. 16 апрѣля 1873 года. № 104 — О направленіи желѣзной дороги, долженствующей соединить линію Кіево-Брестскую съ Харьковско-Николаевскою, и вѣтви ея на Черкасы (Въ Комитетъ желѣзныхъ дорогъ). d. f. Спб. 1873 (5 стр., съ таблицею).

2864. Министерство Путей Сообщенія. — Департаментъ желѣзныхъ дорогъ. — Часть Распорядительная. — Спб. 16 января 1876 года № 300. — Съ соображеніями и заключеніями на счетъ направленія Сумской желѣзной дороги и предоставленія сооруженія и эксплуатаціи ея Обществу Харьковско-Николаевской желѣзной дороги. d. f. Спб. 1876 (8 стр.).

2865. Техническія условія по сооруженію и эксплуатаціи Сумской желѣзной дороги (Утв. Министромъ Путей Сообщенія по журналу Техническо-Инспекторскаго Комитета желѣзныхъ дорогъ 12 ноября 1875 года, за № 1095). d. f. Спб. 1876 (23 стр.).

2866. Предварительная разцѣпочная и техническая вѣдомость Сумской желѣзной дороги отъ ст. Ворожба Курско-Кіев-

*) Дорога эта вошла въ составъ линій Общества Харьковско-Николаевской желѣзной дороги.

—Сумская желѣзная дорога.

ской желѣзной дороги, чрезъ г. Сумы, до ст. Мерефа Харьковско-Азовской желѣзной дороги.—Длина линіи 223,25 верстъ (Утверждена Министромъ Путей Сообщенія по журналу Техническо-Инспекторскаго Комитета желѣзныхъ дорогъ 12 ноября 1875 года, № 1095). d. f. Спб. 1876 (20 стр.).

2867. Предварительная разцѣлочная и техническая вѣдомость Сумской желѣзной дороги. Отъ ст. Ворожба Курско-Кіевской желѣзной дороги (,) чрезъ гг. Сумы и Валки (,) до Харьковско-Азовской желѣзной дороги, близъ ст. Борки. длина линіи.... 224,33 верстъ. Длина вѣтвей.... 156 версты. Итого... 225,89 верстъ. d. f. Спб. 1876 (20 стр.).

Тамбовско-Саратовская желѣзная дорога.

2868. М. Ф. Департаментъ торговли и мануфактуръ.—Отдѣленіе II-е. Столъ 3-й.—15 Юня 1867 года. № 3544.—Съ представленіемъ проекта концессіи на линію желѣзной дороги отъ Тамбова до Саратова. d. f. Спб. 1867 (10 стр.).

(Проектъ концессіи вѣтъ).

2869. Министерство Внутреннихъ Дѣлъ.—Департаментъ хозяйственный.—Отдѣленіе I. Столъ 2.—25 Сентября 1868 г. № 342.—Съ соображеніями и заключеніями относительно гарантіи земства на предполагаемую желѣзную дорогу отъ Тамбова до Саратова d. f. Спб. 1868 (13 стр.).

2870. Министерство Путей Сообщенія.—Департаментъ желѣзныхъ дорогъ.—Часть Распорядительная.—Спб. 12 Марта 1876 года № 1667—О разрѣшеніи Обществу Тамбовско-

— Тамбовско-Саратовская желѣзная дорога.

Саратовской желѣзной дороги устройства и эксплуатаціи вѣтви отъ г. Балашева къ линіи дороги (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. Спб. 1876 (10 и 11 стр.).

(Съ приложеніемъ: дополнительныхъ статей къ Уставу Общества Земской Тамбово-Саратовской желѣзной дороги, Высочайше утвержденному 11 мая 1873 г.; b) техническихъ условій по сооруженію и эксплуатаціи (23 стр.), и c) предварительной разцѣлочной и технической вѣдомости (10 стр.) Балашовской вѣтви Общества Тамбовско-Саратовской желѣзной дороги.

2871. Отчетъ Правленія Общества земской Тамбово-Саратовской желѣзной дороги за 1875 годъ. 4°. Спб. 1876 (22 стр. и 39 прил.).
2872. Сметъ прихода и расхода по эксплуатаціи земской Тамбовско-Саратовской желѣзной дороги на 1877 годъ. 4°. Спб. 1876 (74 стр., съ таблицею).

Уральская (горнозаводская) желѣзная дорога.

2873. Министерство Путей Сообщенія.—Управленіе желѣзныхъ дорогъ.—Техническо-Инспекторскій Комитетъ.—Отдѣленіе Распорядительное.—Спб. 2 Юня 1876 года. № 2771.—О предоставленіи Обществу Уральской горнозаводской желѣзной дороги постройки желѣзныхъ дорогъ: 1) отъ Луневскихъ копей до Камы, съ вѣтвью къ Кизеловскимъ копиямъ, и 2) отъ Кизеловскихъ копей до Чусовой, у ст. Архиповки, Уральской дороги (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. Спб. 1876 (15 стр.).

(Съ техническими условіями (20 и 2 стр.), тремя разцѣлочными вѣдомостями, подъ лит. А, Б и В (22, 20 и 24 стр.) и двумя приложеніями, подъ № 1 и 2).

2874. Отчетъ Главнаго Врача Уральской горнозаводской желѣзной дороги за 1875 годъ. d. f. (7 листовъ).

Фастовская желѣзная дорога.

2875. Смета приходовъ и расходовъ дѣйствія Фастовской желѣзной дороги въ 1877 г., и съ 5 Октября по 1 Января 1877 г. *Литогр. d. f.* (19 листовъ).

Финляндскія (правительственныя) желѣзныя дороги.

2876. Государственный Совѣтъ въ Департаментѣ государственной экономіи.—14 Марта 1870. № 134.—Министерство Финансовъ.—Объ учрежденіи таможенъ на Финляндской желѣзной дорогѣ. (Съ однимъ приложеніемъ). *d. f.* Спб. 1870 (2, 6 и 1 стр.).

2877. Высочайшее Его Императорскаго Величества Положеніе о движеніи по Правительственнымъ желѣзнымъ дорогамъ въ Финляндіи.—Дано въ Гельсингфорсѣ, 7 Октября 1875 г.—12°. Гельсингфорсъ. 1875 (48 + 2 стр.).

2878. Тарифъ для перевозки транзитныхъ товаровъ съ Гангёсской гавани на С.-Петербургскую станцію Финляндской желѣзной дороги и обратно. 12°. Гельсингфорсъ. 1874 (16 стр.).

2879. Trafikreglemente för Hangö-Hywinge jernväg; innefattande jemväl Taxa för sagde jernvägs begagnande. 12°. Helsingfors. 1873 (63 стр.).

2880. Такса для Правительственныхъ желѣзныхъ дорогъ въ Финляндіи. Дана въ Гельсингфорсѣ 7 Октября 1875 г. 12°. Гельсингфорсъ. 1875 (155 стр. и три табл.).

2881. Chefens för Staatsjernvägarne i Finland. Berättelse för å 875. 4°. Helsingfors. 1876 (163+LV стр.).

—Финляндскія (правительственныя) желѣзныя дороги.

2882. Отчетъ Начальника правительственныхъ желѣзныхъ дорогъ въ Финляндіи за 1875 годъ (Переводъ съ шведскаго). 4°. Гельсингфорсъ. 1876 (163+LV стр.).
(Тутъ же свѣдѣнія о Гангеудской желѣзной дорогѣ, съ 19 апр. 1875).

2883. Дополнительныя свѣдѣнія о нѣкоторыхъ результатахъ эксплуатаціи финляндскихъ желѣзныхъ дорогъ въ 1871—1875 гг. *Рукопись*. 4° (3 листа).
(Сообщены Начальникомъ правительственныхъ желѣзныхъ дорогъ въ Финляндіи).

Харьково-Николаевская желѣзная дорога.

2884. Уставъ Общества Харьково-Николаевской желѣзной дороги (Проектъ). *d. f.* Спб. 1876 (41 стр.).

2885. Уставъ Общества Харьково-Николаевской желѣзной дороги (Высоч. утвержденъ 26 марта 1876 года). 4°. Спб. 1876 (57 стр.).
(См. №№ 2863—2867).

2886. Отчетъ Правленія Общества Харьково-Николаевской желѣзной дороги за 1875 годъ. 4°. Спб. 1876 (29 стр. съ прилож. и 2 листами черт.).

Царскосельская желѣзная дорога.

2887. Министерство Путей Сообщенія.—Департаментъ желѣзныхъ дорогъ.—Отдѣленіе Счетное. Столъ 2.—Въ С.-Петербургѣ 7 февраля 1868 года. № 100.—Съ соображеніями и заключеніями по вопросу объ измѣненіи въ тарифѣ на перевозку войскъ по Царскосельской желѣзной дорогѣ. *d. f.* Спб. 1868 (13 стр.).

—Царскосельская желѣзная дорога.

2888. — Часть Распорядительная. — Спб. 9 февраля 1877 года. № 815. — Объ измѣненіи § 5-го Устава Общества Царскосельской желѣзной дороги (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. Спб. 1877 (4 стр.).

2889. Общество Царскосельской желѣзной дороги. — Журналъ Общаго Собранія гг. акціонеровъ Царскосельской желѣзной дороги, происходившаго въ С.-Петербургѣ 11 апрѣля 1876 года. 4°. Спб. 1876 (16 стр. и одинъ листъ прил.).

2890. Дополнительные свѣдѣнія относительно нѣкоторыхъ результатовъ эксплуатаціи Царскосельской ж. д. въ 1870—75 гг. *Рукопись*. 4° (6 листовъ). (Сообщено Инспекціею дороги).

Шуйско-Ивановская желѣзная дорога.

2891. Отчетъ Правленія Общества Шуйско-Ивановской желѣзной дороги за 1875 годъ. Докладъ Общему Собранію акціонеровъ 14 мая 1876 года. — Седьмой отчетъ по движенію отъ ст. Повки до Иванова, и пятый отъ Иванова до Гинешмы. 4°. Москва, 1876 (28 стр. и 30 пр.).

2892. Смѣта приходовъ и расходовъ дѣйствія по двумъ отдѣленіямъ Шуйско-Ивановской желѣзной дороги въ 1877 году *Рукопись*. d. t. (18 листовъ).

Ярославско-Вологодская (узкоколейная) желѣзная дорога.

(См. № 2791).

Желѣзнодорожные дороги.

2893. Министерство Путей Сообщенія. — Департаментъ желѣзныхъ дорогъ. — Часть Распорядительная. — Спб. 29 Января 1873 года. № 54. — Объ учрежденіи Товарищества для устройства въ Одессѣ конно-желѣзныхъ дорогъ (Въ Комитетъ Министровъ). d. f. Спб. 1873 (7 и 10 стр.).

2894. Техническія условія для Одесскихъ желѣзныхъ дорогъ. d. f. (5 стр.). (Съ проектомъ положенія).

2895. Проектъ контракта на сооруженіе въ Одессѣ конно-желѣзныхъ дорогъ. (Копія). d. f. (11 стр.).

2896. Министерство Внутреннихъ Дѣлъ. — Департаментъ хозяйственный. — Отдѣленіе I. Столъ 2. — 3 Августа 1874 года. № 216. — Объ учрежденіи акціонернаго общества подъ наименованіемъ «Главное Общество желѣзно-конныхъ дорогъ въ Москвѣ» (Съ Уставомъ Г. О. желѣзно-конныхъ дорогъ въ Москвѣ). d. f. Спб. 1874 года (3 и 22 стр.).

с 150

ИНЖЕНЕРНЫЯ

ЗАПИСКИ,

ИЗДАВАЕМЫЯ

конференціею института инженеровъ путей сообщенія.

ТЕКСТЪ.

ТОМЪ ЧЕТВЕРТЫЙ.

Выпускъ 2.

(Съ 15 листами чертежей въ особомъ атласѣ).

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Министерства Путей Сообщенія (А. Бенке),
по Фонтанкѣ, № 99.

1878.

Р. S. Первый Отдѣлъ и первая часть Второго Отдѣла въ этомъ шестомъ Дополненіи къ „Каталогу желѣзнодорожной коллекціи Библиотеки Института“, отличаются большимъ обиліемъ очень рѣдкихъ и любопытныхъ документовъ. Мы обязаны постоянному сочувствію и содѣйствію Д. О. Кобеко и А. И. Штейна.

Пользуемся этимъ случаемъ для выраженія искренней благодарности всѣмъ другимъ нашимъ вкладчикамъ и—особенно—Г. П. Небольсинну, И. Н. Колесову, И. О. Кенигу, И. О. Рербергу, А. И. Фалевичу и О. К. Хржановскому.

ОГЛАВЛЕНІЕ.

	Стр.
Тормазы, дѣйствующіе сжатымъ воздухомъ (съ чертежами на листѣ IX), инженера <i>И. Сытенко</i>	243
Германскіе и прусскіе порты (съ чертежами на листахъ X—XVIII), инженера <i>А. Нюберга</i>	257
Рѣка Чусовая (съ чертежами на листѣ XIX), инженера <i>Лохтина</i>	311
Вода для паровозовъ (съ чертежами на листахъ XX—XXIII), инженера <i>Б. Яловецкаго</i>	387
Статья эта составляетъ первую часть изготовленнаго для печати сочиненія: Вода, топливо и паровозы.	

Библіографія.

Ueber eine neue Methode der Anlage und des Betriebes geneigter Ebenen für Schiffstransporte. Von Gustav Meyer <i>П. Андреева</i>	1
--	---

Смѣсь.

Очеркъ состоянія Института инженеровъ путей сообщенія въ царствованіе Императора Александра I.

ИНЖЕНЕРНЫЯ ЗАПИСКИ,

ИЗДАВАЕМЫЯ

конференціею института инженеровъ путей сообщенія.

ТЕКСТЪ.

ТОМЪ ЧЕТВЕРТЫЙ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Министерства Путей Сообщенія (А. Бенке),
по Фонтану, № 99.

1878.

Печатано по распоряженію Конференціи Института Инженеровъ
Путей Сообщенія.

ОГЛАВЛЕНІЕ IV ТОМА.

	Стр.
Отчетъ о состояніи Института инженеровъ путей сообщенія за 1876 годъ	1
Производство силою воды механическихъ дѣйствій для пропуска судовъ сквозъ шлюзы (съ чертежами на листѣ I), инженера <i>Ганнемана</i>	1
Тахеометръ Крейтера (съ чертежами на листѣ II), инженера <i>Ваньорскаго</i>	15
Опредѣленіе опаснаго положенія неизмѣнно связанныхъ грузовъ на мостовой балкѣ (съ чертежами на листѣ II), инженера <i>Николаи</i>	28
Вліяніе качества воды на величину пробѣга паровозовъ безъ промывки и способы очищенія воды отъ примѣсей, инженера <i>барона Ѳ. Штейнцеля</i>	85
Шведскіе порты (съ чертежами на листахъ III—VII), инженера <i>А. Нюберга</i>	116
Желѣзно-дорожные сигналы и системы регулированія движенія поѣздовъ во Франціи (съ чертежами на листѣ VIII), инженера <i>М. Рутковскаго</i>	189
Тормазы, дѣйствующіе сжатымъ воздухомъ (съ чертежами на листѣ IX), инженера <i>И. Сытенко</i>	243
Германскіе и прусскіе порты (съ чертежами на листахъ X—XVIII), инженера <i>А. Нюберга</i>	257

	Стр.
Рѣка Чусовая (съ чертежами на листѣ XIX), инженера Лохтина	311
Вода для паровозовъ (съ чертежами на листахъ XX— XXIII), инженера Б. Яловецкаго	387

Библиографія.

Ueber eine neue Methode der Anlage und des Betriebes geneigter Ebenen für Schiffstransporte. Von Gustav Meyer. П. Андреева	1
--	---

Смѣсь.

Очеркъ состоянія Института инженеровъ путей сообщенія въ царствованіе Императора Александра I . . .	1
--	---

ТОРМАЗА СИСТЕМЫ УИЛЬЯМА ЛОХРИДЖА,

(W. Loughridge's Air-Brake),

ДѢЙСТВУЮЩІЕ СЖАТЫМЪ ВОЗДУХОМЪ.

* (Съ чертежами на листѣ IX).

Изъ отчета о выставкѣ 1876 года въ Филадельфіи.

Въ книгѣ моей о пневматическихъ и гидравлическихъ тормозахъ, употребляемыхъ на желѣзныхъ дорогахъ въ Америкѣ, я упомянулъ между прочимъ о пневматическихъ тормозахъ системы американскаго инженера Уильяма Лохриджа (W. Loughridge) изъ Балтимора, которую не могъ подробно описать тогда за неполученіемъ детальныя чертежей отъ изобрѣтателя. Въ настоящее время я получилъ ихъ и считаю долгомъ сообщить подробныя свѣдѣнія объ этой системѣ лицамъ, интересующимся тормозами.

Пневматическіе тормоза системы Лохриджа исключительно приняты на всѣхъ поѣздахъ Балтиморъ-Огайской желѣзной дороги, одной изъ лучшихъ и большихъ дорогъ Соединенныхъ Штатовъ, на западной Мариландской, Кумберландской, Пенсильванской и другихъ дорогахъ; система эта приобрѣла себѣ много сторонниковъ въ Америкѣ, особливо съ тѣхъ поръ, какъ она удовлетворила условіямъ конкурса, предложеннаго компаніею Балтиморъ-Огайской желѣзной дороги, которая объявила,

что приметъ у себя только такую систему тормазовъ, которая окажется лучшей по быстротѣ остановки поѣздовъ и на возможно меньшемъ разстояніи. Говоря объ употребленіи системы Лохриджа на американскихъ дорогахъ, я подробно привожу всѣ условія конкурса, такъ равно и испытанія, произведенныя комиссіею отъ компаніи дороги и отъ изобрѣтателя надъ тормазами его системы, для того, чтобы ознакомить русскихъ техникувъ съ приемами введенія какихъ либо изобрѣтеній на американскихъ желѣзныхъ дорогахъ.

Кромѣ того я долженъ прибавить, что изобрѣтатель этой системы, по личной моей просьбѣ, выслалъ аппараты для торможения поѣзда на шесть вагоновъ и въ скоромъ времени на одной изъ нашихъ желѣзныхъ дорогъ будутъ произведены испытанія съ этими тормазами.

1. **Сущность системы** въ общихъ чертахъ есть слѣдующая: сжатый воздухъ, какъ сила, прижимающая тормазные башмаки къ колесамъ вагоновъ, нагнетается въ резервуаръ, который помѣщенъ обыкновенно подъ тендеромъ; нагнетаніе производится помощію воздушнаго насоса, поршень котораго приводится въ движеніе тяжемъ эксцентрика, насаженнаго на ведущую ось паровоза; насосъ этотъ помѣщается подъ паровымъ котломъ. Подъ каждымъ вагономъ находится тормазной цилиндръ съ поршнемъ, на который во время торможения дѣйствуетъ сжатый воздухъ резервуара. Для проведенія сжатого воздуха изъ резервуара къ тормазнымъ цилиндрамъ служить общая желѣзная труба, проходящая подъ вагонами; отъ нея отдѣляются вѣтви къ каждому тормазному цилиндру; при переходѣ отъ одного вагона къ другому концы общей трубки соединяются помощію гибкихъ гутаперчевыхъ трубокъ.

Торможеніе производится тѣмъ, что машинистъ на паровозѣ, помощію особаго крана, находящагося на трубкѣ, которая соединяетъ резервуаръ съ тормазными цилиндрами, открываетъ между ними сообщеніе и сжатый воздухъ резервуара, поступающій въ тормазные цилиндры, давитъ на ихъ поршни

и выдвигаетъ поршневые стержни изъ цилиндровъ; помощію цѣпи, которая перекинута черезъ блокъ, прикрѣпленный къ концу поршневого стержня, и чрезъ два другіе блока, прикрѣпленные къ тормазному цилиндру, это движеніе передается тягами системъ рычаговъ, прижимающихъ тормазные башмаки къ колесамъ вагоновъ. При этомъ способѣ тормозятся всѣ колеса вагоновъ и передача давленія на башмаки помощію рычаговъ устроена такъ, что на каждый башмакъ приходится одинаковое давленіе; кромѣ того система рычаговъ находится въ соединеніи съ ручными тормазами и, независимо отъ дѣйствія сгущеннымъ воздухомъ, каждый вагонъ можно затормозить ручнымъ тормазомъ.

Въ распоряженіи машиниста находится особый аппаратъ родъ предохранительнаго пружиннаго клапана, помощію котораго можно регулировать давленіе воздуха въ тормазныхъ цилиндрахъ и употреблять только такое давленіе на тормазные башмаки, при которомъ колеса еще не скользятъ по рельсамъ.

Чтобы оттормозить поѣздъ, машинистъ долженъ сначала прекратить, помощію крана, сообщеніе между резервуаромъ и тормазными цилиндрами и за тѣмъ, помощію другаго крана, выпустить воздухъ изъ тормазныхъ цилиндровъ по общей соединительной трубкѣ въ атмосферу; тогда поршни тормазныхъ цилиндровъ отходятъ назадъ и тормазные башмаки отстаютъ отъ колесъ.

Система эта отличается простотою конструкціи, прочностью и несложностью составляющихъ ее частей, скоростью дѣйствія, легкостью управленія ею и дешевизною сравнительно съ другими подобными ей системами.

Устройство и дѣйствіе этой системы тормазовъ яснѣе будетъ видно изъ детальнаго ея описанія.

2. **Устройство тормазовъ.** Чертежъ I представляетъ боковой видъ приспособленій для торможения и ихъ прикрѣпленіе къ паровозу и тендеру.

A воздушный насосъ, прикрѣпленный къ рамѣ паровоза.

B выпускной и *C* заборной клапаны воздушного насоса.

D кулак шатуна, прикрепленный к поршневому стержню воздушного насоса.

E направляющие ползунов (салазки).

F тяга эксцентрика.

G эксцентрик, насаженный на переднюю ось ведущих колес паровоза.

H ось ведущих колес.

I железная трубка, сообщающая воздушный насос с резервуаром; по ней нагнетается насосом воздух в резервуар.

J главная трубка, соединяющая резервуар с тормазными цилиндрами вагонов; она соединяется на паровозе с трубкой *I* посредством короткой трубки с краном *R*.

K соединение главной железной трубки *J* с гутаперчевой соединительной трубкою между вагонами.

L Резервуар, в котором содержится сжатый воздух. На главных американских линиях этот резервуар помещается под тендером, но он может быть также помещен и на тендерѣ.

M соединительная гутаперчевая трубка между паровозом и тендером.

N пружинный предохранительный клапан, помещающийся на трубке *I* для регулирования давления сжатого воздуха в резервуарѣ; давление это не должно превосходить 100 фунтов на 1 квадратный дюйм, что достигается соответственной установкою указателя предохранительного клапана.

O подобный предыдущему пружинный предохранительный клапан, помещающийся на трубке *J* и служащий для регулирования давления воздуха в тормазных цилиндрах; указатель его устанавливается машинистом соответственно необходимой силѣ торможения, зависящей отъ вѣса поѣзда и состоянія поверхности рельсов; для того, чтобы колеса не скользили по рельсамъ при торможении, показаніе этого клапана не должно превосходить 40 фунтов на квадратный дюйм.

P манометръ, помещенный на трубке *I* и показывающій упругость воздуха в резервуарѣ; таковой же можно помѣстить и на трубке *J* для опредѣленія давления воздуха в тормазных цилиндрахъ.

Q кранъ на трубке *J* для выпуска сжатого воздуха изъ тормазныхъ цилиндровъ в атмосферу по окончаніи тормажения.

R кранъ на короткой соединительной трубке между трубками *I* и *J*, проводящій сжатый воздухъ изъ резервуара по главной трубке *J* в тормазные цилиндры вагоновъ во время тормажения.

S кранъ на трубке *I*, пропускающій при одномъ положеніи воздухъ изъ насоса в резервуаръ, а при другомъ положеніи, когда надлежащее давление воздуха в резервуарѣ достигнуто, проводящій воздухъ изъ насоса прямо в атмосферу по короткой трубке *T*, при чемъ насосъ идетъ тогда порожнякомъ.

U Соединительная гутаперчевая трубка между тендеромъ и вагономъ.

V кранъ на трубке *I* близъ резервуара; онъ закрывается передъ отцѣпленіемъ тендера отъ паровоза, для сбереженія сжатого воздуха в резервуарѣ, гдѣ онъ хранится довольно продолжительное время, теряя очень мало упругости.

Предохранительные клапаны *N* и *O*, манометръ *P*, краны *Q*, *R* и *S* помещаются на паровозѣ в мѣстахъ, удобныхъ для сподручнаго управленія ими.

3. Торможение. Когда нужно затормозить поѣздъ, то машинистъ открываетъ кранъ *R*, проводящій сжатый воздухъ изъ резервуара къ тормазнымъ цилиндрамъ вагоновъ; сжатый воздухъ своимъ давлениемъ выдвигаетъ стержни поршней изъ цилиндровъ. Это движеніе концовъ стержней передается помощью цѣпи системъ рычаговъ, прижимающихъ тормазные башмаки къ колесамъ.

Чтобы затѣмъ оттормозить поѣздъ, сначала должно кранъ *R* закрыть, а за тѣмъ открыть кранъ *Q* для выпуска сжатого воздуха изъ тормазныхъ цилиндровъ по трубке *J* в атмосферу.

Когда поезд снова находится въ движеніи, тогда помощію крана *S* восстанавливается сообщеніе насоса съ резервуаромъ *L* для пополненія воздуха, потраченного на торможеніе, и введенія его такимъ образомъ до надлежащей упругости.

4. Тормазные снаряды на вагонахъ представлены на чертежѣ 2 сбоку, а на чертежѣ 3 снизу.

A есть тормазной чугунный цилиндръ.

B, B суть 4 ушка, прилитые къ цилиндру; сквозь нихъ проходятъ болты *G*, притягивающіе крышку къ цилиндру.

C поршневой стержень, къ свободному концу котораго прикрѣплена обойма *D*, обхватывающая блокъ *E*, надѣтый свободно на оси.

F, F обоймы, прилитыя къ крышкѣ цилиндра; въ нихъ утверждены неподвижно оси блоковъ *E, E*.

H цѣпь, которая проходитъ по блокамъ *E, E, E* и соединяется съ тягами *I*, прикрѣпленными помощію шарнировъ къ рычагамъ *J*.

Рычаги *K* соединены тягами *L* съ цѣпями *M*, концы которыхъ прикрѣплены къ осямъ рукоятокъ ручныхъ тормазовъ.

Рычаги *K* и *J* соединены между собою тягами *O*. Конецъ короткаго рычага *J* вращается въ ушкѣ *P*, прикрѣпленномъ къ срединѣ бруса *Q*.

Короткое плечо рычага *K* вращается въ прорѣзѣ *R* тяги *S*, одинъ конецъ которой прикрѣпленъ неподвижно къ брусу *Q*, а другой проходитъ свободно сквозь отверстіе въ срединѣ бруса *Q*.

Спиральная пружина *T*, свободно насаженная на подвижной конецъ тяги *S*, опирается своими концами въ гайку *U* и брусъ *Q*. При дѣйствіи тормазовъ тяга *S* прижимаетъ къ колесамъ тормазные башмаки, прикрѣпленные къ концамъ брусевъ *Q* и *Q'*; по прекращеніи же давленія на тормазъ, пружина *T* удаляетъ брусъ *Q* и *Q'* отъ колесъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и тормазные башмаки.

5. Дѣйствіе тормазовъ происходитъ слѣдующимъ образомъ: по открытіи на паровозѣ крана для сообщенія резервуара съ

главною трубою, проводящею сжатый воздухъ изъ резервуара къ тормазнымъ цилиндрамъ вагоновъ, сжатый воздухъ входитъ въ эти цилиндры и давитъ на поршни. Свободный конецъ поршневого стержня, при своемъ движеніи помощію цѣпи *H*, перекинутой черезъ блоки *E, E, E*, сближаетъ тягами *I* концы длинныхъ плечъ рычаговъ *J*. Рычагъ *J* тягою *O* влечетъ за собою рычагъ *K*, который имѣетъ опору въ точкѣ шарнирнаго соединенія съ тягою *L*; тяга эта прикрѣплена цѣпью *M* неподвижно къ оси рукоятки *N* ручнаго тормазъ; въ тоже время рычагъ *K* въ точкѣ *R* потянетъ тягу *S* и прижметъ брусомъ *Q'* тормазные башмаки къ колесамъ. Рычагъ *J* въ это время напираетъ въ точкѣ *P* въ брусъ *Q* и прижимаетъ прикрѣпленные къ нему тормазные башмаки къ колесамъ, при чемъ пружина *T* сжимается.

Тяги и рычаги представляютъ подвижную систему передачи, которая имѣетъ свои первоначальныя точки опоръ въ концахъ цѣпей *M* у осей рукоятокъ ручныхъ тормазовъ.

Отношеніе плечъ рычаговъ во время равновѣсія этой системы таково, что при дѣйствіи тормазовъ на башмаки равно распределяется давленіе, передающееся имъ помощію рычаговъ отъ сжатого воздуха, который вошелъ въ тормазной цилиндръ *A*.

По окончаніи торможенія, когда сжатый воздухъ выпускается изъ тормазныхъ цилиндровъ, особо приспособленная къ цѣпи *H* пружина своею упругостью возвращаетъ поршень въ первоначальное положеніе, которое онъ занималъ до торможенія и вмѣстѣ съ тѣмъ возвращаетъ также въ первоначальное положеніе систему передающихъ усилія рычаговъ, при чемъ тормазные башмаки отстаютъ отъ колесъ вагоновъ.

6. Распространеніе этой системы въ Америкѣ и опыты, произведенные надъ нею на разныхъ дорогахъ. Система Лохриджа исключительно принята на одной изъ лучшихъ дорогъ Америки, именно на главной линіи Балтиморъ-Огайо и на ея вѣтвяхъ, на протяженіи около 2100 миль, при всѣхъ пассажирскихъ и скорыхъ товарныхъ поѣздахъ, точно также

на линиях западной Мерилендской, Кумберландской, Пенсильванской и др. Пенсильванская дорога употребляет эти тормазы на горных вѣтвяхъ, гдѣ уклоны пути доходятъ до 120 футовъ на 1 версту (0.034).

Интересно здѣсь привести въ подробности тѣ условія и обстоятельства, при которыхъ компанія Балтиморъ-Огайской дороги заключила съ изобрѣтателемъ контрактъ на право употребленія у себя тормазовъ его системы.

На предложеніе изобрѣтателя принять его систему тормазовъ на сказанной линіи, начальникъ движенія Шарпъ (T. R. Sharp) объявилъ, что компанія дороги приметъ только такую систему тормазовъ, которая окажется по испытаніи лучшею въ странѣ, относительно быстроты остановки и на возможно меньшемъ разстояніи. Тогда изобрѣтатель предложилъ правленію, чтобы оно дало ему поѣздъ изъ шести или болѣе вагоновъ и назначило отъ себя довѣренныхъ лицъ для надзора за производствомъ опытовъ съ его тормазами при этихъ вагонахъ. Опыты производились на слѣдующихъ условіяхъ:

1) Если изобрѣтатель, при помощи своихъ тормазовъ, сдѣлаетъ 5 остановокъ поѣзда, идущаго со скоростью 32 мили въ часъ на горизонтальномъ пути, въ тоже самое время и на такомъ же разстояніи, какъ это было произведено на извѣстномъ испытаніи въ Бостонѣ тормозовъ Вестингауза и Смита, то компанія дороги должна заплатить г. Лохриджу премію въ 2000 долларовъ.

2) Если изобрѣтатель сдѣлаетъ еще 5 остановокъ при скорости 32 мили въ часъ и на вдвое меньшемъ разстояніи противъ того, на которомъ останавливали поѣзда Вестингаузъ и Смитъ своими тормазами на испытаніи въ Бостонѣ, то компанія дороги должна заплатить изобрѣтателю вторую премію въ 2000 долларовъ.

3) Если изобрѣтатель, при помощи своихъ тормазовъ, остановитъ поѣздъ изъ десяти вагоновъ въ 16 секундъ времени, на разстояніи 600 футовъ при той скорости, какой только мо-

жетъ достигнуть лучшей изъ паровозовъ этой дороги, то компанія должна заплатить изобрѣтателю остальную часть той суммы, за которую она пріобрѣтаетъ право употребленія и заготовленія тормазовъ этой системы для своихъ линій.

и 4) Если изобрѣтатель не выполнитъ вышепоименованныхъ условій, то онъ обязуется уплатить всѣ издержки, которыя будутъ сопряжены съ производствомъ опытовъ.

Первые два и послѣднее условія приняты были компаніею дороги и по производствѣ предложенныхъ изобрѣтателемъ испытаній на линіи Балтиморъ-Огайо, подъ наблюденіемъ довѣренныхъ лицъ, назначенныхъ со стороны компаніи и со стороны изобрѣтателя, компанія дороги за выполненіе изобрѣтателемъ первыхъ двухъ условій заплатила ему договорную сумму и заключила съ нимъ контрактъ на право употребленія его тормазовъ на своихъ линіяхъ.

Испытаніе, предложенное во второмъ условіи, весьма удачно было выполнено г. Лохриджемъ: онъ остановилъ поѣздъ, шедшій со скоростью 32 мили въ часъ, въ 16 секундъ времени на разстояніи въ 410 футовъ, меньшемъ на 39 футовъ половины среднего разстоянія, на которомъ были останавливаемы поѣзда при испытаніи въ Бостонѣ тормазами Вестингауза и Смита.

Контрактъ компаніи съ изобрѣтателемъ былъ заключенъ 13 сентября 1873 г.; компанія дороги въ самомъ скоромъ времени снабдила весь подвижной составъ пассажирскихъ поѣздовъ и скорыхъ товарныхъ тормазами этой системы. Послѣ 3 годичнаго употребленія ихъ, она даетъ самые лестные отзывы объ этой системѣ и сообщаетъ, что не было ни одного случая, при которомъ тормазы не исполнили своего назначенія.

Съ цѣлью опредѣлить постоянство и равномерность дѣйствія тормазовъ этой системы, компаніею и изобрѣтателемъ произведенъ былъ рядъ наблюденій на пассажирскомъ поѣздѣ, ходящемъ между Балтиморомъ и Вашингтономъ. Этотъ поѣздъ въ разные дни веденъ былъ различными паровозами и маши-

нистами. При трехъ поѣздкахъ поѣздъ состоялъ изъ шести, при четвертой изъ семи вагоновъ. Со стороны компаніи и изобрѣтателя было по довѣренному лицу, которыя съ часами въ рукахъ точно наблюдали время остановокъ. Часы были пускаемы въ ходъ съ момента начала торможенія и останавливаемы, когда поѣздъ былъ окончательно заторможенъ и остановленъ для спуска и приѣма пассажировъ на станціи.

Результаты были слѣдующіе:

При первомъ переѣздѣ сдѣлано было 15 остановокъ, средняя скорость поѣзда была 40 миль въ часъ и среднее время для каждой остановки оказалось въ 24.5 секунды. Время, употребленное на всѣ 15 остановокъ, было только 6.2 минутъ. На другой день тотъ-же поѣздъ веденъ былъ другимъ паровозомъ и машинистомъ. При переѣздѣ сдѣлано было 13 остановокъ и среднее время для каждой остановки было въ 24 секунды.

На третій день третій машинистъ съ своимъ паровозомъ велъ поѣздъ и среднее время для каждой остановки было въ 24.61 секунды.

На четвертый день поѣздъ велъ первый машинистъ съ своимъ паровозомъ; въ эту поѣздку среднее время для одной остановки уменьшено было имъ на 1 секунду противъ перваго раза и оказалось въ 23.5 секунды.

Эти испытанія наглядно доказываютъ удивительное постоянство и равномерность дѣйствія тормазовъ, а также и независимость ихъ дѣйствія при управленіи разными машинистами.

Изъ многихъ другихъ испытаній, произведенныхъ публично въ разное время и на разныхъ дорогахъ, заслуживаютъ интереса испытанія на линіи Гудзонской дороги 27 декабря 1855 года надъ менѣе усовершенствованными еще тормазами этой системы. Испытанія были произведены съ цѣлью сравнить ихъ съ лучшими ручными тормазами, употреблявшимися тогда на этой линіи.

Коммисія, составленная для производства испытаній, въ отчетѣ своемъ приводитъ слѣдующіе результаты: испытанія производились надъ поѣздомъ, состоявшемъ изъ паровоза, тендера, одного багажнаго вагона и четырехъ пассажирскихъ. Трое тормазныхъ дѣйствовали ручными тормазами.

Первый опытъ былъ съ ручными тормазами. Скорость поѣзда въ моментъ подачи сигнала и начала торможенія была 30 миль въ часъ, время остановки было 36 секундъ и разстояніе, пройденное поѣздомъ съ момента подачи сигнала торможенія до полной остановки, было 1000 футовъ (142.86 саж.).

Второй опытъ также съ ручными тормазами. Скорость поѣзда была 30 миль въ часъ; время остановки 25 секундъ и пройденное разстояніе 620 футовъ (88.57 саж.),

Третій опытъ съ тормазами Лохриджа. Скорость поѣзда была 32 мили въ часъ; время остановки 19 секундъ и пройденное поѣздомъ пространство 525 футовъ (75 саж.).

Четвертый опытъ съ тормазами Лохриджа. Скорость поѣзда 24 мили въ часъ, время остановки 16 секундъ, пройденное пространство 250 футовъ (35.71 саж.).

Пятый опытъ—также система тормазовъ. Скорость поѣзда 32 мили въ часъ; время остановки 16 секундъ; пройденное пространство 408 футовъ (58.29 саж.).

Шестой опытъ—ручные тормазы. Скорость поѣзда 32 мили въ часъ, время остановки 21 секунда; пройденное пространство 577 футовъ (82.43 саж.).

Седьмой опытъ—тормазы системы Лохриджа. Скорость поѣзда 32 мили въ часъ, время остановки 16 секундъ, пройденное пространство 412 футовъ (58.86 саж.).

Но самый интересный и важный результатъ быстраго дѣйствія тормазовъ этой системы былъ полученъ при испытаніи, произведенномъ по контракту, между изобрѣтателемъ и желѣзнодорожною компаніею Балтиморъ-Огайо 12 февраля 1876 года, по которому изобрѣтатель брался выполнить третье условіе, предложенное имъ прежде этой компаніи и состоявшее въ томъ,

что онъ помощію тормазовъ своей системы предлагаетъ остановить поѣздъ изъ десяти вагоновъ въ 16 секундъ времени на разстояніи 600 футовъ при наибольшей скорости, какая только можетъ быть достигнута лучшимъ изъ паровозовъ этой дороги.

Это испытаніе произведено было 29 февраля 1876 года на Вашингтонской вѣтви Балтиморъ-Огайской линіи подъ наблюдениемъ главнаго инженера адмиралтейства Соединенныхъ Штатовъ В. Шока (Chief-Engineer Wm. H. Shock U. S. N.) и главно-управляющаго линіи Оранджъ и Александрія г. Форэра (Georg. I. Foreacre), доверенныхъ лицъ отъ компании дороги; президента и главно-управляющаго западной марилендской дороги Гуда (I. M. Hood) и г. Баркера (E. W. Barker), доверенныхъ лицъ со стороны изобрѣтателя.

Результатъ этого испытанія былъ такой: поѣздъ изъ десяти вагоновъ, при скорости въ 42.61 мили въ часъ, былъ остановленъ въ 16 секундъ времени на пространствѣ 589 футовъ и 8 дюймовъ. Остановка была сдѣлана безъ малѣйшаго скольженія колесъ по рельсамъ.

Подробности этого испытанія помѣщены въ прилагаемой таблицѣ, которая была представлена при рапортѣ вице-президенту компании Балтиморъ-Огайской дороги за подписью вышепоименованныхъ лицъ, составлявшихъ комиссію для производства опытовъ.

Испытаніе воздушныхъ тормазовъ системы В. Лохриджа на Вашингтонской вѣтви Балтиморъ-Огайской линіи между Вранвилъ и Александрією, февраля 29 дня 1876 года.

Вѣсъ паровоза	76700 фунтовъ.
» тендера	38370 »
Средній вѣсъ вагона	37608 »
Общій вѣсъ поѣзда	245 тоннъ.
Число ведущихъ колесъ паровоза	4

Діаметръ ведущихъ колесъ	69 дюймовъ.
Размѣры пароваго цилиндра	17×24 дюйма.
» воздушныхъ тормазныхъ цилиндровъ подъ вагонами	11×12 дюймовъ.
Число вагоновъ	10
Общая длина поѣзда	635 футовъ.
Число колесъ въ поѣздѣ	96
Число колесъ, къ которымъ были приложены тормазы	92
Упругость пара при отходѣ поѣзда	130 фунтовъ.
» » » его закрытіи	120 »
» » когда поѣздъ остановленъ	125 »
Упругость воздуха въ резервуарѣ при отправленіи поѣзда	60 »
Упругость воздуха въ резервуарѣ при началѣ торможенія	80 »
Упругость воздуха въ резервуарѣ, когда поѣздъ былъ остановленъ	50 »
Пространство, пройденное для сообщенія поѣзду надлежащей скорости	12180 футовъ.
Время, употребленное на пробѣгъ послѣднихъ 1000 футовъ передъ закрытіемъ пара	16 секундъ.
Разстояніе, пройденное поѣздомъ послѣ закрытія пара до употребленія тормазовъ	300 футовъ.
Скорость поѣзда въ моментъ начала дѣйствія тормазовъ	42.61 мили въ часъ.
Время, употребленное на полную остановку поѣзда	16 секундъ.
Пространство, пройденное поѣздомъ съ момента приложенія тормазовъ до полной остановки поѣзда	598 футовъ 8 дюймовъ.

Состояніе барометра 30.19 дюйма.
 » термометра Фаренгейта. 42°
 Поверхность рельсовъ сухая.
 Направленіе движенія поѣзда. SW10°.
 Направленіе вѣтра WNW.
 Скорость вѣтра въ часъ 14 миль.
 Путь горизонтальный.
 Направленіе пути прямое.

Инженеръ И. Сытенко.

ГЕРМАНСКІЕ И ПРУССКІЕ ПОРТЫ.

ИЗЪ ОТЧЕТА О ЗАГРАНИЧНОЙ ПОѢЗДКѢ ВЪ 1875 ГОДУ.

(Съ чертежами на листахъ X—XVIII).

Гамбургъ.

Гамбургъ лежитъ на правомъ берегу сѣвернаго рукава рѣки Эльбы, въ разстояніи 90 километровъ отъ ея устья. Тутъ впадаетъ въ Эльбу рѣка Альстеръ, которая въ сѣверной части города образуетъ два озера, большой и малый Альстеръ, и соединяется съ Эльбою двумя параллельными каналами, прорѣзывающими городъ. Съ восточной стороны впадаетъ въ Эльбу рѣка Билле, питающая каналы въ той части города, которая называется Санктъ Георгъ.

По причинѣ постояннаго измѣненія уровня воды въ Эльбѣ отъ приливовъ и отливовъ, обыкновенно около 2.5 метр., каналы снабжены шлюзами, которые даютъ судамъ возможность ходить по нимъ во всякое время.

Кавалы внутри стараго города (отводящіе воду изъ Альстера) имѣютъ свои шлюзы въ верхнихъ частяхъ, такъ что въ каналахъ горизонтъ воды измѣняется съ измѣненіемъ уровня въ Эльбѣ; въ части же Санктъ Георгъ вода въ каналахъ поддерживается на постоянномъ уровнѣ тремя шлюзами, расположенными у гавани Оберхафенъ.

Портъ Гамбурга (чер. 2 листа X) простирается отъ города Альтоны по сѣверному берегу рукава Эльбы до бассейновъ городского водопровода, на протяженіи около 6 километровъ. Въ самомъ началѣ, противъ части города С-тъ Паули, находится пристань для пароходовъ гамбургско-американской компаніи пароходства и торговли (Die Hamburg-Amerikanische Packetfahrt-gesellschaft) съ магазинами для склада товаровъ; въ востокъ отъ этого мѣста помѣщена желѣзная плавучая пристань для пассажирскихъ пароходовъ. Она состоитъ изъ ряда желѣзныхъ понтоновъ, соединенныхъ съ берегомъ тремя желѣзными о трехъ пролетахъ мостами, изъ которыхъ два пролета, ближайшіе къ берегу, постоянные и поддерживаются фермами изъ стянутыхъ дугъ; третьи же пролеты, между постоянными частями мостовъ и понтонами, покрыты такими же фермами, но вращающимися въ вертикальныхъ плоскостяхъ около опорныхъ точекъ, такъ что сообщеніе между берегомъ и понтонами открыто при всѣхъ положеніяхъ уровня воды въ Эльбѣ.

Далѣе слѣдуютъ собственно гавани порта.

1. *Нидерхафенъ* составляетъ мѣсто при ушнреніи рѣки, защищенное палами отъ ледохода, и служитъ преимущественно для парусныхъ судовъ, пристающихъ здѣсь къ кирпичнымъ набережнымъ города; къ этой гавани примыкаетъ другая:

2. *Бинненхафенъ*, назначаемая также для парусныхъ судовъ. Въ этой гавани набережная пока еще деревянная, но предполагается въ скоромъ времени ихъ перестроить на кирпичныя.

Эти двѣ гавани сообщаются съ каналами, которые къ сѣверу отъ Бинненхафена развѣтвляются, прорѣзывая городъ по всѣмъ направленіямъ. По каналамъ поднимаются мелкія лодки, подвозящія во время прилива товары съ кораблей къ пакгаузамъ; во время же отлива вода почти вся уходитъ изъ каналовъ, и обнажаетъ дно, распространяющее сильное зловоніе такъ что, видъ этой части города не привлекателенъ.

Къ югу отъ Бинненхафена имѣются двѣ гавани:

3. *Зандторхафенъ* и

4. *Грасброкхафенъ*, отдѣленные одна отъ другой моломъ.

Первая изъ этихъ гаваней (1030 метр. длины и отъ 90 до 130 метр. ширины) имѣетъ съ сѣверной стороны деревянную набережную (Sandthor-Quai), а съ южной кирпичную (Kaiser-Quai), основанную на опускныхъ колодцахъ. Эта гавань назначается для товарныхъ пароходовъ. Выгрузка и нагрузка товаровъ производится здѣсь при помощи множества ручныхъ и паровыхъ подвижныхъ крановъ, товары же складываются подъ навѣсами, откуда они далѣе, конною возкою, отправляются въ городъ или въ вагонахъ, по рельсовымъ путямъ, къ станціямъ желѣзныхъ дорогъ для дальнѣйшей отправки внутрь страны.

Такъ какъ Гамбургъ пользуется правомъ порто-франко, то для таможеннаго освидѣтельствованія товаровъ, отправляемыхъ внутрь страны, имѣется особый таможенный пакгаузъ близъ станціи берлинской желѣзной дороги.

Гавань Грасброкхафенъ назначена преимущественно для глубоко сидящихъ товарныхъ пароходовъ (англійскихъ и американскихъ) и такъ какъ палубы этихъ судовъ значительно выше уровня набережной, то краны, производящіе здѣсь нагрузку и выгрузку товаровъ, имѣютъ журавли, изогнутые такимъ образомъ, чтобы не задѣвали за борта судовъ.

5. *Брокторхафенъ* съ гаванью Зандторхафенъ соединяется особымъ плузомъ, о которомъ будетъ говорено ниже; далѣе идутъ гавани.

6. *Магдебургерхафенъ*,

7. *Баххафенъ* и

8. *Оберхафенъ* съ нѣкоторыми другими незначительными гаванями, служащими для судовъ, которыя приходятъ съ верховьевъ Эльбы.

9. *Таможенная гавань* находится далѣе къ востоку, около водопроводныхъ бассейновъ. Тутъ производится выгрузка товаровъ, подверженныхъ оплатѣ таможенною пошлиною, при даль-

пѣйшемъ ихъ отправленіи вверхъ по Эльбѣ. Краны, производящіе здѣсь разгрузку, приводятся въ дѣйствіе напоромъ воды изъ водонапорной башни.

Новыя кирпичныя набережныя (чер. 1—6 листа XI), которыми одѣты гавани Зандторхафенъ и Грасброкхафенъ, состоятъ изъ ряда прямоугольныхъ кирпичныхъ опускныхъ колодцевъ, соединенныхъ между собою у уровня низкихъ водъ сводами, на которые опирается стѣна набережной. Между колодами земля обдѣлана полукруглымъ откосомъ и для того, чтобы она не могла осыпаться, сзади, между колодами, забиты досчатые шпунтовые стѣнки. Колодцы опущены въ грунтъ на 6.20 метра ниже уровня низкихъ отливовъ и наполнены бетономъ. По верху стѣны идетъ рельсовой путь для крановъ; вѣнчій рельсъ лежитъ прямо на стѣнѣ набережной и прикрѣпленъ къ ней при помощи чугунныхъ подушекъ, вдѣланныхъ въ гранитные камни верхняго ряда (чер. 7); внутренній рельсъ поддерживается особою стѣнкою, соединяющею контрфорсы при наружной стѣнѣ и прикрѣпленъ къ ней при помощи продольнаго подрельсового бруса.

Противъ каждого опускнаго колодца набережной забито по одной буревой сваѣ, прикрѣпленной къ стѣнѣ хомутомъ и болтами (чер. 8); эти сваи поднимаются на 0.87 метра выше уровня набережной и служатъ причальными тумбами. Около каждой буревой сваи прикрѣплены болтами къ стѣнѣ набережной причальные кольца по два при каждомъ болтѣ.

Гавань Зандторхафенъ имѣетъ по всей своей площади достаточную глубину для стоянки товарныхъ пароходовъ при всѣхъ уровняхъ воды въ Эльбѣ; гавань Грасброкхафенъ, напротивъ, еще не вполне готова; во первыхъ, съ южной стороны набережная не доведена до конца и, во вторыхъ, земля еще не вынута въ концѣ гавани у газоваго завода.

Расположеніе путей и навісовъ представлено на поперечномъ раздѣлѣ сѣверной набережной въ гавани Зандторхафенъ (чер. 3 листа XIII).

У набережной, которая здѣсь деревянная, уложенъ сперва путь для крановъ, затѣмъ слѣдуетъ другой путь для вагоновъ, служащій въ томъ случаѣ, когда бы пришлось произвести погрузку вагоновъ прямо съ судовъ; далѣе слѣдуетъ навісъ, закрытый досчатою стѣною со стороны города, затѣмъ идутъ опять три рельсовыхъ пути, послѣ чего расположена городская улица.

Разрѣзъ южной набережной (Kaiser-Quai и набережной при Грасброкхафенѣ) такой же, съ тою только разницею, что набережная каменная и навісы желѣзные, наружная стѣна сдѣлана изъ волнистаго желѣза.

Для производства выгрузки и погрузки товаровъ имѣется множество подвижныхъ крановъ, паровыхъ въ $1\frac{1}{2}$ тоны, а ручныхъ въ $\frac{1}{2}$ тоны.

Въ случаѣ подъема очень тяжелыхъ предметовъ пользуются еще двумя постоянными поворотными кранами, расположенными въ концѣ портоваго мола. Одинъ изъ нихъ, находящійся на сѣверной сторонѣ, въ $12\frac{1}{2}$ тоновъ, приводится въ движеніе паромъ, но приспособленъ и для ручнаго дѣйствія; другой для ручнаго дѣйствія, съ южной стороны мола, имѣетъ двѣ вѣтви, разсчитанныя каждая на 20 тоннъ, но привѣсивъ къ одной вѣтви грузъ въ 20 тоннъ, можно другою поднимать до 40 тоннъ.

Около этихъ крановъ, на концѣ мола, выстроены каменные пакгаузы для склада колоніальныхъ товаровъ.

Пакгаузъ имѣетъ пять этажей, подвалъ и чердакъ (листъ XII). Деревянные потолки поддерживаются въ подвалѣ и въ четырехъ первыхъ этажахъ чугунными колоннами, а въ верхнемъ деревянными столбами.

Для поднятія товаровъ служатъ четыре крана, по 10 тоннъ каждый, приводимые въ движеніе водою изъ двухъ аккумуляторовъ, гдѣ она поддерживается паромъ подъ постояннымъ давленіемъ. Эти аккумуляторы устроены такъ, что когда изъ нихъ выйдетъ опредѣленное количество воды къ кранамъ, тогда паровая машина, накачивающая воду, приводится сама собою въ дви-

женіе и дѣйствуетъ до тѣхъ поръ, пока аккумуляторъ не наполнится опять водою.

Краны установлены на особыхъ желѣзныхъ балконахъ, на такой высотѣ, что могутъ поднимать товары до чердака пакгауза. По обѣимъ сторонамъ каждаго крана имѣются въ стѣнахъ пакгауза отверстія во всѣхъ этажахъ, съ раздвижными затворами, для приѣма поднятыхъ товаровъ.

Кромѣ описанныхъ крановъ имѣется еще при каждомъ балконѣ по два небольшихъ крана для подниманія мелкихъ вещей.

Планъ пакгауза имѣетъ видъ треугольника, въ вершинѣ котораго устроена башня; въ ней помѣщены часы для указанія времени и циферблаты со стрѣлками для указанія состоянія уровня воды въ Эльбѣ, а также силы и направленія вѣтра. По всему пакгаузу идетъ желѣзная дорога, а внутри его устроены въ нѣкоторыхъ мѣстахъ элеваторы.

Шлюзъ между Зандторхафеномъ и Брокторхафеномъ, о которомъ упомянуто выше, назначается собственно для возможности движенія судовъ при быстромъ теченіи воды, происходящемъ во время прилива и отлива.

Вода, поднимающаяся во время прилива, устремляется по рѣкѣ прямо въ Зандторхафенъ, поднимая здѣсь уровень воды; еслибы шлюзъ былъ открытъ, то въ немъ происходило бы сильное теченіе въ сторону Брокторхафена, а при отливѣ было бы совершенно обратное теченіе; скорость при этомъ была бы столь значительна, что суда безъ шлюза не могли бы проходить изъ одной гавани въ другую.

Цѣль шлюза состоитъ слѣдовательно въ томъ, чтобы уменьшить скорость теченія воды и направить главную струю при отливѣ изъ Брокторхафена въ Магдебургерхафенъ; по этому полотно затворовъ имѣютъ положеніе перпендикулярное къ оси шлюзного двора и раздвигаются на каткахъ съ помощью гидравлическаго пресса, дѣйствующаго напоромъ воды изъ городского водопровода. Для пропуска судовъ открываютъ сперва

одну пару затворовъ, вводятъ судно во дворъ, затворы за нимъ запираютъ и открываютъ вторую пару для выпуска судна изъ шлюза.

Вслѣдствіе довольно быстрого возрастанія торговой дѣятельности порта необходимо было его уширить, по чему и пристроена новая только что описанная часть порта, соединенная со станціями желѣзныхъ дорогъ рельсовыми путями; каменную набережную полагаютъ еще продолжить, одѣть камнемъ берегъ рѣки на западъ отъ газоваго завода и отдать весь находящійся здѣсь полуостровъ подъ навѣсы и подъ рельсовые пути и дороги для порта.

На полуостровѣ, къ югу отъ Баххафена (чер. 2, листа X), расположены склады для смолы, керосина и другихъ легко воспламеняющихся веществъ; у сѣверной же набережной этой гавани, болѣе къ западу, и далѣе у набережной Магдебургерхафена, расположены склады для каменнаго угля.

На лѣвомъ берегу рѣки, съ обѣихъ сторонъ переправы, находятся двѣ лѣсныя гавани; верхняя отдѣлена отъ рѣки дамбою Шумахервердеръ и имѣетъ такую глубину, что лѣсъ во время прилива вводится въ гавань, при отливѣ же дно совершенно осушается и лѣсъ изъ гавани собирается и складывается по берегамъ въ стапели.

Ниже другаго лѣснаго бассейна расположена отдѣльная часть города Штейнвердеръ, въ которой находятся заводы и верфи съ эллингами и сухими доками для постройки и починки судовъ. Эти верфи принадлежатъ частнымъ лицамъ или обществамъ.

Сообщеніе этой части города съ другимъ берегомъ рѣки производится двумя пароходами въ двухъ различныхъ мѣстахъ.

Состояніе гамбургскаго порта находится въ весьма тѣсной связи съ состояніемъ рукава рѣки Эльбы, на которомъ онъ расположенъ; по нѣкоторымъ обстоятельствамъ, приведеннымъ ниже, нельзя было приступить къ регулированію рѣки ранѣе 1859 года, но съ тѣхъ поръ работы производятся непрерывно.

Рѣка Эльба, протекающая мимо Гамбурга изъ внутренней Германіи въ Сѣверное море, дѣлится нѣсколько выше города на два рукава, образующіе дельту (чер. I листа X); южный, болѣе широкій рукавъ противъ города Гарбурга, раздѣляется на множество мелкихъ рукавовъ, протекающихъ по низменной мѣстности и собирающихся опять въ сѣверный рукавъ, который составляетъ одно общее устье рѣки Эльбы въ Нѣмецкое море.

Дельта эта образована отложеніемъ наносовъ въ находившемся здѣсь прежде морскомъ заливѣ и вода, пробивающая себѣ путь между отмелями, дала цѣлую систему отдѣльныхъ рукавовъ.

Большая часть этихъ рукавовъ запружена естественнымъ или искусственнымъ образомъ, а изъ остающихся заслуживаютъ вниманіе два главные рукава: сѣверная Эльба и южная Эльба съ продолженіями послѣдней, Зандау и Кельбрандъ.

Характеры этихъ двухъ рукавовъ весьма различны; южная Эльба составляетъ главный рукавъ при началѣ развѣтвленія. Глубина воды и ширина въ немъ при всѣхъ состояніяхъ уровня воды болѣе, чѣмъ въ сѣверномъ рукавѣ, въ нижнихъ же частяхъ сѣверный рукавъ представляетъ большія преимущества, такъ что главный фарватеръ рѣки идетъ сначала отъ устья до Альтоны по сѣверной Эльбѣ, затѣмъ по рукавамъ Кельбрандъ и Зандау, переходитъ въ южную Эльбу, идя потомъ далѣе вверхъ по рѣкѣ.

Приливная волна, поднимающаяся вверхъ по Эльбѣ, затопляетъ всѣ отмели южнаго рукава, наполняетъ всѣ отдѣльные русла водою и доходитъ по этому рукаву до верхней раздѣльной точки раньше, чѣмъ туда достигаетъ приливная волна сѣверной Эльбы и потому въ нее направляется; тутъ она встрѣчаетъ отставшую приливную волну, производитъ толчею и это причиняетъ отложеніе наносовъ.

Въ такомъ положеніи находились дѣла въ концѣ тридцатыхъ годовъ, когда ГанOVERское правительство рѣшилось исправить южную Эльбу, а городъ Гамбургъ сѣверную.

ГанOVERцы опередили гамбургцевъ нѣсколькими годами и направили главную струю воды изъ южнаго рукава въ Зандау и Кельбрандъ, укрѣпляя берега рѣки въ предѣлахъ своихъ владѣній. Со стороны Гамбурга также были произведены нѣкоторыя работы; плетневыми и фашинными укрѣпленіями береговъ русло рѣки было стѣснено и постояннымъ землечерпаніемъ поддерживалась въ рѣкѣ достаточная глубина.

Однако нельзя было достигнуть вполне хорошихъ результатовъ на томъ основаніи, что владѣнія Гамбурга во многихъ мѣстахъ примыкаютъ къ южному рукаву, а ганOVERскія къ сѣверному и не было заключено общихъ условій для регулированія обоихъ рукавовъ вмѣстѣ.

Нельзя не замѣтить, что глубина воды въ верхней части сѣверной Эльбы, послѣ окончанія первыхъ работъ значительно увеличилась, но движеніе приливныхъ волнъ не измѣнилось и сѣверная Эльба, находясь въ зависимости отъ южной Эльбы, опять начала мелѣть.

Когда въ 1857 году рѣшныя работы въ Гамбургѣ были поручены Бау-Директору Дальману (скончавшемуся лѣтомъ 1875 г.), то онъ, производя изысканія рѣки, замѣтилъ, что глубина сѣвернаго рукава отъ точки раздѣла до притока Дове-Эльба значительно уменьшилась и расходъ воды въ немъ, также уменьшившійся противъ прежняго, угрожалъ совершеннымъ обмелѣніемъ сѣвернаго рукава. Ясное доказательство этому представилъ 1858 годъ: при сильномъ восточномъ вѣтрѣ вода до того убывала, что почти вся верхняя часть сѣверной Эльбы была до дна осушена; въ оставшихся протокахъ наибольшая, глубина почти нигдѣ не превышала 0.3 метра.

Въ верхней части южной Эльбы обстоятельства были значительно лучше, но за то въ нижней части глубина уменьшилась весьма ощутительно.

Такъ какъ глубина порта зависитъ прямо отъ количества протекающей въ рѣкѣ воды, то необходимо было немедленно приступить къ регулированію сѣверной Эльбы, что также было

поручено г. Дальману. Главныя предложенныя имъ мѣры были слѣдующія:

1. Уширить рѣку въ узкихъ мѣстахъ, запрудить по возможности побочные рукава и направить воду только по одному главному рукаву.
2. Улучшить профили рѣки въ верхней части ея укрѣпленіемъ берега и вершины раздѣльной точки.
3. Срѣзать правый берегъ рѣки выше раздѣльной точки, направляя этимъ часть воды въ сѣверную Эльбу.
4. Уменьшить длину русла увеличеніемъ пологости изгибовъ рѣки.
5. Прорѣзать каналъ сквозь Кальте-хофе.
6. Слѣзистъ широкія части рѣки продольными водостѣпительными дамбами и образовать за ними берегъ посредствомъ вычерпанной со дна земли.
7. Укрѣпить берега каменною одеждою.
8. Устроить дамбы для удержанія воды при высокомъ уровнѣ.
- и 9. Углубить фарватеръ по мѣрѣ возможности землечерпаніемъ.

Только часть этихъ работъ можно было произвести не касаясь ганноверскихъ владѣній. Ганноверское правительство согласилось на исполненіе всего проекта только при ручательствѣ за сохраненіе постоянного количества воды и глубины въ южной Эльбѣ.

Къ работамъ было приступлено въ 1859 и въ 1865 году уширена была часть рѣки между водопроводными бассейнами и новою лѣсною гаванью отъ 160.125 метр. до 190.625 и 183 метр. Одновременно съ этимъ производилось землечерпаніе въ верхней части рукава на протяженіи 5.185 метр., при чемъ шло также укрѣпленіе береговъ на всемъ этомъ протяженіи рѣки.

Въ 1869 году начаты работы по улучшенію рукава Кельбрандъ на столько, на сколько это необходимо было для поддержки состоянія южной Эльбы въ прежнемъ видѣ.

Послѣ окончанія этихъ работъ осталось еще прорѣзать Кальте-хофе.

Нижеслѣдующая таблица показываетъ увеличеніе объема воды въ различныхъ частяхъ рѣки съ 1857 года по 1872 годъ и пользу произведенныхъ работъ.

УЧАСТКИ РѢКИ.	Длина въ метр.	Объемъ воды ниже уровня низкихъ водъ въ тысячахъ куб. метр.			Возрастаніе объема воды въ ‰		
					1857	1869	1872
		1857	1869	1872	по 1869	по 1872	по 1872
Отъ точки раздѣла до устья Гаммъ-Эльбы	5636	11305	16951	21317	50	26	88 ¹ / ₂
Отъ Гаммъ-Эльбы до водо- проводныхъ бассейновъ	3835	14313	17245	18104	20 ¹ / ₂	5	26 ¹ / ₂
Отъ водопроводныхъ бассей- новъ до переправы	3712	14070	24493	27567	74	12 ¹ / ₂	96
Отъ переправы до устья р. Кельбрандъ	3616	30130	40404	41970	34	4	39 ¹ / ₄
На всемъ протяженіи сѣверной Эльбы отъ точки раздѣла до устья р. Кельбрандъ	16799	69823	99093	10895	42	10	56

Распредѣленіе денегъ, затраченныхъ на произведенныя работы показано въ слѣдующей таблицѣ. Цѣны выставлены въ гамбургскихъ маркахъ-курантъ *).

*) 1 марка=37,045 коп. метал.

УЧАСТКИ РЪКИ.	съ 1857 по 1868 г.		съ 1869 по 1871 г.		Общій расходъ съ 1857 по 1871г.
	Соору-женія.	Землеу-своеніе.	Соору-женія.	Землеу-своеніе.	
Отъ точки раздѣла до устья р. Гаммъ-Эльбы	164134	272276	332942	250365	1019717
Отъ Гаммъ-Эльбы до водопроводныхъ бассейновъ	—	77678	—	1022	78700
Отъ водопроводныхъ бассейновъ до переправы	232181	470339	—	138452	840972
Отъ переправы до устья р. Кельбрандъ	58897	1229258	—	40185	1328338
Итого	455212	2049551	332942	430022	3267727
На содержаніе вѣхъ сооруже-ній сѣверной Эльбы	—	—	—	—	386000
Всего марокъ	—	—	—	—	3653727

Общество Кельнъ-Минденской желѣзной дороги содѣйствовало суммою въ 308600 марокъ на производство работъ между водопроводными бассейнами и переправою.

При регулированіи сѣверной Эльбы надобно было главнымъ образомъ обратить вниманіе на то, чтобы часть рѣки противъ Нидерхафена, составляющая рейдъ, имѣла постоянно достаточную глубину.

Съ этою цѣлью въ проектѣ г. Дальмана ширина отдѣльныхъ частей рѣки, для полученія постоянного тока воды, поддерживающей глубину на рейдѣ, назначена слѣдующая:

Раз-стоя-ніе.	Означеніе мѣстности.	Ш и р и н а.	
		При средн. гориз.	При выс. гориз.
Метр.		М е т р ы .	
0	У раздѣльной точки	262,3	320,25
458	У мѣстечка Гауертъ	204,35	305
1220	У Нейдорфъ и Морвердеръ	198,25	325,35
2745	У Шпаденландъ и Эллерхолцъ	198,25	325,35
3355	У Шпаденландфортъ	198,25	325,35
4270	У Кортенландъ-Кретландъ	198,25	390,40
4575	У Дорнбушъ и Шпаденланденбушъ	204,35	396,50
5185	У Шпаденландеръ - Аусшлагъ и Што-портъ	204,35	402,60
6090	У устья Гаммъ-Эльбы	231,80	—
7320	Въ прорѣзѣ	247,00	402,60
8693	У нижняго конца прорѣза	251,63	402,60
10015	У таможенной гавани	265,35	—
11520	У Бакенвердера и Шумахервердера	286,70	—
13105	У переправы	286,70	—
13715	Выше устья Рейерштагъ	308,00	—
14935	Противъ С. Паули	372,10	408,70
16165	Выше устья Кельбрандъ	411,75	466,85

Оба рукава Эльбы имѣютъ длину:

Сѣверный 17339.25 метр.

Южный 15509.25 »

Слѣдовательно сѣверная Эльба на 12⁰/₁₀ длиннѣе южной.

Довести ихъ до равной длины невозможно, но можно уменьшить разность, сдѣлавъ прорѣзъ при Кальте-хофе; длина сѣверной Эльбы укоротится тогда на 991 метръ, такъ что южная Эльба будетъ всего на 5¹/₂⁰/₁₀ короче.

Съ устройствомъ прорѣза сквозь Кальте-хофе предполагается одновременно измѣнить направленіе рѣки Дове-Эльба, какъ показано на планѣ; этотъ притокъ нѣсколько укро-

тится и будетъ доставлять воду въ сѣверную Эльбу раньше, что весьма полезно для увеличенія въ ней количества воды.

Начиная отъ точки раздѣла, сѣверная Эльба идетъ шириною отъ 198.25 до 213.50 метр. на протяженіи 6100 метр., т. е. до новаго устья р. Дове-Эльба; отъ этой точки ширина рѣки увеличится отъ 244 до 251.63 метр. на протяженіи 3050 метр.

Принимая здѣсь воду изъ стараго русла рѣки, ширина еще увеличивается отъ 265.35 до 286.70 метр. Далѣе, на разстояніи отъ 3050 до 3355 метр., сѣверная Эльба принимаетъ воду портовыхъ бассейновъ, прилегающихъ къ городу, лѣсныхъ гаваней и рѣкъ Рейерштигъ и Билле, и наконецъ на разстояніи 16165 метр. отъ точки раздѣла, соединяется съ рукавомъ Кельбрандъ, гдѣ ширина рѣки доходитъ до 411.75 метровъ.

Съ производствомъ прорѣза при Кальте-хофе и отведеніемъ рѣки Дове-Эльба приходится произвести и другія работы, не относящіяся вовсе до регулированія рѣки.

Для водопровода вода берется изъ рѣки на 457.50 метровъ выше конца прорѣза и очищается въ осадочныхъ бассейнахъ; но въ послѣднее время, при увеличеніи количества потребляемой воды, она не успѣваетъ очиститься совершенно до поступленія въ водопроводныя трубы. Теперь же главная струя рѣки не будетъ проходить мимо пріемниковъ водопровода, почему вода будетъ входить въ осадочные бассейны еще болѣе мутною чѣмъ прежде, такъ что необходимымъ оказывается устроить новые пріемники, соединивъ ихъ съ осадочными бассейнами посредствомъ трубныхъ проводовъ. Длина этихъ трубъ рассчитана въ 610 метр., а стоимость вмѣстѣ съ укладкою 320000 марокъ.

Въ случаѣ необходимости устройства фильтровъ или болѣе вмѣстительныхъ осадочныхъ бассейновъ, можно будетъ это сдѣлать въ старомъ руслѣ рѣки.

Исслѣдованіе грунта буреніемъ показало, что выемку про-

рѣза можно произвести внутри пространства, нынѣ огражденнаго дамбами, въ верхней части прорѣза, до полной глубины или до 2.30 метр. ниже нуля; въ нижней же части только до половины или на 1.15 метр. ниже нуля; въ Гаммъ-Эльбѣ всего на 0.575 метр. ниже нуля, т. е. до уровня низкаго отлива. Остальное должно быть удалено или естественнымъ теченіемъ воды или землечерпаніемъ. При производствѣ выемки надобно одновременно насыпать по обѣимъ сторонамъ дамбы для удержанія воды при высокомъ уровнѣ.

Профили прорѣзовъ представлены на чертежахъ 9, 10 и 11 листа XI.

Эти работы начаты лѣтомъ 1875 года прорытіемъ Кальте-хофе; Дове - Эльба будетъ отведена только по окончаніи перваго прорѣза.

Перевозка земли производится здѣсь малыми четырехколесными паровозами отъ 8 до 16 силъ, по временнымъ рельсовымъ путямъ.

Общая стоимость этихъ работъ слѣдующая, безъ отчужденія земель.

Земляныя работы при выемкѣ прорѣза Кальте-хофе	1,892000
Фашинныя работы и каменные одежды	226000
	————— 2,118000
Земляныя работы по отведенію рѣки Дове-Эльба	591000
Фашинныя работы и каменные одежды	84000
	————— 675000
Итого марокъ	2,793000

Съ окончаніемъ работъ можно надѣяться, что состояніе сѣверной Эльбы значительно улучшится и гамбургскій портъ сдѣлается однимъ изъ первыхъ портовъ Европы, какъ въ отношеніи удобства стоянки судовъ, выгрузки и нагрузки товаровъ, такъ и въ отношеніи удобнаго расположенія навісовъ,

улицъ и путей для сообщенія порта съ городомъ и со станціями желѣзныхъ дорогъ.

Городъ, составляющій главное торговое мѣсто материка Европы, весьма оживленъ и разнообразенъ; у бассейна малаго Альстера онъ имѣетъ видъ совершенно моднаго европейскаго города и можетъ красотою состязаться со многими большими городами, между тѣмъ какъ старая часть города, около порта имѣетъ совершенно другой характеръ; улицы узки, дома по большей части фахверковые и многіе изъ нихъ, наклонившись отъ ветхости, готовы кажется разрушиться и раздавить большую массу народа, постоянно движущагося по улицамъ.

Улицы всѣ вымощены тесанымъ камнемъ, хотя состояніе ихъ вообще далеко не удовлетворительно, но, благодаря существованію хорошей сѣти подземныхъ водосточныхъ галерей, онѣ содержатся весьма чисто.

К и л ь.

Кильскій портъ, находящійся на югозападномъ берегу Балтійскаго моря, въ глубинѣ длиннаго, глубокаго и хорошо укрытаго отъ всѣхъ вѣтровъ залива (Kieler-Förde), есть одинъ изъ лучшихъ естественныхъ портовъ Балтійскаго моря.

Естественная глубина залива такъ значительна, что корабли самыхъ большихъ размѣровъ могутъ стоять на якорѣ противъ самого города, грунтъ вездѣ прекрасный для якорной стоянки (глина съ ракушкою) и заливъ, не имѣя мутныхъ притоковъ, сохраняетъ почти неизмѣнно свою глубину. Полоса болѣе мелкая, у берега, обозначена желѣзными и деревянными бакенами и пѣлами.

Городъ расположенъ на западномъ берегу залива. Берегъ весь, противъ города, одѣтъ набережною, частью каменною, частью деревянною, вообще удобенъ для судовъ и для производства разгрузки и нагрузки товаровъ.

Противъ середины города имѣется гавань для небольшихъ

судовъ и для лодокъ, отдѣленная отъ залива дамбою и желѣзнымъ поворотнымъ мостомъ; эта гавань соединяется далѣе каналомъ съ небольшимъ озеромъ «Малымъ Килемъ» (Kleiner Kiel), составляющимъ бассейнъ, куда стекаетъ вода съ окружающихъ городъ возвышенностей, и, сложивъ здѣсь наносы, вытекаетъ очищеною въ море.

Къ югу отъ города расположена станція желѣзной дороги, отъ которой вдоль набережной идетъ вѣтвь, оканчивающаяся противъ устроеннаго вновь при набережной магазина для склада колоніальныхъ товаровъ.

Нагрузка и выгрузка товаровъ производится здѣсь преимущественно кранами при судахъ, но для подъема болѣе тяжелыхъ вещей служатъ нѣсколько поворотныхъ ручныхъ крановъ въ 2 и въ 3 тоны.

Торговая дѣятельность этого порта незначительна, но она возрастаетъ съ каждымъ годомъ; главные привозные товары составляютъ зерновой хлѣбъ и каменный уголь, а вывозится изъ порта лѣсной матеріалъ, склады котораго пахотятся при малой гавани порта и при устьѣ рѣки Швентине у мѣстечка Неймюленъ, на восточномъ берегу залива.

Пасажирское движеніе довольно дѣятельно, чему способствуетъ прямое сообщеніе между Швеціею и Гамбургомъ чрезъ Мальмѣ, Копенгагенъ, Корсэръ и Киль, которое поддерживается ежедневнымъ пароходнымъ сообщеніемъ между Корсэромъ и Килемъ.

Въ нижеслѣдующихъ таблицахъ, заимствованныхъ изъ статистическаго отчета о дѣятельности кильскаго порта за 1874 г., показано число приходящихъ и отходящихъ судовъ, равно какъ и количество привозимаго и вывозимаго товара за нѣсколько лѣтъ.

Таблица № 1.

Количество пришедших судовъ и товаровъ.

ГОДЫ.	Число судовъ.	Вмѣстимость.	Нагрузка.
		Т о н ы.	
1869	4198	305632	207770
1870	2897	191070	198250
1871	3544	271514	207454
1872	4000	312594	Свѣдѣній не имѣется:
1873	3754	301494	
1874	3915	314616	

Таблица № 2.

Количество отшедших судовъ и товаровъ.

ГОДЫ.	Число судовъ.	Вмѣстимость.	Нагрузка.
		Т о н ы.	
1869	4268	307934	36082
1870	2833	186770	38866
1871	3561	268320	207454
1872	3934	312428	Свѣдѣній не имѣется.
1873	3791	305842	
1874	3967	319596	

Таблица № 3.

Общее количество судовъ и товаровъ въ 1874 году
Киль и Неймюленъ.

Пришедшихъ.	Отшедшихъ.
Киль 3915 суд. 314616 т.	Киль 3967 суд. 319596 т.
Неймюленъ . . . 314 » 29940 »	Неймюленъ . . . 311 » 24780 »
Итого . . . 4229 суд. 339556 т.	Итого . . . 4278 суд. 244276 т.

Кромѣ лѣсныхъ складовъ, при мѣстечкѣ Неймюленъ находится еще мукомольная мельница, съ которой не малое количество пшеничной муки ежегодно вывозится въ Англію.

Уже выше было сказано, что заливъ, въ которомъ помѣщается кильскій портъ, со всѣхъ сторонъ защищенъ отъ вѣтровъ, но повышение или пониженіе уровня воды зависитъ отъ направленія вѣтра.

Западный вѣтеръ гонить воду изъ залива и уровень понижается обыкновенно отъ 0.610 до 1.22 метр. При буряхъ пониженіе горизонта воды бываетъ отъ 1.525 до 1.83 метр. и болѣе. Изъ 8175 наблюдений, сдѣланныхъ съ 1857 по 1864 г., найдено, что пониженіе горизонта воды до 0.610 метр. составляетъ 38% всего количества наблюдений; отъ 0.915 до 1.22 м. всего $\frac{1}{2}$ % и пониженіе уровня до 1.525 м. $\frac{1}{4}$ %; остальные наблюденія показываютъ измѣненіе горизонта менѣе чѣмъ на 0.610 метр., считая отъ ординара. Наиболѣе низкое положеніе уровня воды было во время сильныхъ западныхъ буръ 19 сентября 1864 г. до 1.85 м. и 4 октября 1860 до 2.033 тоже во время сильной бури.

При восточномъ вѣтрѣ горизонтъ воды въ такихъ же размѣрахъ повышается; 2 ноября 1864 г. вода поднялась во время бури на 2.1 м. выше ординара. Осенью 1872 года набережные города были покрыты водою, но именно на сколько вода тогда поднялась, мнѣ не извѣстно.

Съ 1868 года производится постройка военного порта на восточномъ берегу залива, между мѣстечками Элсбекъ и Зандкругъ; эти работы въ настоящее время болѣе всего обращаютъ на себя вниманіе въ Килѣ (чер. 1 листа XIII).

Онѣ далеко еще не кончены; выемка земли до горизонта 2.0 м. выше ординара, потребовала громаднхъ земляныхъ работъ, при чемъ пришлось бороться съ значительнымъ количествомъ ключей, пробивающихся въ песчаныхъ прослойкахъ глинистой почвы. Отвозка земли производилась и теперь производится исключительно легкими четырехколесными паровозами

отъ 8 до 16 силъ. Поѣзда состояются изъ 10 или 15 нагруженныхъ вагоновъ, вмѣщающихъ каждый по 2 куб. метра земли. Пути устроены изъ рельсовъ малыхъ размѣровъ на шпалахъ, которыя лежатъ прямо на выровненной поверхности земли; уклоны пути сдѣланы до 0.25, радіусы поворотовъ весьма малы, но тѣмъ не менѣе перевозка земли производится очень успѣшно.

Вагоны, употребляемые при работахъ, имѣютъ весьма разнообразную конструкцію; кузова устроены или вращающимися около продольныхъ осей, или состоятъ прямо изъ платформы съ откидными стѣнками, или устроены передвижные на роликахъ, какъ это представлено на чертежѣ 4 листа XIII. Дѣйствіе вагона, при опоражниваніи кузова, ясно видно на чертежѣ и не требуетъ поэтому особыхъ поясненій.

Вся земля изъ выемки отвозится въ конецъ залива, гдѣ образована насыпь, показанная на чертежѣ 1 штрихами. Насыпь ограничена со стороны воды деревянною набережною изъ шпунтового ряда свай, которую предполагаютъ со временемъ соединить съ городскою набережною, и при этомъ выдвинуть западный берегъ залива, противъ желѣзной дороги.

На этой насыпи пока еще ничего не сдѣлано, но предполагается разбить мѣсто на участки и передать въ частныя руки.

На детальномъ планѣ военнаго порта (чер. 2 листа XIII) видно общее расположеніе и нѣкоторыя зданія, отчасти временныя и отчасти постоянныя, вновь выстроенныя или строящіяся.

Отдѣланныя части порта, видныя на планѣ, суть:

I. Плавающий желѣзный докъ, переведенный сюда изъ Свинемюнде, гдѣ прежде помѣщался прусскій военный флотъ.

II. Временный деревянный элингъ, который лѣтомъ 1875 года былъ занятъ строящимся желѣзнымъ фрегатомъ. Этотъ элингъ послѣ спуска фрегата будетъ перестраиваться на каменный.

Вся длина элинга. 180 метр.
Уклонъ стапеля $\frac{1}{16}$
Глубина на концѣ подводнаго стапеля 8.12 метр.

III и IV. Два каменные элинга для постройки судовъ.

Размѣры первого:

Длина. 160 метр.
Уклонъ $\frac{1}{14,2}$
Глубина воды на концѣ подводнаго стапеля. 8.12 метр.

Размѣры втораго.

Длина. 155 метр.
Уклонъ $\frac{1}{13,78}$
Глубина воды на концѣ подводнаго стапеля 8.12 метр.

Эти элинги отличаются отъ обыкновенныхъ тѣмъ, что подводные ихъ стапели занимаютъ довольно значительную часть длины элинговъ.

въ 1-мъ элингѣ длина подводнаго стапеля . 129.98 м.
въ 2-мъ » » » » . 115.304 »
въ 3-мъ » » » » . 111.89 »

почему, по установкѣ судна на стапель, часть его, находящаяся подъ водою, отдѣляется и изъ пространства за батопортомъ вода отливается. Такой же батопортъ помѣщается и въ концѣ элинга и можно воспользоваться подводными стапелями какъ сухими доками, для исправленія судовъ небольшихъ размѣровъ.

V. Гавань для стоянки землечерпательной машины съ шаландами. Эта гавань можетъ кромѣ того служить для стоянки судовъ, требующихъ исправленій въ частяхъ выше ватерлинии, или для килеванія.

VI, VII, VIII и IX. Четыре сухихъ каменныхъ дока, изъ коихъ три первые были лѣтомъ 1875 г. доведены до поверхности дна дворовъ, а подъ четвертый только закладывали основаніе. Доки основаны на бетонѣ, днища составлены изъ обратныхъ кирпичныхъ арокъ, стѣны будутъ устроены изъ кирпича и вся внутренняя поверхность будетъ облицована

шведскимъ гранитомъ. Кладка положена на цементномъ растворѣ (1 часть портландскаго цемента и 1 часть песку), исключая тѣхъ частей, которыя менѣе подвержены дѣйствию морской воды и мороза. Эти части положены на растворѣ, составленномъ изъ 1 части жирной извести 1 части трасса и 1 части мелкаго песку.

Главные размѣры доковъ слѣдующія:

	VI	VII	VIII	IX
Ширина у затворовъ	21.16	21.50	21.92	23. 4
— камеры по				
серединѣ	25.80	28.80	29.80	29.45
Ширина камеры въ				
остальныхъ частяхъ . . .	24.00	27.00	28.00	27.65
Глубина на порогѣ . . .	5.02	6.92	7.85	8.63
Длина камеръ	102.56	104.86	109.66	120.84

Все размѣры выражены въ метрахъ.

Доки будутъ закрываться желѣзными батопортами, а камеры будутъ сообщаться между собою галереями, отводящими воду къ общему колодцу, откуда она будетъ отливаться паровыми насосами

X. Зданіе для помѣщенія насосовъ и паровыхъ машинъ для отливанія воды изъ доковъ.

XI. Басейнъ для стоянки судовъ при ихъ оснащиваніи и вооруженіи. Выемка этого бассейна только что начата и производится частью какъ описано выше, а частью землечерпашемъ. Глубина этого бассейна будетъ 9.50 мет. отъ ординара.

XII. Басейнъ для стоянки судовъ при отдѣлкѣ надводной части корпуса.

Выемка втораго бассейна доведена почти до глубины 9.50 метр. Набережная съ сѣверной стороны ея также готова; лѣтомъ 1875 г. забивали шпунтовые сваи для южной набережной. Стѣна набережной кирпичная, на бетонномъ основаніи, съ контрфорсами (чер. 5 листа XIII); верхняя поверхность облицована гранитомъ и блаты, служащія для удержанія ох-

ранныхъ стоекъ, прикрѣплены къ гранитнымъ камнямъ, вѣданнымъ въ кирпичную кладку набережной.

Дождевая и грунтовая вода отливается паровыми центробѣжными насосами, расположенными въ два яруса.

Въ томъ мѣстѣ, гдѣ на чертежѣ показано сообщеніе между бассейнами XI и XII, помѣщается въ настоящее время заводъ для приготовленія раствора и бетона, которые посредствомъ воронокъ спускаются на дно бассейна VII и принимаются тамъ въ тачки или въ носилки.

XIII. Паровая мельница для растиранія траса. Трасъ кусками поступаетъ сначала между вальками и раздробляется на мелкіе куски, затѣмъ измельченный трасъ поднимается вверхъ, при помощи винта въ трубѣ и высыпается въ чугунныя тарелки, съ бѣгунами; далѣе размолотый трасъ проходитъ сквозь крупныя грохоты; остающіеся въ грохотахъ куски траса снова поступаютъ подъ бѣгуны, а совершенно измолотый трасъ передается, при помощи горизонтальнаго винта, помѣщеннаго въ желобѣ, въ особый для этого назначенный сарай.

XIV. Сарай для храненія размолотаго траса.

XV. Магазины для склада различныхъ строительныхъ матеріаловъ и приборовъ для производства работъ.

XIV. Новая каменная мастерскія.

XVII. Временная столярная мастерская.

XVIII. Техническое бюро и контора правленія.

XIX. Нѣсколько жилыхъ домовъ.

XX. Молъ изъ свай для защиты порта отъ волнъ.

Со стороны воды часть набережной около элинговъ готова, далѣе устроена временная набережная изъ дерева.

Устройство входа въ бассейны изъ залива еще не начато такъ что дорога въ Элсбекъ проходитъ въ настоящее время по тому мѣсту, которое показано на планѣ; когда же работы въ портѣ будутъ окончены, то и дорога будетъ отведена кругомъ всего участка, какъ это тоже видно на планѣ.

Въ настоящее время я не могъ ничего болѣе узнать о будущемъ видѣ порта, детальныя чертежи построекъ тоже

нельзя было получить и я долженъ окончить описаніе кильскаго военнаго порта, представляющаго своими громадными работами очень много интереснаго для инженера.

На западномъ берегу залива, къ сѣверу отъ города, помѣщался прусскій флотъ, тотчасъ послѣ присоединеніе Кили къ Пруссіи; тамъ въ настоящее время находится депо для обмундированія и продовольствія флота.

Кромѣ указанныхъ сооруженій, при городѣ находится корабельная верфь для постройки деревянныхъ коммерческихъ судовъ, а противъ города на другомъ берегу залива, къ западу отъ мѣстечка Вандкругъ, имѣется верфь, принадлежащая сѣверогерманскому акціонерному обществу кораблестроенія. При ней есть нѣсколько деревянныхъ судостроительныхъ и одинъ Мортонъ элингъ, мастерскія и другія приспособленія для постройки и починки металлическихъ судовъ. Въ настоящее время верфь работаетъ для имперскаго германскаго флота.

Входъ изъ Балтійскаго моря чрезъ Кильскую бухту въ заливъ защищенъ укрѣпленіемъ Фридрихс-ортъ. На одной изъ батарей его находится маякъ въ видѣ четырехугольнаго строенія, съ постояннымъ бѣлымъ огнемъ; дальность видѣнія его 8 морскихъ миль.

На концѣ каменнаго рифа, выступающаго въ заливъ отъ крѣпости, выстроены маякъ въ видѣ круглой башни съ постояннымъ бѣлымъ огнемъ. На вершинѣ башни имѣется три шара (бѣлые съ краснымъ), служащіе для указанія фарватера днемъ; дальность видѣнія огня маяка 4 мили.

Когда нѣтъ возможности подъѣхать къ маяку и засвѣтить на немъ огонь, тогда это указываетъ мореплавателямъ особымъ фонаремъ, который поднимается на батарее, на особой мачтѣ.

Далѣе въ заливѣ имѣется небольшой маякъ съ постояннымъ огнемъ у мыса Дистерброкъ и въ самомъ городѣ зажигаются ночью два огня, зеленый и красный, для указанія положенія набережной.

Любекъ.

Городъ Любекъ расположенъ на правомъ берегу рѣки Траве, въ 2 миляхъ (около 14 верстъ) отъ ея устья (чер. 4 листа XIV). Онъ окруженъ со всѣхъ сторонъ водою; съ восточной стороны находится большой прудъ, образованный плотиною, которая удерживаетъ воду рѣки Вакеницъ, притока Траве (чер. 3 листа XIV); при этой плотинѣ есть мукомольныя мельницы.

Съ западной стороны города рѣка Траве имѣетъ двѣ вѣтви; одна, восточная, старое русло рѣки, составляетъ собственно купеческую гавань Любекскаго порта. Восточный берегъ сѣверной части этой вѣтви одѣтъ частью каменною, частью деревянною набережною, длиною въ 1200 погон. метровъ, при глубинѣ воды, достаточной для стоянки самыхъ большихъ коммерческихъ судовъ, плавающихъ по Балтійскому морю. Западный берегъ этой гавани одѣтъ набережною, длиною въ 200 метровъ; противъ станціи желѣзной дороги, сѣвернѣе, расположены корабельныя верфи и склады каменнаго угля. Южная часть этой-же вѣтви рѣки назначается для рѣчныхъ судовъ и потому имѣетъ незначительную глубину, набережная около города имѣетъ здѣсь 600 метровъ длины.

Вторая, западная вѣтвь рѣки, есть старый крѣпостной ровъ, который обращенъ въ русло рѣки и по которому протекаетъ главная струя воды. Вѣтвь эта служитъ для стоянки судовъ съ лѣснымъ матеріаломъ, склады котораго находятся тутъ-же на правомъ берегу. У сѣвернаго конца этой вѣтви, на правомъ же берегу, находятся склады дегтя, привозимаго изъ Финляндіи и отправляемаго отсюда по желѣзной дорогѣ внутрь страны.

Всѣ части порта соединены со станціею желѣзной дороги рельсовыми путями. Магазины для склада товаровъ находятся въ городѣ вдоль набережной и принадлежатъ частнымъ лицамъ; погрузка и выгрузка производится преимущественно

кранами при корабляхъ, но для болѣе тяжелыхъ товаровъ и для нагрузки вагоновъ имѣется нѣсколько поворотныхъ крановъ.

Для защиты товаровъ, выгруженныхъ на берегъ во время таможенного ихъ осмотра, служатъ навѣсы (деревянные и желѣзные), расположенные въ сѣверной части порта.

Не смотря на то, что рѣка Траве имѣетъ отъ Любека до устья значительную глубину (до 14 футовъ), торговля города не велика; это происходитъ собственно отъ того, что рѣка очень извилиста и представляетъ большія затрудненія для прохода парусныхъ судовъ, а также и отъ того, что гавань порта и протяженіе набережныхъ незначительны. Благодаря тѣмъ работамъ, которыя уже сдѣланы для регулированія рѣки, землечерпаніе для углубленія русла производится въ настоящее время только черезъ каждые три года и глубина въ немъ всегда достаточна для прохода судовъ; но гавани имѣютъ мало площади, а протяженіе набережныхъ очень недостаточно.

Устье рѣки Траве (чер. I листа XIV), выходящее въ Любекскую бухту по направленію ONO, обдѣлано двумя фашипными съ камнемъ дамбами, изъ которыхъ южная нѣсколько загнута къ сѣверу, чтобы направить струю воды изъ рѣки на баръ, складывающійся у головы сѣвернаго мола.

Складываніе этого бара, хотя имѣетъ мѣсто и требуетъ отъ времени до времени землечерпательныхъ работъ, не происходитъ однако быстро, благодаря тому обстоятельству, что главное береговое теченіе въ Балтійскомъ морѣ, имѣющее направленіе вдоль южнаго берега съ запада на востокъ, не имѣетъ большой силы въ Любекской бухтѣ и задерживается кромѣ того у самаго устья рѣки каменнымъ рифомъ, выступающимъ далеко въ море.

Суда, входящія изъ Балтійскаго моря въ Любекскую бухту, идутъ безъ всякихъ препятствій почти до самаго входа въ Травемюнде, гдѣ направленіе фарватера указывается двумя створами, изъ коихъ одинъ, бѣлый, находится на головѣ южнаго

мола, а другой, красный, въ разстояніи 550 метр. на WSW отъ перваго.

Для указанія входа въ портъ ночью служить расположенный на лѣвомъ берегу устья рѣки маякъ съ постояннымъ бѣлымъ огнемъ, освѣщающимъ горизонтъ на разстояніи 16 миль, въ предѣлахъ угла, составляющаго фарватеръ. Съ противоположной стороны башни находится другой огонь, 32 фута ниже перваго; онъ служитъ для указанія пути судамъ, идущимъ внизъ по рѣкѣ.

Весь фарватеръ, отъ входа въ Травемюнде до залива Штау, обозначенъ кромѣ того двумя рядами бакеновъ, бѣлыми съ лѣвой и черными съ правой стороны.

При маякѣ находится еще оптический телеграфъ для указанія состоянія воды въ Любекѣ, глубина которой при сильныхъ и продолжительныхъ западныхъ и югозападныхъ вѣтрахъ уменьшается до 7 футовъ.

Увеличеніе гаваней, порта и набережныхъ встрѣчаетъ большія затрудненія. Старые крѣпостные верки, обращенные въ сады и находящіеся между купеческою гаванью и старымъ крѣпостнымъ рвомъ, составляютъ довольно большія возвышенности, снятіе которыхъ потребуетъ слишкомъ значительныхъ земляныхъ работъ. Въ настоящее время, однако, при образованіи большихъ площадей для склада лѣснаго матеріала, эти возвышенности мало по малу снимаются, при чемъ снятою землею производится засыпка бассейна, находящагося у лѣваго берега южной части крѣпостнаго рва и баластировка отходящихъ порожнякомъ судовъ.

Въ купеческой гавани перестраивается часть набережной противъ каменноугольныхъ складовъ, при чемъ ее выдвигаютъ нѣсколько въ гавань; но чтобы при этомъ площадь послѣдней не уменьшилась, предполагаютъ снять противоположный берегъ и тогда эта часть гавани нѣсколько спрямится и образуется болѣе удобный входъ для судовъ. Торговая дѣятельность этого порта видна изъ прилагаемой ниже таблицы, занесенной изъ статистическаго отчета за 1874 годъ.

		Пароходовъ.		Нарусныхъ судовъ.		Всего судовъ.	
		Число.	Тон.	Число.	Тон.	Число.	Тон.
За 1870	Приходящихъ . . .	454	66388	1355	84283	3587	298965
	Отходящихъ . . .	456	66435	1322	81859		
" 1871	Приходящихъ . . .	698	101598	1669	119599	4760	447364
	Отходящихъ . . .	697	101592	1706	124175		
" 1872	Приходящихъ . . .	776	110661	1681	120980	4895	459971
	Отходящихъ . . .	772	109542	1666	118788		
" 1873	Приходящихъ . . .	918	152472	1897	141760	5622	590411
	Отходящихъ . . .	917	151947	1890	144232		
" 1874	Приходящихъ . . .	959	188778	1473	118887	4889	615765
	Отходящихъ . . .	954	187599	1503	120501		

Въ 1875 году торговля Любека нѣсколько упала и можетъ упасть еще больше, если не будутъ приняты мѣры для улучшенія входа въ портъ по рѣкѣ Траве.

Для исправленія этого пути было уже сдѣлано нѣсколько предположеній, для объясненія которыхъ я привожу здѣсь мнѣніе инженера Кюхце, высказанное имъ въ городской строительной депутаціи.

Депутація эта разсматривала три проекта исправленія фарватера рѣки Траве.

1) Устройство канала, длиною въ 4.5 километра, начиная нѣсколько ниже города къ заливу Штау.

2) Устройство прорѣза, длиною въ 1.15 километра, отъ мѣстечка Нусбушъ до Старо-Любека (Alt-Lübeck) и регулированіе вмѣстѣ съ тѣмъ остальной части рѣки.

3) Регулированіе стараго русла рѣки съ возможно-меньшимъ измѣненіемъ направленія фарватера.

Первый проектъ былъ большинствомъ голосовъ отстраненъ, а обращено вниманіе на послѣдніе два; но нельзя было окончательно рѣшиться въ пользу того или другаго, безъ подробныхъ изысканій и смѣтъ. Производство изысканій поручено

было инженеру Кюхце, который долженъ былъ составить смѣту и высказать свое мнѣніе.

Г. Кюхце, производя изысканія, составилъ вмѣстѣ съ тѣмъ подробныя смѣты на производство работъ, придерживаясь слѣдующихъ данныхъ:

1) Сдѣлать глубину воды вездѣ не менѣе 4.6 метра.

2) Сдѣлать ширину рѣки: при среднемъ уровнѣ не менѣе 70 метр. и на днѣ въ 50 метр.

3) Выбрать по возможности большіе радіусы для кривыхъ поворотовъ и ни въ какомъ случаѣ не допускать ихъ менѣе 550 метр.

4) Между кривыми частями рѣки помѣщать прямые участки.

Придерживаясь, сколько это возможно было, этимъ даннымъ, прямая и кривая части рѣки будутъ идти, начиная отъ города, въ слѣдующемъ порядкѣ.

А. Въ случаѣ устройства прорѣза отъ Нусбуша до Старо-Любека.

Длина въ метрахъ, считая отъ города.					
Прямыхъ.	Кривыхъ.	Радіусы.	Прямыхъ.	Кривыхъ.	Радіусы.
400	—	—	1127	—	—
—	534	550	—	161	1000
163	—	—	709	—	—
—	779	750	—	77	1000
546	—	—	567	—	—
—	718	750	—	995	750
492	—	—	303	—	—
—	349	750	4307	3613	—

Изъ всего протяженія 7920 метр. исправленной части рѣки, большая часть приходится на долю прямыхъ линій.

Б. Въ случаѣ одного регулированія стараго русла рѣки.

Длина въ метрахъ, считая отъ города.					
Прямыхъ.	Кривыхъ.	Радиусы.	Прямыхъ.	Кривыхъ.	Радиусы.
400	—	—	—	600	500
—	534	550	1127	—	—
163	—	—	—	161	1000
—	779	750	709	—	—
546	—	—	—	77	1000
—	130	750	567	—	—
—	535	500	—	995	750
—	930	500	303	—	—
145	—	—			
—	860	500	3960	5601	

Въ этомъ случаѣ изъ всего протяженія исправляемой части рѣки, 9561 метръ или большая часть приходится на долю кривыхъ.

Изъ вышеприведеннаго можно видѣть, что перевѣсъ находится на сторонѣ прорытія канала Нусбушъ-Старо-Любекъ, при чемъ длина всего пути укоротится на 1800 метр.; при одномъ же регулированіи фарватера, онъ укоротится всего на 300 метр. Кромѣ того, трудно было при второмъ проектѣ ограничиться радиусами въ 550 метр., не задѣвая значительно Ольденбургскихъ владѣній, по этому они уменьшены до 500 метр. и кривыя слѣдуютъ другъ за другомъ безъ промежуточныхъ прямыхъ линий.

Противъ прорытія канала можно возразить то, что количество земляныхъ работъ будетъ очень значительно и откосы потребуютъ дорогихъ фашинныхъ одеждъ, ремонтъ которыхъ придется производить по крайней мѣрѣ черезъ каждыя пять лѣтъ.

Раздѣнеа показываетъ, однако, что прорытіе канала обойдется дешевле регулированія на 72000 рейхсмарокъ *).

До настоящаго времени землечерпаніе производилось черезъ

*) 1 рейхсмарка = 30.871 коп. метал.

каждые три года. Для поддержанія постоянной глубины въ разсматриваемой части рѣки Траве, часть рѣки отъ устья р. Швартау до залива Штау была улучшена въ 1855 и 1856 годахъ и глубина воды на этомъ участкѣ сохранилась до настоящаго времени безъ всякой посторонней помощи.

Новый прорѣзъ, заставляя воду течь съ большею скоростью, сохранить, безъ всякаго сомнѣнія, первоначальную глубину также безъ землечерпанія. Если же предположить, что придется производить землечерпаніе черезъ каждыя пять лѣтъ, то ежегодная стоимость содержанія разсматриваемой части фарватера будетъ:

Для канала 6840 марокъ
» рѣки. 26000 »

Разница выходитъ слѣдовательно отъ 19000 до 20000 м. ежегодно; она представляетъ капиталъ (считая 5%) въ 400000 м.

Если къ этому прибавить капиталъ, необходимый для производства основныхъ работъ въ участкѣ рѣки Нусбушъ-Старо-Любекъ и рассчитанный въ 1,122000 м., то получится полный основной капиталъ въ 1,522000 м. Для устройства же канала потребуется всего 1,050000 м. или на 472000 м. меньше.

Къ неудобствамъ устройства прорѣза можно еще отнести то, что участокъ земли въ 840000 кв. метр., находящійся въ настоящее время въ связи съ городомъ, отдѣлится отъ него и необходимо будетъ устроить переправу; или же, если правительство пріобрѣтетъ всѣ частныя владѣнія, находящіяся на этой отрѣзанной части, то надобно будетъ устроить сообщеніе при помощи дамбы или постоянного моста черезъ старое русло рѣки. Устроивъ такимъ образомъ хорошее сообщеніе съ городомъ, можно провести вѣтъ отъ Кильской желѣзной дороги къ керосиновымъ складамъ, находящимся на этомъ мѣстѣ.

И такъ устройство прорѣза выгоднѣе простаго регулированія рѣки.

Для исполненія работъ полагали:

Вычерпанную землю перевести на судахъ въ заливъ Штау,

спустить ее на дно ниже переправы, за находящеюся тамъ фашиною дамбою. Или же:

Землю изъ выемки прорѣза насыпать на низменныхъ лугахъ, перевоза ее или въ тачкахъ и телѣгахъ или на судахъ.

Удаленіе земли и погруженіе ея въ заливъ Штау можно исполнить съ наименьшими затратами, употребляя на это шаланды со створчатыми днищами. Такимъ образомъ можно насыпать весь заливъ, оставивъ въ немъ 2 фута глубины, а потомъ все мѣсто укрѣпить разсадою тростника. При этомъ можно однако опасаться выпучиванія дна рѣки на фарватерѣ, что опять заставитъ прибѣгать къ землечерпательнымъ работамъ.

Противъ засыпки луговъ можно привести дороговизну перевозки земли въ телѣгахъ или въ тачкахъ, и можно также опасаться выпучиванія дна рѣки; кромѣ того необходимо заранѣе войти въ соглашеніе съ владѣльцами луговъ, безъ котораго такое распрѣдѣленіе земли изъ выемки канала невозможно.

Всѣ эти неудобства устраняются, если вынутою землею насыпать отрѣзанный каналомъ участокъ, пріобрѣтеніе котораго не можетъ быть очень дорого, ибо грунтъ тамъ большею частью песчаный.

Если по этому положить, что вся вынутая земля будетъ сложена на вышеприведенномъ островѣ, отрѣзанномъ каналомъ, то вся стоимость прорѣза обойдется 1,080000 марокъ, т. е. увеличится всего на 30000.

Ширина прорѣза у горизонта среднихъ водъ предполагается въ 70 метр., у дна 50 метр., откосы двойные съ бермами въ 3 метра, высота ихъ 2 метра выше уровня среднихъ водъ (чер. 2 листа XIV).

Откосы будутъ укрѣплены или травой или фашинами и плетнями, смотря по надобности. При входѣ въ каналъ съ верхней стороны будетъ устроена въ рѣкѣ бѣна для направленія струи воды въ прорѣзъ.

Глубина канала и рѣки будетъ доведена до 4.6 метра.

Во время моего пребыванія въ Любекѣ (въ началѣ августа

1875 г.) дѣло о регулированіи рѣки было рѣшено въ пользу прорѣза и работы уже начаты.

Ихъ предполагалось окончить въ теченіи трехъ лѣтъ.

Полная стоимость работъ (прорѣза и регулированія рѣки) рассчитана въ 2,153000 марокъ, не включая сюда однако отчужденія земель.

Для того, чтобы доставить судамъ возможность и въ ночное время ходить по рѣкѣ, полагается расположить по берегамъ огни. Вся стоимость устройства этого освѣщенія рассчитана въ 1500 м., а ежегодный расходъ на содержаніе его, полагая 10 фонарей, рассчитанъ въ 6000 м.

Опасаясь наводненія въ Любекѣ при поднятіи горизонта воды въ Любекской бухтѣ, предположили было сначала въ каналѣ устроить желѣзный затворъ и старое русло рѣки запрудить. Вопросъ относительно этого еще не рѣшенъ и вѣроятно онъ вовсе будетъ отстраненъ, ибо, по мнѣнію г. Кюхце, подробности котораго я не считаю нужнымъ здѣсь помѣщать, шлюзной затворъ существенной пользы принести не можетъ.

Нѣтъ сомнѣнія, что Любекъ значительно выиграетъ послѣ окончанія вышеописанныхъ работъ; имѣя при томъ относительно хорошій входъ съ моря въ Травемюнде, а также и прямое сообщеніе съ Гамбургомъ, Любекъ останется всегда однимъ изъ первыхъ портовъ Германіи въ Балтійскомъ морѣ.

Штетинъ и Свинемюнде.

Рѣка Одеръ, впадающая въ Балтійское море, образуетъ лиманъ, отдѣленный отъ моря двумя островами: Узедомъ и Воллинъ. У города Штетина рѣка развѣтвляется на три рукава: собственно Одеръ, Дунцигъ и Нарницъ, изъ коихъ два послѣдніе, сливаясь, образуютъ озеро Даммъ (чер. 1 листа XVI). Одеръ же течетъ прямо и на разстояніи 12 километровъ отъ города принимаетъ воду изъ этого озера, идетъ развѣтвляясь между напосными островами еще на протяженіи 9 километровъ и

впадаетъ наконецъ въ заливъ Папен-вассеръ, составляющій начало лимана «Штетинеръ-Гафъ».

Вода изъ лимана вытекаетъ въ Балтійское море тремя протоками: Пейне, Свине и Дивеновъ, изъ коихъ средній, т. е. Свине, составляетъ главный фарватеръ для судовъ выходящихъ и приходящихъ изъ Балтійскаго моря.

При устьи этого протока лежитъ на лѣвомъ берегу городъ и портъ Свинемюнде, а самое устье рѣки выступаетъ въ море между двумя фашинными, съ камнемъ, дамбами, направленными по кривымъ, которыхъ выпуклости обращены къ востоку. Главный фарватеръ для судовъ, идущихъ изъ Балтійскаго моря въ Штетинъ, направляется отъ Свинемюнде по р. Свине (на протяженіи 20 километровъ), потомъ входитъ въ лиманъ, идетъ почти по прямому направленію (22 килом.) до входа въ заливъ Папенвассеръ; пройдя этотъ заливъ (10 килом.), фарватеръ кривою линіею входитъ въ рѣку Одеръ и по ней (20 килом.) доходитъ до города Штетина.

Фарватеръ этотъ имѣетъ не по всей своей длинѣ достаточную глубину для судоходства, а извилистость его затрудняетъ значительно проходъ судовъ. Начиная отъ города до залива Папенвассеръ, глубина рѣки значительная, отъ 16 до 36 футовъ, и мало требуетъ искусственнаго углубленія дна; но за то въ заливѣ глубина мала и землечерпаніемъ прорытъ атмъ каналъ, направленіе котораго указывается двумя рядами бакеновъ и створными знаками, установленными по берегамъ. Глубина въ этой части поддерживается постояннымъ землечерпаніемъ отъ 16 до 18 футовъ.

Въ лиманѣ естественная глубина уже достаточна для прохода судовъ.

Для того, чтобы ночью указывать положеніе входа изъ лимана въ заливъ Папенвассеръ, служить, расположенный въ этомъ мѣстѣ плавучій маякъ; такой же находится въ лиманѣ при входѣ въ рѣку Свине. Этотъ послѣдній указываетъ мѣстѣ съ тѣмъ положеніе песчаной отмели, находящейся къ

западу отъ фарватера. Кромѣ этихъ двухъ маяковъ имѣется еще третій, указывающій выходъ изъ лимана въ протокъ Пейне: онъ установленъ противъ южной оконечности отмели Войцгской.

При выходѣ изъ лимана въ рѣку Свине фарватеръ, указываемый, какъ въ заливѣ Папенвассеръ, бакенами и створами, весьма затруднителенъ для прохода судовъ. Глубина поддерживается постояннымъ землечерпаніемъ отъ 16 до 18 футовъ. Далѣе по входѣ въ рѣку, мимо залива Б. Фицигеръ, который остается на правой сторонѣ, глубина значительно увеличивается до выхода въ море.

Самое трудное мѣсто для прохода судовъ составляетъ входъ въ рѣку Свине изъ лимана; песчаные берега здѣсь постоянно размываются и песокъ, уносимый въ лиманъ, складывается на фарватерѣ.

Устье р. Свине (чер. 9 листа XV), какъ уже выше было сказано, обдѣлано двумя фашинными съ камнемъ дамбами, образуя портовый каналъ, шириною въ 334 метра. Западный моль имѣетъ длину всего въ 500 метр., между тѣмъ какъ длина восточнаго доходитъ до 1500 метр. Вслѣдствіе такого расположенія парныхъ моловъ, песчаные наносы, двигаясь вдоль берега съ запада на востокъ, входятъ въ портовой каналъ и образуютъ у лѣваго берега отмель. Теченіе воды въ рѣкѣ Свине направляется къ правому берегу и продолжается вдоль восточнаго мола. Выходя въ море, струя размываетъ баръ, такъ что при входѣ глубина воды поддерживается естественнымъ образомъ на 22 футахъ. Въ самомъ каналѣ фарватеръ, при значительной глубинѣ, имѣетъ ширину всего 120 метр., такъ что отъ времени до времени, приходится землечерпаніемъ снимать часть образовавшейся съ лѣвой стороны отмели, граница которой внутри канала, равно какъ и направленіе фарватера при входѣ съ моря въ портъ, обозначены бакенами.

Для обозначенія входа въ портъ, кромѣ бакеновъ, служатъ створы, изъ коихъ одинъ подвижной, установленъ на восточ-

номъ молѣ, а другой постоянный, находится на берегу въ разстояніи одного километра отъ перваго по направленію StO. На головѣ восточнаго же мола находится постоянный красный портовой огонь. На правомъ берегу портового канала стоитъ каменный маякъ съ постояннымъ краснымъ огнемъ, освѣщающій горизонтъ на разстояніи 20 миль.

Къ югу отъ этого маяка находится небольшая гавань для зимовки судовъ, и къ югу отъ нея тянется набережная вдоль канала на протяженіи 1 километра, до казенной верфи съ бассейномъ для плавучаго дока. Съ лѣвой стороны портового канала находится гавань, принадлежащая морскому вѣдомству, отъ которой къ югу идетъ набережная города на протяженіи 2 километровъ.

До начала устройства военнаго порта въ Килѣ, прусскій флотъ имѣлъ стоянку въ Свинемюнде, но въ настоящее время все переведено въ Киль и работы для флота здѣсь прекращены.

Около города находится островъ «Гринентъ-Флахе», на которомъ расположены частныя верфи для постройки деревянныхъ коммерческихъ судовъ.

Большіе корабли, приходящіе въ портъ съ товарами для Штетина, перегружаютъ ихъ въ лихтеры, которыми они перевозятся черезъ лиманъ и по Одери въ городъ.

Восточный молъ имѣя криволинейную форму, весьма хорошо защищаетъ портовой каналъ отъ сѣверовосточныхъ вѣтровъ, дѣйствующихъ здѣсь наиболѣе сильно.

До конца 1860-хъ годовъ молы имѣли форму трапеціи (чер. 7 листа XV) и не представляли достаточной защиты противъ перебрасывающихся волнъ; на нихъ построены были стѣнки изъ булыжника на цементномъ растворѣ. Наружный откосъ мола, который представлялъ неправильную поверхность, покрытъ былъ крупными булыжными камнями и поверхность его вымощена камнемъ, швы между которыми замазаны цементомъ.

Во время бури осенью 1872 года большая часть пристроен-

ной стѣнки была разрушена и волненіемъ перекинута на внутренний откосъ, гдѣ части ея находятся и въ настоящее время. Разрушенная тогда часть стѣнки опять исправлена, при чемъ молъ удлиненъ на 42 метра изъ булыжной кладки на цементѣ, основанной на сваяхъ и каменной засыпкѣ, которая удерживается сплошными рядами свай, забитыми вокругъ всей вновь выстроенной части мола. Для скрѣпленія свайныхъ рядовъ между собою пропущены болты, которые проходятъ сквозъ каменную кладку мола.

Съ наружной стороны сдѣлана каменная отсыпь, покрытая сверху камнями большихъ размѣровъ.

На чертежахъ 4, 5 и 6 листа XV представлены планъ, продольный и поперечный разрѣзы сооруженія; по нимъ видно, что голова мола нѣсколько поднята, именно: поверхность мола поднята на 0.69 метр., а стѣнка почти на 1 метръ противъ положенія этихъ же частей у корня новой части.

Извилистость рѣки Сwine давно уже составляетъ большое неудобство для прохода судовъ, по чему и предположено было прорыть каналъ на островѣ Узедомъ, черезъ Казебургскій лѣсъ прямо къ лиману. Лѣтомъ 1875 года эти работы начаты по направленію, показанному на чертежѣ 8 листа XV. Глубина канала будетъ не менѣе 4.6 метра ниже ординара, ширина по дну 70 метр. (чер. 1 листа XV), откосы двойные съ бермами: одною въ 2 метра на высотѣ 1.6 метр. и другою въ 5 метровъ на 3.6 метр. выше ординара. Каналъ проходитъ черезъ Казебургскій лѣсъ и прорѣзываетъ песчаную возвышенность. Земля, вынутая изъ канала, складывается на восточной сторонѣ, въ низкихъ мѣстахъ, которыя поднимаются этою насыпью на 3.60 м. выше ординара. Каналъ, примыкая къ нижнему фарватеру р. Сwine, перерѣзываетъ островъ Меллинъ и пересѣкаетъ одинъ изъ мелкихъ рукавовъ рѣки. Въ этомъ мѣстѣ рукава будетъ устроена, съ нижней стороны по теченію, фантинная дамба съ отверстіемъ, для того чтобы не преграждать протока воды по рукаву. Со стороны

лимана каналъ будетъ огражденъ на длинѣ 350 метр. двумя фашинными дамбами, одѣтыми камнемъ и укрѣпленными по бокамъ рядами свай со схватками; дамбы эти будутъ затопляемы при высокихъ водахъ.

Профиль канала, равно какъ и детальное устройство дамбъ, представлены на чертежахъ 2 и 3 листа XV.

Съ устройствомъ канала, путь изъ Штетина въ Свинемюнде нѣсколько сократится и главнымъ образомъ избѣгнется проходъ судовъ около возвышеннаго берега Леббинъ, который постоянно разрушается и обвалы его отлагаются на фарватерѣ.

Такъ какъ съ устройствомъ канала длина рѣки Свине уменьшится и скорость теченія будутъ больше, то можно надѣяться, что глубина, приданная каналу, сама собою сохранится и можетъ быть даже протокомъ воды смоемъ часть отмели въ портовомъ каналѣ, такъ что онъ уширится.

Такъ какъ Свинемюнде составляетъ собственно передовой портъ Штетина, то торговая дѣятельность здѣсь не особенно значительна, но съ устройствомъ желѣзной дороги она безъ сомнѣнія увеличится; въ этомъ по крайней мѣрѣ вполнѣ убѣждены жители Свинемюнде.

Количество судовъ приходящихъ и отходящихъ изъ порта составляло:

	П Р И Х О Д Я Щ И Х Ъ.					
	Нагруженныхъ.		Съ баластомъ.		Всего судовъ.	
	Число.	Тоны.	Число.	Тоны.	Число.	Тоны.
1873	3674	920276	136	15210	3810	935686
1874	3121	932996	257	19720	3378	952716
Разница	— 553	+12520	+ 121	+4510	— 432	+ 17030

	О Т Х О Д Я Щ И Х Ъ.					
	Нагруженныхъ.		Съ баластомъ.		Всего судовъ.	
	Число.	Тоны.	Число.	Тоны.	Число.	Тоны.
1873	2269	457736	1411	485752	3680	943488
1874	2261	467832	1043	468400	3304	936232
Разница	— 8	+10096	— 368	—17352	— 376	— 7256

Въ Штетинѣ устроены набережныя вдоль рѣки Одера и вокругъ острова Зильбервейзе (чер. 4 листа XVI), а также на рѣкѣ Парницѣ, около станціи Берлинской желѣзной дороги, всего на протяженіи около 4500 метровъ. Онѣ частью каменные и частью деревянные; находящіяся на лѣвомъ берегу рѣки Одера служатъ для пароходовъ и небольшихъ парусныхъ судовъ, приходящихъ сюда съ мѣстными товарами; съ правой же стороны набережныя назначены для большихъ судовъ, приходящихъ съ такими товарами, которые складываются въ пакгаузы и въ магазины, расположенные въ прилежащей части города. Тутъ-же помѣщается главная таможня.

Товары, отправляемые внутрь страны по желѣзной дорогѣ, выгружаются у набережной противъ станціи Берлинской желѣзной дороги, гдѣ для помѣщенія большого количества судовъ устроена особая небольшая гавань.

Мосты всѣ, за исключеніемъ желѣзно-дорожныхъ, деревянные подъемные съ коромыслами, подъ желѣзными же дорогами желѣзные поворотные.

Торговая дѣятельность и постепенное ея увеличеніе съ 1869 года можно видѣть изъ слѣдующей таблицы:

ГОДЫ.	Приходящихъ.		Отходящихъ.		Всего судовъ.	
	Число суд.	Тон.	Число суд.	Тон.	Число.	Тон.
1863	2342	422548	2289	413054	4631	835602
1864	1259	218328	1310	228816	2569	447144
1865	2078	363086	2057	357502	4135	720588
1866	2043	351908	2000	342442	4043	694350
1867	2214	400974	2235	406270	4449	807244
1868	2847	489576	2815	486242	5662	975818
1869	2810	520322	2830	519870	5640	1040192
1870	1924	393778	1951	404866	3875	798644
1871	2555	588994	2508	567540	5103	1156534
1872	2882	677856	2911	684432	5793	1362288
1873	2748	748790	2825	761378	5573	1510168
1874	2943	759100	2878	746384	5821	1505484

Такое увеличеніе количества товаровъ и судовъ требуетъ въ настоящее время увеличеніа протяженія набережной, которое проектировано въ связи съ строящеюся линіе Бреславль-Фрейбургъ - Швейдницкою желѣзною дорогою. Набережная эта, расположенная по правому берегу р. Дунцигъ, при самомъ ея началѣ, будетъ снабжена навісами, платформами и другими принадлежностями для выгрузки, нагрузки, склада и таможеннаго осмотра товаровъ.

Общее расположеніе всѣхъ построекъ, путей и подъездныхъ дорогъ представлено на чертежѣ 2 листа XVI.

При проектированіи набережной придерживались гамбургскаго типа (Sandthor-Quai) съ нѣкоторымъ улучшеніемъ, отсутствіе котораго въ Гамбургѣ представляетъ нѣкоторое неудобство. Улучшеніе это состоитъ въ томъ, что подвижные паровые краны полагается устроить такимъ образомъ, чтобы вагоны свободно могли проходить подъ ними, какъ это представлено на поперечномъ разрѣзѣ набережной (чер. 3 листа XVI).

Мѣсто, гдѣ полагается выстроить эту набережную, занято въ настоящее время складами подъ открытымъ небомъ камен-

наго угля, лѣса и другихъ товаровъ; тутъ же находятся приспособленія для килеванія судовъ.

Нагрузка и выгрузка товаровъ производится здѣсь такимъ же образомъ, какъ и въ другихъ портахъ Балтійскаго моря; пакгаузы, расположенные не только вдоль набережныхъ, но и внутри города, устроены въ нѣсколько этажей изъ фахверка, самымъ простымъ образомъ, и товары поднимаются въ нихъ при помощи талей.

Ниже города, по берегамъ рѣки Одера, находится нѣсколько химическихъ, механическихъ заводовъ и верфей, изъ коихъ наиболѣе замѣчательный заводъ Вулканъ, на лѣвомъ берегу рѣки, приспособленный для постройки металлическихъ военныхъ судовъ. Этотъ заводъ работаетъ почти исключительно для военнаго вѣдомства.

Д а н ц и г ъ.

Городъ Данцигъ находится на лѣвомъ берегу рѣки Вислы въ 6¹/₂ километрахъ отъ стараго ея устья, при впаденіи въ нее рѣки Мотлау.

Рѣка Мотлау въ самомъ городѣ имѣетъ двѣ вѣтви, между которыми находится островъ Шпейхеръ (Speicher-Insel) съ пакгаузами для склада товаровъ, привозимыхъ на судахъ. Эти двѣ вѣтви рѣки составляютъ собственно рѣчной портъ города, набережныя всѣ здѣсь деревянные. По причинѣ небольшой глубины воды (не болѣе 14 фут.) большія суда въ городъ приходятъ не могутъ, а должны оставаться въ портовомъ каналѣ: Нейфарвассеръ, при старомъ устьѣ Вислы.

Около главной станціи желѣзной дороги находятся двѣ гавани: одна, обдѣланная гранитными набережными, принадлежитъ желѣзной дорогѣ, а другая городу и служитъ для лѣснаго матеріала, который пригоняется сюда съ верховьевъ Вислы.

Въ 1840 году рѣка Висла прорвала дюны и открыла себѣ новое устье въ Балтійское море; часть рѣки около города, длиною въ 15 километровъ, была тотчасъ же отдѣлена отъ

должны оставаться въ Нейфарвассерѣ. Этотъ портовый каналъ, служацій одновременно входомъ къ Данцигу и мѣстомъ стоянки судовъ у набережныхъ, не можетъ выполнять этихъ двухъ назначеній, потому что не имѣетъ достаточной ширины; теперь устраивается новый портовый бассейнъ къ западу отъ входа въ каналъ съ моря.

Ширина этого бассейна 95 метр., глубина отъ горизонта среднихъ водъ 6 метр., а длина дѣлается сначала въ 700 метр., но по мѣрѣ надобности можно будетъ эту длину увеличить. Набережная, изъ которыхъ южная была окончена лѣтомъ 1875 года, сдѣлана изъ гранита на цементномъ растворѣ, основаніе свайное съ ростверкомъ и впереди ихъ забиты шпунтовые ряды.

Для пришвартованія кораблей помѣщены вдоль набережной чугунныя тумбы и причальныя кольца. Работы производятся всѣ въ выемкѣ, какъ на сушѣ.

Верхняя поверхность набережной поднята на 2 метра выше уровня среднихъ водъ и ее предполагается вымостить камнемъ.

Детальное устройство набережной видно на чертежѣ 4 листа XVII.

Для защиты судовъ, стоящихъ въ гавани, отъ морскихъ вѣтровъ, а главнымъ образомъ для защиты гавани отъ песку, наносимаго съ дюнъ, предполагается насыпать дамбу съ сѣверной стороны бассейна, поднявъ ее на 4 метра выше поверхности набережной; наружный откосъ, равно какъ и верхній гребень, предполагается засадить кустарникомъ, а внутренній откосъ засѣять травой (чер. 3 листа XVIII). Устраивая этотъ новый бассейнъ, предполагается вмѣстѣ съ тѣмъ выдвинуть и укрѣпить берегъ, а также перестроить западный молъ, чѣмъ надѣются уменьшить нѣсколько отложеніе наносовъ при входѣ въ портъ.

Къ югу отъ канала Нейфарвассеръ расположенъ городъ того же названія; у набережной находятся магазины для соли,

зерноваго хлѣба и другихъ товаровъ и тутъ же расположена станція вновь выстроенной желѣзной дороги изъ Данцига.

Къ югу отъ озера Засперъ, вѣдъ предѣловъ плана (чер. 1 листа XVII), находятся магазины для склада керосина, привозимаго сюда въ большомъ количествѣ въ бочкахъ. Эти магазины одноэтажные, устроены самымъ легкимъ образомъ изъ брусчатыхъ остововъ, обшитыхъ досками, а для защиты отъ дѣйствія солнечныхъ лучей, они выкрашены бѣлою краскою.

Бочки съ керосиномъ нагружаются съ судовъ прямо на вагоны, которые немедленно отправляются къ складамъ.

Съ сѣверной стороны находится плапация, защищающая берегъ моря отъ разрушенія; исключая общественныхъ кухонь, здѣсь нѣтъ никакихъ сооружений, принадлежащихъ порту, потому что все мѣсто принадлежитъ военно-инженерному вѣдомству и занято укрѣпленіями для защиты порта отъ непріятеля.

У маяка, расположеннаго съ южной стороны канала, находится помѣщеніе для лоцмановъ; тутъ же есть небольшая гавань для лодокъ, которая, впрочемъ, будетъ засыпана по окончаніи устройства новой, при строящемся новомъ портовомъ бассейнѣ.

Въ самомъ Данцигѣ производится постройка не малаго количества коммерческихъ судовъ, на верфи принадлежащей частной акціонерной компаніи.

Въ послѣднее время эта верфь приспособлена для постройки металлическихъ судовъ и при ней есть мортоновъ эллингъ.

Наиболѣе замѣчательная работа, производимая въ Данцигѣ, есть перестройка казенной верфи, паходящейся на лѣвомъ берегу Вислы, ниже устья р. Мотлау.

На этой верфи производилась прежде постройка деревянныхъ военныхъ судовъ. Кромѣ перестройки эллинговъ, возводятся мастерскія и всѣ необходимыя приспособленія для постройки металлическихъ судовъ. Сверхъ этого устраивается вновь горизонтальный эллингъ съ плавучимъ докомъ системы Гильберта, назначаемый для осмотра и починки броненосныхъ

судовъ. Гидравлическій прессъ къ нему рассчитанъ для судовъ вѣсомъ до 7000 тоннъ.

Этотъ элигъ устраивается по типу существующаго въ австрійскомъ портѣ Пола, но съ нѣкоторыми частными улучшениями.

Данцигъ есть собственно старый польскій городъ, сохранившій до настоящаго времени много памятниковъ; старые дома, хотя и незначительныхъ размѣровъ, отличаются особымъ богатствомъ украшеній, доказывающимъ, что городъ находился когда-то въ болѣе цвѣтущемъ состояніи, нежели теперь.

Нельзя не упомянуть также о системѣ водостоковъ, устроенныхъ въ городѣ и отводящихъ всѣ нечистоты далеко за городъ. Благодаря этимъ водостокамъ, улицы, весьма узкія и дурно вымощенныя тесанымъ камнемъ, содержатся очень чисто. Городскія нечистоты поднимаются паровою машиною въ трубный проводъ и служатъ для орошенія полей между дюнами на берегу Балтійскаго моря, на сѣверо-востокъ отъ города.

Кенигсбергъ и Пиллау.

Кенигсбергъ, находящійся на рѣкѣ Прегелѣ, не далеко отъ ея впаденія въ лиманъ Фрише-Гафъ, хотя представляетъ въ торговомъ отношеніи весьма важный пунктъ сѣверо-восточной Пруссіи, не могъ бы однако существовать безъ передоваго порта Пиллау, расположеннаго у единственнаго гирла лимана.

Глубина фарватера въ рѣкѣ Прегелѣ, въ особенности при устьи и въ лиманѣ, далеко недостаточна для прохода большихъ комерческихъ судовъ и перевозка товаровъ изъ Пиллау производится большею частью на лихтерахъ.

Необходимость углубленія до 20 футовъ фарватера между Пиллау и Кенигсбергомъ, вмѣсто теперешнихъ 12 футовъ, не разъ уже была заявляема министерству финансовъ, но постоянно оставлялась безъ вниманія. Наконецъ въ маѣ 1873 года рѣшено было произвести пробныя землечерпанія для опредѣленія стоимости необходимыхъ работъ при углубленіи всего

фарватера до 17 футовъ; но къ сожалѣнію эти пробныя работы не могли быть начаты раньше сентября того же года, т. е. по окончаніи самаго лучшаго времени для производства землечерпанія.

Необходимо было на фарватерѣ сдѣлать углубленіе длиною въ 200 метр., шириною 152 метр. и глубиною въ 5.34 метр.

Работы начались въ Пиллау 10 сентября, а въ Кенигсбергѣ 12 сентября и продолжались въ первомъ мѣстѣ до 4 и во второмъ до 17 ноября. Въ это время успѣли выполнить: въ Кенигсбергѣ половину и въ Пиллау только шестую часть назначенныхъ для опыта работъ.

Невозможность существованія дѣятельной торговли въ Кенигсбергѣ безъ хорошаго водянаго сообщенія съ Пиллау, очевидна. Стоимость перевозки товаровъ на лихтерахъ доходитъ ежегодно до 55000 талеровъ (165000 марокъ); съ увеличеніемъ же торговли ее можно считать въ 60000, даже и въ 70000 талер. (210000 марокъ).

Вниманіе, обращенное теперь прусскимъ министромъ торговли на это обстоятельство, служить ручательствомъ тому, что работы по улучшенію порта Пиллау и фарватера до Кенигсберга не будутъ отложены въ долгій ящикъ.

Портъ Пиллау (чер. 2 листа XVII), находящійся у гирла лимана Фрише-Гафъ, состоитъ собственно изъ гаваней Грабенъ и Нейхафенъ (Новая гавань), защищенныхъ съ юго-восточной стороны такъ-называемою русскою дамбою, выстроеною когда-то Петромъ Великимъ.

Набережныя при этихъ гаваняхъ, въ Грабенѣ съ сѣверной стороны и сѣверная часть западнаго берега Новой гавани, каменные, остальные деревянные.

Каменные набережныя устроены взамѣнъ бывшихъ деревянныхъ, при чемъ воспользовались послѣдними для прикрѣпленія анкерныхъ болтовъ и болтовъ причальныхъ колецъ.

На чертежѣ 3 листа XVII видны детали устройства этой набережной. Она основана на сваяхъ, забитыхъ между двумя

шпунтовыми рядами, пространство между этими рядами наполнено бетономъ. Анкерные болты, находящіеся нѣсколько ниже уровня среднихъ водъ, расположены черезъ каждые 5 метровъ, а причальные кольца черезъ каждые 10 метровъ. Передъ стѣною забиты отдѣльныя, независимыя отъ набережной, буревыя сваи.

Стѣна сложена изъ гранита на гидравлическомъ растворѣ. Съ южной стороны города находится гавань для лоцманскихъ лодокъ и маякъ, указывающій мореплавателямъ положеніе порта.

Входъ въ портъ съ Балтійскаго моря обозначенъ еромъ того тремя створами, находящимися на сѣверной сторонѣ гирла.

Песчаные наносы, движущіеся постоянно вдоль берега съ юга на сѣверъ, заносятъ устье гирла и образуютъ баръ. Для уменьшенія его выстроено два мола, направляющіе струю воды изъ лимана на баръ; но эти мола раздвинуты слишкомъ далеко (415 метр.) другъ отъ друга и не выполняютъ своего назначенія, хотя все-таки польза ихъ замѣтна. Въ настоящее время производится удлиненіе южнаго мола, при чемъ полагается приблизить его къ сѣверному для образованія при входѣ отверстія въ 314 метровъ.

Сѣверный молъ полная длина котораго 900 метровъ, устроенъ изъ фашинныхъ туюфяковъ съ камнемъ. Въ послѣдніе годы сдѣлана сверху надстройка изъ булыжнаго камня на цементномъ растворѣ.

У корня мола надстройка имѣетъ профиль, показанную на чертежѣ 4 листа XVIII, а далѣе профиль эта измѣнена; съ внутренней стороны кривая поверхность замѣнена наклонною плоскостью (чер. 5).

Основаніе этой стѣны заложено у горизонта среднихъ водъ.

Работы еще не кончены, но производятся весьма успѣшно.

Южный молъ имѣетъ подобную же профиль на длинѣ 300 метровъ отъ корня; далѣе пристроена часть длиною въ 170 метровъ изъ двухъ сплошныхъ рядовъ наклонныхъ свай (чер. 4 листа XVIII), пространство между которыми наполнено кам-

немъ. Такую же профиль полагаютъ придать всему молу до головы.

На сколько такая конструкція мола будетъ хороша, окажется впоследствии, но я думаю, что сваи скоро будутъ перетерты постояннымъ движеніемъ песка и тогда внутренняя каменистая засыпка, не будучи поддержана сваями, разсыпется и молъ разрушится.

Выше было сказано, что молы только отчасти способствуютъ унесенію песка съ бара, такъ что необходимо всякій годъ производить землечерпаніе. Такимъ образомъ вынуто земли въ 1874 году.

1) въ портовомъ каналѣ до.	887	тоннъ
2) на барѣ	2925	»
3) въ Пиллауской гавани	412	»
4) на фарватерѣ изъ Пиллау въ лиманъ .	217	»
5) на фарватерѣ изъ лимана въ Кенигсбергъ.	7251	»

Глубина въ первыхъ трехъ мѣстахъ доведена и поддерживается на 6.5 метрахъ, на двухъ послѣднихъ увеличена отъ 4.4 метр. до 5.3 м.

У входа въ Кенигсбергъ поставлены по обѣимъ сторонамъ рѣйки вѣхи.

Въ связи съ углубленіемъ порта произведены работы по устройству желѣзно-дорожной станціи въ Пиллау. Въ теченіи 1874 года уложено: путей до 5650 погонныхъ метровъ; 11 новыхъ поворотныхъ круговъ и 23 стрѣлки съ крестовинами; также выстроены таможенный навѣсъ и два пакгауза; одинъ старый навѣсъ перемѣщенъ ближе къ набережной, которая въ свою очередь увеличена къ сѣверу на 100 пог. метр.

Главныя работы, которыя имѣются въ виду, относятся къ устройству новой обширной гавани. Недостаточность существующихъ гаваней уже давно замѣчалась и правительство распорядилось составленіемъ проекта на уширеніе порта и устройство новыхъ гаваней и складочныхъ мѣстъ.

По этому проекту полагается къ юго-востоку отъ такъ на-

ываемой русской дамбы образовать гавань съ особымъ бассейномъ и мѣстомъ для производства разгрузки керосина и другихъ легко воспламеняющихся веществъ, также новыми насыпями изъ вычерпанной земли образовать мѣста для баласта и каменного угля при русской дамбѣ и все это соединить рельсовымъ путемъ со станціею желѣзной дороги. Входя въ эту новую гавань полагается сдѣлать шириною въ 60 метр. и противъ входа выдвинуть берегъ у города, устройвъ здѣсь новую, болѣе просторную гавань для лопманскихъ лодокъ.

Скорое утверждение проекта и приведеніе его въ исполненіе уже обѣщано.

Лѣтомъ движеніе въ портѣ не особенно велико, зимою же вся гавань переполнена судами и имъ часто приходится ждать нѣсколько дней, пока у набережныхъ очистится мѣсто.

Работы по устройству новой портовой гавани потребуютъ не мало времени; поэтому предполагается сначала образовать мѣсто для склада товаровъ при русской дамбѣ съ юго-восточной ея стороны. Этимъ мѣстомъ пользуются въ настоящее время для стоянки землечерпательныя машины и шаланды; имъ будетъ отведено мѣсто въ задней гавани около Старой Пиллавы.

Находятъ также весьма важнымъ для торговли продолжить устройство набережныхъ и углубить при нихъ заднюю гавань.

Не входя въ подробности торговой дѣятельности Кенигсберга и Пиллау, можно сказать, что вывозъ зерноваго хлѣба составляетъ главное основаніе ея.

Количество зерна, вывезеннаго въ продолженіе многихъ годовъ, есть слѣдующій:

Въ году.	Вывезено тонъ.	Въ году.	Вывезено тонъ.
1860	206144	1868	102918
1861	237205	1869	145549
1862	188314	1870	279963
1863	204198	1871	311124
1864	182998	1872	206369
1865	104896	1873	332550
1866	165546	1874	356985
1867	134899		

Большая часть зерноваго хлѣба доставляется изъ Россіи:

Въ 1873 году его было доставлено 162529 тонъ, а въ 1874 году — 308236 тонъ. Привозъ хлѣба изъ Россіи увеличился еще въ 1875 году и нѣтъ сомнѣнія, что это увеличеніе будетъ продолжаться съ улучшеніемъ Пиллаускаго порта.

При устройствѣ новыхъ набережныхъ въ Пиллау будетъ обращено вниманіе главнѣйшимъ образомъ на удобство загрузки судовъ хлѣбомъ, такъ какъ болѣе всего вывозится этотъ товаръ.

Полное количество судовъ и товаровъ, пришедшихъ и отправленныхъ въ 1874 году было:

Въ Пиллау:

Пришло 2266 суд. съ вмѣстимостью до . . .	559166 т.
Ушло . 2212 » » » » . . .	547220 »

Въ Кенигсбергѣ:

Пришло 1798 суд. съ общою вмѣстимостью до .	360362 т.
Ушло . 1749 » » » » »	357218 »

Кромѣ этого существуетъ еще внутреннее судоходство, которое впрочемъ немногимъ увеличиваетъ вышеприведенныя цифры.

Въ Кенигсбергѣ уже сдѣлано много для удобствъ торговли: вдоль набережныхъ рѣки Прегеля устроено много магазиновъ для склада привознаго товара, такъ что если не удастся углубить фарватеръ до Пиллау и этимъ уничтожить перевозку товаровъ на лихтерахъ, то необходимо будетъ въ Пиллау устроить новые пакгаузы и приспособленія для склада и выгрузки привознаго товара, такъ что вся торговля изъ Кенигсберга перенесется туда.

Затрата денегъ на это, а въ особенности на устройство приспособленій для выгрузки хлѣба, будетъ не безъ большаго риска, потому что, какъ видно изъ отчета о торговой дѣятельности Кенигсберга за 1874 г., Рига и Либава могутъ сдѣлать ему большой подрывъ. Съ улучшеніемъ Либавскаго и Рижскаго портовъ, хлѣбная торговля Россіи въ Балтійскомъ морѣ безъ сомнѣнія сосредоточится тамъ и тогда вывозъ хлѣба изъ Кенигсберга почти совершенно прекратится.

Мемель.

Городъ и портъ Мемель находятся при устьѣ рѣки Данге, впадающей въ гирло лимана Куришъ-Гафъфъ.

Гавань порта составляетъ собственно рѣка Данге, которая въ предѣлахъ города на протяженіи около 1.5 километра обдѣлана деревянными набережными. Магазины для склада товаровъ, принадлежащіе частнымъ владѣльцамъ, расположены тутъ же у набережныхъ.

Глубина фарватера рѣки, какъ видно по плану (чер. 1 листа XVIII), измѣняется отъ 6.75 до 2.96 метровъ; у набережныхъ эта глубина меньше, но поддерживается постояннымъ землечерпаніемъ, которое производится двумя ручными машинами. Въ 1874 году было вынуто изъ рѣки 8552 куб. метра земли.

На сѣверовостокѣ отъ города находится такъ называемая зимняя гавань, служащая для судовъ большихъ размѣровъ. Для поддержанія здѣсь надлежащей глубины производится также землечерпаніе. Въ 1874 году эти работы производились съ частыми перерывами, происходившими вслѣдствіе того, что при хорошей погодѣ землечерпательницу уводили для производства углубленія на барѣ при устьѣ гирла. Въ 1874 году вынуто изъ зимней гавани 9686 куб. метр. плотнаго грунта; кромѣ того устроены въ гавани новыя каменные набережныя, которыя продолжаются по берегу гирла до паровой пристани; конструкція этихъ набережныхъ та же, что и въ Пиллау; кромѣ того поставлены новыя палы и устроены другія приспособленія для швартовки судовъ. Вокругъ зимней гавани находятся магазины для склада привозимыхъ товаровъ.

Къ сѣверу отъ зимней гавани находятся склады лѣснаго матеріала, составляющаго главный вывозной товаръ порта.

Для указанія положенія входа въ портъ служить на сѣверномъ берегу гирла маякъ съ постояннымъ бѣлымъ огнемъ, освѣщающимъ горизонтъ на разстояніи 20 миль; направление же входа указывается тремя створами, находящимися также на сѣверномъ берегу гирла.

Гирло, выходящее въ Балтійское море, ограждено двумя молами изъ каменныхъ набросокъ на фашиновыхъ основаніяхъ; сѣверный молъ, длиною въ 160 метр., надстроенъ на подобіе пиллаускихъ моловъ, но размѣры надстройки иные; верхняя поверхность поднята на 3.139 метра выше горизонта среднихъ водъ и ширина по верху сдѣлана въ 6.3 метра. Этотъ молъ полагается продолжить еще на длину 340 метр. и дать новой части одинаковую профиль съ частью, уже устроенною.

Южный молъ набросанъ только частью до горизонта среднихъ водъ и у корня мола начата надстройка. Этотъ молъ полагается выдвинуть въ море на 450 метровъ, считая отъ конца каменной наброски: профиль этой части представлена на чертежѣ 6 листа XVIII.

Берега гирла по всей его длинѣ одѣты каменнымъ откосомъ, у подошвы котораго забитъ сплошной рядъ свай съ насадками.

Вслѣдствіе передвиженія значительнаго количества песку вдоль берега моря съ юга на сѣверъ, складываются наносы при входѣ и въ самомъ портовомъ каналѣ, въ особенности у южнаго мола. Входъ между молами, имѣвшій прежде 22 фут. глубины, въ настоящее время значительно занесенъ. Въ послѣдніе годы нельзя было производить правильнаго землечерпанія по причинѣ частыхъ непогодъ и неудовлетворительнаго состоянія машинъ; въ 1875 г. пришлось даже приостановить вовсе работы въ самое лучшее время года, вслѣдствіе того, что бугсирный пароходъ былъ отправленъ въ Эльбингъ для исправленія.

Зимою и весною при сильной струѣ воды, направляемой молами, глубина на барѣ нѣсколько увеличивается, такъ что можно всегда въ это время разсчитывать на глубину въ 18¹/₂ фут.

При западныхъ вѣтрахъ, когда вода нагоняется съ моря въ лиманъ, происходитъ вмѣстѣ съ тѣмъ и отложеніе наносовъ въ гирлѣ. Можно однако надѣяться, что съ окончаніемъ постройки моловъ этотъ недостатокъ нѣсколько устранится, вслѣд-

ствіе того, что головы моловъ будутъ выдвинуты на большую глубину, гдѣ передвиженіе песку не такъ значительно.

Для уменьшенія образованія наносовъ производится весьма дѣятельное укрѣпленіе берега къ югу отъ гирла разсадкою морскихъ травъ (*arundo arenaria*), а также и фашинникомъ, плетнями и камнемъ. Съ сѣверной стороны находится лѣсъ, который былъ по предписанію правительства посаженъ лѣтъ 40 тому назадъ, собственно для предупрежденія передвиженія песку съ дюны во внутрь страны.

Торговая дѣятельность города Мемеля незначительна, но съ открытіемъ желѣзной дороги въ Тильзитъ количество транзитныхъ товаровъ безъ сомнѣнія увеличится.

Число судовъ и количество товаровъ было въ 1874 г.

Пришедшихъ:

284 судна съ вмѣстимостью до 275744 тоннъ.

Вышедшихъ:

1340 судовъ съ общою вмѣстимостью до . . . 288858 тоннъ.

Привозный товаръ составляетъ преимущественно каменный уголь (391144 т.) и соль (32050 т.). Вывозной же, преимущественно лѣсъ (237336 т.).

Мемель имѣетъ постоянное сообщеніе по внутреннимъ воднымъ путямъ съ Тильзитомъ и съ Кенигсбергомъ.

При портѣ находится помѣщеніе для лоцмановъ, спасательные снаряды на случай крушенія судовъ и навигаціонная школа.

Такъ какъ работы при устройствѣ моловъ въ Пиллау и въ Мемелѣ значительно удалены отъ центровъ населенія, то для удобства рабочихъ выстроены на мѣстахъ работъ особые бараки и при нихъ кухни, въ которыхъ рабочіе могутъ получать жизненные припасы за весьма умѣренную цѣну.

Инженеръ А. Нюбергъ.

С.-Петербургъ.
1876 года 16 мая.

РѢКА ЧУСОВАЯ.

(Съ чертежами на листѣ XIX).

Горная рѣка. Одновременно съ наступившимъ затишьемъ въ сферѣ желѣзнодорожной дѣятельности начинается у насъ возбуждаться интересъ къ водянымъ путямъ, стремленіе къ ихъ изслѣдованію и улучшенію. По этой части до сихъ поръ было сдѣлано весьма не много и чтобы достигнуть болѣе или менѣе опредѣленнаго взгляда на естественныя свойства и особенности рѣкъ Россійской имперіи, придется собрать массу различныхъ наблюденій и свѣдѣній и вообще начать изученіе почти сначала. Въ этомъ отношеніи мы предоставлены своимъ русскимъ силамъ, потому что и въ западной наукѣ развитіе гидротехники и гидрологіи не на столько еще велико, чтобы можно было прямо указать на болѣе или менѣе опредѣленный путь къ изслѣдованію и улучшенію рѣкъ; къ тому же рѣки наши какъ по своему естественному характеру, такъ и по условіямъ судоходства, весьма рѣзко отличаются отъ рѣкъ западной Европы.

Поэтому я полагаю, что всякій, даже самый скромный трудъ по этому предмету можетъ принести нѣкоторую пользу дѣлу изслѣдованія и улучшенія нашихъ путей сообщенія, если будетъ представленъ на обсужденіе интересующихся этимъ дѣломъ лицъ и если онъ дастъ даже и весьма небольшое количество свѣдѣній и соображеній.

Вообще между рѣками есть двѣ рѣзкія категоріи: рѣки луговые и рѣки горныя. Онѣ различаются между собою какъ условіями судоходства, такъ и препятствіями этому судоходству вслѣдствіе своихъ естественныхъ состояній; поэтому способы улучшенія тѣхъ и другихъ должны быть весьма различны между собою. Различіе это увеличивается еще и тѣмъ, что луговые рѣки, вообще говоря, даютъ возможность перевозить всѣ грузы во все время навигаціи какъ по теченію, такъ и противъ него, и если требуютъ для этого нѣкоторыхъ улучшеній, то только въ отдѣльныхъ мѣстахъ, а не кореннаго преобразованія. Горныя же рѣки исключительно сплавныя, да и то не во всю навигацію, а только во время весенней прибыли воды и иногда еще во время лѣтнихъ паводковъ, происходящихъ отъ обильныхъ дождей; безъ шлюзованія этихъ рѣкъ взводное судоходство по нимъ немыслимо.

По географическому положенію горныя рѣки, впадающія въ Каму: Чусовая, Ура, Бѣлая, Косьва, Яйва, Сытва, Койва, Вильва, Вишера, Усьва, Ай, Икъ, Юрюзань, Сакмара и много другихъ, большею частью берутъ начало въ Уральскихъ горахъ и имѣютъ одну общую счастливую черту: всѣ онѣ даютъ возможность пользоваться сплавомъ для сбыта предметовъ производства Урала и отчасти Сибири въ европейскую Россію. Эти предметы не подвергаются порчѣ отъ продолжительности пути и даже отъ пребыванія въ водѣ при крушеніи судна; они не требуютъ особенно скорой перевозки; по этому притоки Камы, хотя и не были судоходными, а только сплавными, удовлетворяли, тѣмъ не менѣе, самой насущнѣйшей потребности Урала, потому что тѣ грузы, которые идутъ изъ европейской Россіи на Уралъ и въ Сибирь, принадлежатъ къ числу легкихъ и цѣнныхъ, требуютъ болѣе быстрой перевозки и выдерживали до сихъ поръ провозъ на лошадяхъ. Само собою разумѣется, что при дальнѣйшемъ развитіи нашего государства и его промышленности и при возрастаніи потребности въ болѣе быстрой и дешевой подвозкѣ грузовъ на Уралъ и въ Сибирь, будетъ

возбужденъ вопросъ и о томъ, отдать ли въ этомъ отношеніи предпочтеніе водянымъ путямъ или желѣзнымъ дорогамъ и можетъ ли перевозка грузовъ по горнымъ рѣкамъ съ оплוצованіемъ ихъ обходиться дешевле перевозки по желѣзнымъ дорогамъ. Во всякомъ случаѣ это вопросъ будущаго, въ настоящее же время горныя рѣки должны быть разсматриваемы, какъ исключительно сплавныя.

Рядомъ съ одинаковыми условіями, въ которыя горныя рѣки поставлены по своему географическому положенію относительно удовлетворенія потребностей промышленности Урала, и по своему естественному состоянію, онѣ весьма сходны между собою; неудобства и препятствія, которыя онѣ представляютъ сплаву, совершенно одинаковы, такъ что изученіе свойствъ одной изъ нихъ и выясненіе вопроса о ея улучшеніи имѣетъ весьма важное значеніе для всѣхъ горныхъ рѣкъ вообще.

До сихъ поръ луговые рѣки улучшались въ Россіи средствами большею частью паліативными: разстановкою указательныхъ знаковъ, установленіемъ правилъ въ слѣдованіи судовъ и проч.; техника сдѣлала для этихъ рѣкъ весьма не много и попытки землечерпанія, устройства полуплотинъ, уничтоженія перекатовъ и проч. или имѣли сравнительно ничтожные размѣры или оканчивались неудачею; эти попытки и не могли достигнуть блестящихъ или совершенно опредѣленныхъ результатовъ, такъ какъ съ одной стороны луговые рѣки имѣютъ большіе размѣры и для большей или меньшей успѣшности дѣла требуютъ затраты огромныхъ капиталовъ, съ другой и самая работа воды, при надлежащемъ направленіи ея съ цѣлью улучшенія, вслѣдствіе незначительной скорости теченія, совершается весьма медленно; она не обнаруживаетъ ничего на столько характернаго, чтобы изъ разъ сдѣланнаго опыта можно было узнать какъ надлежащимъ образомъ направить дальнѣйшія дѣйствія. Напротивъ того, въ рѣкахъ горныхъ всѣ явленія совершаются рѣзко и быстро, и при обыкновенно сравнительно небольшихъ размѣрахъ этихъ рѣкъ, техника представляется возможностью съ

одной стороны устройства различныхъ гидротехническихъ сооружений безъ затраты особенно большихъ капиталовъ, съ другой есть возможность наблюденія за дѣйствіемъ этихъ сооружений въ скоромъ времени и въ рѣзко очерченномъ видѣ. Вотъ почему горныя рѣки, помимо своего экономическаго значенія, представляютъ большой интересъ собственно для техника въ видахъ изслѣдованія пользы различныхъ сооружений и изысканія новыхъ способовъ улучшенія естественнаго состоянія рѣкъ.

Наконецъ, вслѣдствіе весьма быстраго теченія и рѣзкаго обнаруженія свойствъ движенія, горныя рѣки даютъ весьма цѣнную возможность къ чисто-теоретическому изслѣдованію законовъ движенія воды и даже при теперешнемъ полномъ отсутствіи какихъ бы то ни было научныхъ наблюденій съ цѣлью изслѣдованія, дали уже возможность обнаружить такія свойства теченія рѣкъ, которыя рѣдко гдѣ были наблюдаемы, а на луговыхъ рѣкахъ вѣроятно почти неуловимы.

Поэтому горныя рѣки, мнѣ кажется, заслуживаютъ серьезнаго изученія и интересны не только сами по себѣ, но и въ смыслѣ изученія свойствъ рѣкъ вообще. Изъ всѣхъ этихъ рѣкъ наибольшаго вниманія заслуживаетъ, или по крайней мѣрѣ до сихъ поръ заслуживала, рѣка Чусовая, какъ по своему экономическому значенію и количеству сплавляемыхъ грузовъ, такъ по грандіозности препятствій сплаву и по числу несчастныхъ случаевъ. Наконецъ рѣка Чусовая на Уралѣ представляетъ единственный примѣръ попытокъ къ улучшенію сплава посредствомъ устройства различныхъ гидротехническихъ сооружений.

Верховье. Рѣка Чусовая беретъ начало на значительной высотѣ Уральскихъ горъ между Екатеринбургомъ и Златоустомъ въ мѣстности, которая представляетъ водораздѣлъ между притоками Камы съ одной стороны и притоками Тобола съ другой. Съ европейской стороны Уральского хребта въ этой мѣстности берутъ начало рѣки: Чусовая, Уфалейка, Уфа, Ай и Бѣлая; съ сибирской же стороны, покрытой множествомъ озеръ, вытекаютъ рѣки Пыжма, Исеть, Синара, Теча, Мйасъ, Уй и пр.

Собственно истоки Чусовой расположены по близости истоковъ Уфалейки, притока Уфы, и озера Иткуль, изъ котораго беретъ начало рѣка Синара сибирскаго бассейна; разстояніе между ними около 5 верстъ. Истоки эти представляютъ 3 озера, черезъ которыя Чусовая проходитъ одно за другимъ и разстояніе между которыми около 2 верстъ; первое озеро «Полдневное» и третье «Чусовское» имѣютъ въ поперечникѣ около 1½ верстъ, второе же, называемое «Среднимъ», лѣтомъ пересыхаетъ и представляетъ болото, поросшее камышомъ. По выходѣ изъ озеръ Чусовая течетъ на сѣверъ, изгибаясь вдоль самаго Уральского хребта, отъ котораго она постепенно отходитъ къ западу, начиная съ принятія рѣки Ревды у Ревдинскаго завода. Вся эта часть отъ истоковъ до Ревдинскаго завода очень мелководна и сплава по ней не производится, такъ что расположенныя по близости ея Сысертскіе заводы, Горношнитскіе золотые прииски и мраморныя каменоломни перевозятъ свои грузы на лошадяхъ на пристань въ Казенной Уткѣ. Начиная же отъ Ревдинскаго завода, Чусовая дѣлается уже сплавною, не теряя однако при этомъ своего горнаго характера и проявляя его даже въ большей степени, такъ какъ ея направленіе постоянно перерѣзывается отрогами Уральского хребта, направляющимися къ югозападу. Изъ этихъ горъ она выходитъ у села Камасина въ томъ мѣстѣ, гдѣ въ настоящее время строится мостъ для Уральской горнозаводской желѣзной дороги; тутъ она выходитъ въ широкую долину и до самаго устья имѣетъ уже совершенно луговой характеръ; при этомъ она поворачиваетъ на югозападъ по направленію къ Камѣ, въ которую впадаетъ въ 10 верстахъ выше города Перми. По всему протяженію своему отъ истоковъ до устья, она протекаетъ въ предѣлахъ Пермской губерніи по уѣздамъ: Екатеринбургскому, Красноуфимскому, Кунгурскому и Пермскому.

Долина. Долина рѣки Чусовой чрезвычайно извилиста и окружена со всѣхъ сторонъ огромными холмами, покрытыми хвойнымъ лѣсомъ; кажется, будто изъ этихъ горъ нѣтъ выхода

и что видимая часть Чусовой не рѣка, а озеро, которое сейчас упрется въ гору и не имѣетъ дальнѣйшаго выхода. Въ тѣ первобытныя времена, когда Чусовая прокладывала себѣ путь, она вѣроятно должна была состоять изъ ряда озеръ, заключенныхъ со всѣхъ сторонъ въ горахъ и соединенныхъ между собою водопадами. По мѣрѣ того, какъ выступающіе вверхъ углы водопадовъ разрушались и смывались водою, горизонты озеръ постепенно понижались и наконецъ, послѣ вѣковой работы, сравнялись между собою, образовавъ рѣку въ настоящемъ ея видѣ. Тѣ три озера въ верховьяхъ Чусовой, о которыхъ было упомянуто, вѣроятно остались отъ первобытныхъ временъ, благодаря тому, что они расположены въ мѣстности, представляющей почти плоскую возвышенность.

По мѣрѣ пониженія русла, водопады должны были постепенно уменьшаться въ высотѣ и превратиться наконецъ въ пороги или, какъ ихъ здѣсь называютъ, *переборы*; при этомъ уклонъ рѣки дѣлался болѣе равномернымъ и не только потому, что паденіе, соответствовавшее водопаду, распредѣлилось теперь на большую длину, но и потому, что самые переборы отъ размыванія русла дѣлились на части и, перемѣщаясь вверхъ по теченію, оставляли промежутки; но и въ настоящее время распредѣленіе уклона вдоль рѣки на Чусовой далеко не дошло еще до такой степени правильности, какъ на рѣкахъ луговыхъ, гдѣ продольная профиль уже болѣе или менѣе близка къ предѣльному виду, къ достиженію котораго рѣки стремятся, и въ этомъ именно неравномерномъ распредѣленіи уклона и заключается отличительная черта горныхъ рѣкъ; было-бы ошибочно сказать, что уклонъ ихъ великъ, потому что по ихъ длинѣ мѣста съ большимъ уклономъ составляютъ весьма не большую часть, а все остальное пространство рѣки имѣетъ умѣренный уклонъ съ незначительною скоростью теченія; велико ихъ паденіе, а не уклонъ.

Распредѣленіе уклона оставило свои слѣды и до настоящаго времени; даже и самый видъ рѣки, состоящей изъ *пле-*

совъ съ малыми уклонами и тихимъ теченіемъ, и пороговъ, можетъ быть уподобленъ первобытному виду; при этомъ не смотря на множество побочныхъ обстоятельствъ, которыя должны были осложнять явленіе распредѣленія уклона, и теперь можно еще замѣтить, что пороги расположены большею частью на особенно извилистыхъ мѣстахъ, то-есть именно тамъ, гдѣ по расположенію горъ можно предполагать существованіе бывшей преграды теченію воды; напротивъ въ промежуткахъ между этими мѣстами, гдѣ можно предполагать существованіе спокойнаго состоянія воды въ видѣ озера, пороги встрѣчаются рѣже и менѣе круты.

Всѣхъ пороговъ или переборовъ на Чусовой очень много; число ихъ впрочемъ зависитъ отъ высоты горизонта въ рѣкѣ; при высокомъ горизонтѣ менѣе значительные изъ нихъ сглаживаются и дѣлаются незамѣтными, а остаются только самые значительные. Отъ деревни Крылосовой до села Камасина, на протяженіи 355 верстъ, при горизонтѣ нѣсколько высшемъ противъ меженнаго, я насчиталъ ихъ 78. Большая ихъ часть мелки и на многихъ глубина воды не превосходитъ 2 четвертей; однако существованіе на переборѣ незначительной глубины не есть общее правило; есть и такіе, на которыхъ глубина совершенно достаточна для прохода судовъ, а на нѣкоторыхъ даже болѣе сажени. Само собою разумѣется, что вообще эта глубина обуславливается существующими живымъ сѣченіемъ и уклономъ; широкіе переборы мелки, узкіе глубоки; но и длина перебора имѣетъ большое вліяніе на его глубину, потому что при незначительной длинѣ скорость воды не успѣваетъ достигнуть такой величины, которая обуславливается новымъ уклономъ русла и вслѣдствіе этого при одинаковыхъ другихъ обстоятельствахъ глубина меньше въ концѣ того перебора, который длиннѣе, такъ что будетъ вѣрнѣе сказать, что глубина зависитъ не только отъ уклона, но и отъ всего паденія перебора. Эти уклоны и паденія были опредѣлены только для не многихъ переборовъ нивелировкой, сдѣлан-

ною въ 1862 году отъ Билимбаевского завода до деревни Курьи на протяженіи 73 верстъ. Тѣмъ не менѣе, цифры, полученныя по этой нивелировке, едвали могутъ служить для сужденія объ относительной крутизнѣ того или другаго перебора, такъ какъ къ длинѣ ихъ весьма легко могли быть причислены части рѣки съ нормальнымъ уклономъ; для этой цѣли нужно бы опредѣлять отмѣтки по возможности чрезъ весьма небольшіе промежутки и опредѣлить при этомъ высоту воды въ въ рѣкѣ, такъ какъ при различныхъ горизонтахъ и уклоны переборовъ различны.

Полученныя цифры были слѣдующія:

для Косаго перебора паденіе .	0.536	уклонъ 0.0041
» Большаго Ревеня . . .	0.368	» 0.0027.
» Малаго Ревеня. . . .	0.345	» 0.0025.
» Сибирскаго	0.174	» 0.0017.

На проинвентированной части, длиною въ 73 версты, паденіе оказалось равнымъ 42.171 саж., что составитъ средній уклонъ въ 0.00115; если принять эту цифру за общую для всей горной части рѣки Чусовой отъ истоковъ до села Камасина, длиною около 500 верстъ, то все паденіе окажется равнымъ приблизительно 300 саженьямъ или 2100 футамъ, но цифра эта по видимому слишкомъ велика.

Направленіе. Дѣйствіе воды при образованіи рѣки Чусовой и приведеніи ея изъ первобытнаго состоянія къ виду, который она имѣетъ въ настоящее время, оставило свой отпечатокъ не только на уклонѣ рѣки, но и на ея направленіи. По мѣрѣ пониженія горизонта воды, русло должно было огнать горы, которыя попадались на пути. Горы эти не имѣютъ вида сплошныхъ кражей, которые образовывали бы поперечную преграду теченію воды и которые были бы прорваны водою, подобно на примѣръ тому, какъ Дунай прорѣзалъ себѣ дорогу въ Желѣзныхъ воротахъ; они представляютъ рядъ отдѣльных холмовъ съ пологоспускающимися мысами, заходящими одинъ за другой и отбрасывавшими воду то въ одну, то въ другую

сторону: ударяясь объ одинъ изъ нихъ, рѣка отбрасывалась въ противоположную сторону, снова встрѣчала холмъ и такъ далѣе до самаго села Камасина. По мѣрѣ того, какъ вода размывала эти препятствія, холма все далѣе и далѣе отходили въ сторону до тѣхъ поръ, пока наконецъ были обнажены скалистые слои горъ, которыя удержали ихъ отъ дальнѣйшаго движенія. Нѣкоторыя изъ такихъ извилинъ достигаютъ длины 5—6 верстъ, между тѣмъ какъ перенесенъ образованнаго полуострова имѣетъ иногда, какъ на примѣръ у Казенной Утки, ширину не болѣе 150 саженьей. Во время поступательнаго движенія извилины, на противоположномъ выпукломъ берегу, вслѣдствіе меньшей скорости, складывались наносы, которые по мѣрѣ передвиженія русла образовали низменные горизонтальные полуострова. Такимъ образомъ извилины имѣютъ одинъ общій характеръ: тотъ берегъ, въ который вода ударяетъ, крутъ и скалистъ, противоположный-же низменъ и горизонталенъ.

Бойцы. Скалистые берега, расположенные въ извилинахъ, извѣстны на Чусовой подъ названіемъ *бойцовъ* или камней. Отъ постепенной обдѣлки водою, при пониженіи русла, камни эти сглажены и приведены въ отвѣсное положеніе; при этомъ обнаружившіеся слои известняка своими причудливыми формами придали имъ разнообразный и фантастическій видъ; иногда они обдѣланы въ чрезвычайно правильную отвѣсную каменную плоскость, достигающую громадной высоты и размѣровъ. Такъ камень *Высокій* имѣетъ высоту около 80 саженьей, а въ длину около 200 саженьей; *Олений*, *Омутной* около 50 саженьей вышины и такъ далѣе. Многіе бойцы получили свои названія по формѣ своихъ слоевъ: такъ на примѣръ, на камнѣ *Лебяжій* слои напоминаютъ голову Лебедя; *Дужной* имѣетъ слои на подобіе дугъ, *Гребешки* представляетъ выступающую на нѣсколько саженьей изъ горы на подобіе гребни вертикальную плоскость, состоящую изъ одного слоя камня, толщиною четверти въ 3 и пр. Со многими бойцами соединены

историческія воспоминанія; такъ въ камнѣ *Ермакъ*, на высотѣ около 10 сажень надъ водою, есть пещера, которая имѣла засорившійся нынѣ выходъ вверхъ на гору; въ этой пещерѣ, по преданію, скрывался Ермакъ отъ нападеній туземцевъ. На камнѣ *Писанный* высѣченъ крестъ и 1724 годъ въ память какого-то событія въ жизни одного изъ заводовладѣльцевъ. Многіе бойцы имѣютъ цвѣта желтый, красный, синій, черный и проч.; очень оригиналенъ одинъ камень, съ котораго постоянно каплетъ вода и который названъ по этому *Плакуномъ*. Всѣ эти особенности скалъ, ихъ форма и громадныя размѣры придаютъ рѣкѣ чрезвычайно живописный и оригинальный видъ; въ особенности хороша мѣстность около камней *Столбы*, если проплывать ее рано утромъ во время тумана. Когда подплываешь къ этимъ *Столбамъ*, то они выдѣляются въ видѣ какихъ-то фантастическихъ развалинъ, а одинъ изъ нихъ поразительно напоминаетъ человеческую фигуру въ громадномъ видѣ; если спуститься нѣсколько ниже и посмотрѣть на этотъ камень снизу, то онъ представляется уже въ видѣ причудливаго столба, на верху котораго сидитъ сгорбившійся *Старушка* и читаетъ книгу. Вообще хотя мѣстность Чусовой нѣсколько однообразна и дика, но чрезвычайно красива и едва ли даже на Уралѣ найдется рѣка, которая могла-бы съ нею соперничать въ этомъ отношеніи, въ особенности съ ея частью отъ Межевой Утки до Осянки, гдѣ рѣка должна была проложить себѣ дорогу сквозь горныя вѣтви Урала, идущія на югозападъ отъ Нижне-Тагильскаго и Кушвинскаго заводовъ. Многіе изъ бойцовъ не только имѣютъ отвѣсное положеніе, но, кромѣ того, подмыты въ нижней своей части, такъ что судно, подошедши близко къ такому камню, задѣваетъ палубою за нависшую часть его; таковы камни *Печка*, *Славицкиъ*, таковъ былъ взорванный нынѣ камень *Разбойниъ* и другіе. Многіе бойцы довольно далеко вдаются въ рѣку, какъ на примѣръ *Молоковъ* и *Разбойниъ*; послѣдній, до взрыва порохомъ, доходилъ почти до сре-

дины рѣки, да и въ настоящее время, послѣ взрыва, передняя его часть всетаки выступаетъ сажени на 2 или на 3.

Бойцы представляютъ главнѣйшую опасность славу судовъ; вслѣдствіе расположенія ихъ на вогнутыхъ берегахъ въ крутыхъ колѣнахъ рѣки, главная струя воды ударяетъ прямо въ камень и отбрасывается въ противоположную сторону; въ слѣдующемъ колѣнѣ она ударяетъ въ камень на противоположномъ уже берегу и такъ далѣе. Такимъ образомъ къ камнямъ всегда существуетъ сильный прибой воды и, въ случаѣ частаго повторенія извилинъ главная струя постоянно переходитъ отъ одного берега къ другому. При этомъ у противоположныхъ выпуклыхъ береговъ теченіе сравнительно незначительно и потому они всегда оканчиваются длинными и пологими мысами, спускающимися въ воду и образованными изъ наноснаго песка и гравія. Такимъ образомъ оба берега представляютъ опасность проходящему судну; если оно придержится слишкомъ близко къ выпуклому берегу съ мысомъ, то, задѣвъ однимъ бокомъ дна за мель, оно начинаетъ поворачиваться задомъ напередъ, или какъ говорятъ *отуливаться*, и, предоставляя свою большую боковую поверхность теченію, неминуемо наносится на камень. Напротивъ, если судно слишкомъ далеко отклонится отъ мыса изъ боязни задѣть за него, то приблизившись къ сторонѣ бойца, оно уже не въ состояніи бываетъ выбиться изъ струи и тоже попадаетъ на камень. Нужно замѣтить, что судно имѣетъ стремленіе къ выпуклому берегу не только вслѣдствіе направленія теченія къ послѣднему, но и вслѣдствіе центробѣжной силы, которая развивается при движеніи судна по закругленію; какъ прибой воды къ камню, такъ и центробѣжная сила одновременно увеличиваются съ увеличеніемъ скорости движенія судна и съ уменьшеніемъ радіуса закругленія, а потому наиболѣе опасны тѣ бойцы, около которыхъ при крутомъ поворотѣ существуетъ сильное теченіе. Если же эти два условія не совпадаютъ, то береговой камень или совсѣмъ безвреденъ или хотя и пред-

ставляет опасность, но весьма незначительную. Къ этимъ условіямъ нужно присоединить еще и самое расположеніе камня въ колѣнѣ; чаще всего случается, что вогнутый берегъ по всей длинѣ каменистъ, но собственно опасный камень расположенъ въ томъ мѣстѣ, гдѣ судно, вслѣдствіе центробѣжной силы, перерѣзываетъ струю, и подваливаетъ къ каменистому берегу. Если при этомъ камень вдается въ рѣку, то опасность бойца, кромѣ его неблагоприятнаго расположенія, увеличивается еще и тѣмъ, что сзади его образуется небольшой заливъ, въ которомъ теченія почти не существуетъ и который называется *суводью*; случается, что при переваливаніи на другую сторону около суводи судно попадаетъ переднюю свою часть въ заливъ и, вслѣдствіе разности въ давленіяхъ воды, начинаетъ поворачиваться кормою впередъ; при этомъ поворачиваніи управленіе судномъ дѣлается невозможнымъ и оно или разбивается о берегъ тутъ же или паносится на слѣдующій боецъ.

Къ такимъ же осложненіямъ характера бойцовъ слѣдуетъ причислить чрезмѣрную длину колѣна, въ концѣ котораго боецъ расположенъ, и весьма незначительную ширину рѣки у бойца. Представителемъ перваго случая можетъ служить камень *Горчакъ*, который расположенъ въ концѣ закругленія рѣки, описаннаго радіусомъ около 150 сажений при дугѣ въ 220° ; во время прохода всего этого закругленія необходимо постоянно придерживать выпуклаго берега, усиленно работая поносными; часто случается, что къ концу закругленія рабочіе окончательно выбиваются изъ силъ и судно разбивается; самое названіе *Горчакъ* указываетъ на усиленную «горькую» работу, которая достается рабочимъ въ этомъ мѣстѣ. Примѣромъ втораго случая можетъ служить *Узенкій*, у котораго ширина рѣки въ самомъ узкомъ мѣстѣ около 12 сажений; въ этомъ мѣстѣ съ одного берега вдается въ рѣку камень, съ другого длинный мысъ, расположенный такимъ образомъ, что судну приходится дѣлать чрезвычайно крутой

поворотъ, а управленіе вслѣдствіе тѣсноты весьма затруднительно. Подобный же примѣръ представляетъ боецъ *Левинъ*, около котораго рѣка дѣлится островомъ на два рукава; изъ нихъ лѣвый, дальній отъ камня, слишкомъ узокъ и мелокъ, такъ что по немъ судну пройти нѣтъ возможности; на правомъ же рукавѣ, хотя нѣсколько и болѣе широкомъ, чѣмъ лѣвый, но все-таки довольно узкомъ, расположенъ самый камень.

Забота о томъ, чтобы судно не попало на боецъ, начинается значительно выше его, иногда больше чѣмъ за 2 версты; маневры, которые при этомъ нужно произвести, въ какомъ именно мѣстѣ и даже съ какою энергіею, выработаны у сплавщиковъ долгимъ опытомъ; если мѣры не были приняты своевременно, то судно большею частью неминуемо гибнетъ. Всякій при этомъ спасается, какъ можетъ, и рѣдкій остается живъ изъ тѣхъ, которые попали въ воду. Есть мѣста, гдѣ на длинномъ протяженіи судно должно точнымъ образомъ двигаться по извѣстному, выработанному опытомъ, направленію; одно изъ такихъ мѣстъ представляется у бойцовъ *Горчакъ* на правой сторонѣ, *Молокова* на лѣвой и *Разбойника* на правой (чер. 5). Почти отъ самаго Горчака придерживаются праваго берега, а подойдя къ Молокову стремятся быстро пересѣчь струю у самаго бойца, который еще къ этому имѣетъ сильную суводу, и перейти къ лѣвому берегу; если этотъ маневръ не удался, то судно уносится водою на противоположную сторону и двѣ версты ниже неминуемо попадаетъ на боецъ «Разбойникъ», такъ какъ выбиться изъ струи въ этомъ мѣстѣ весьма трудно.

Береговые и подводные камни. Кромѣ бойцовъ по берегамъ Чусовой есть множество береговыхъ камней, которые хотя и не находятся въ извилинахъ рѣки, но тѣмъ не менѣе представляютъ весьма серьезныя затрудненія славу, если расположены въ мѣстахъ, гдѣ по необходимости приходится направлять судно по возможности ближе къ берегу, какъ на

примѣръ на мысахъ у бойцовъ или нѣсколько выше ихъ. Сюда же можно отнести перѣдкіе случаи разбитія судовъ о береговые камни во время причала судна къ берегу, въ особенности когда нельзя бываетъ выбрать безопасное мѣсто, а приходится хвататься за первое попавшееся дерево или причальный столбъ. Подобные камни болѣе или менѣе выступаютъ отъ береговъ или со дна и многіе изъ нихъ совершенно покрыты весеннею водою. Кромѣ береговыхъ камней по руслу Чусовой разбросано множество отдѣльных подводныхъ камней, достигающихъ величины нѣсколькихъ кубическихъ аршинъ. Они или лежатъ на своихъ мѣстахъ съ незапамятныхъ временъ, или же принесены въ ближайшее время вмѣстѣ со льдомъ съ верховьевъ Чусовой, а также съ ея притоковъ; всѣ наиболѣе опасные изъ нихъ извѣстны сплавщикамъ, но часто случается, что судно получаетъ проломъ о подводный камень въ такомъ мѣстѣ, гдѣ камня прежде не было и куда онъ былъ слѣдовательно принесенъ въ послѣднюю или ближайшую весну. Наконецъ кромѣ отдѣльных подводныхъ камней, во многихъ мѣстахъ камни образуютъ цѣлыя группы въ видѣ косъ и гривъ, представляющихъ постоянныя затрудненія сплаву и расположенныхъ обыкновенно въ устьяхъ рѣчекъ, впадающихъ въ Чусовую; не смотря на то, что ихъ уже нѣсколько разъ убрали, каждую весну, вмѣстѣ со льдомъ, изъ рѣчекъ наносится опять огромное количество камня, гравія и песку; въ этомъ отношеніи въ особенности дѣятельны рѣки Утка (около Казенной Утки), Илимка, Кумышъ, а въ большей или меньшей степени всѣ вообще болѣе значительные притоки рѣки Чусовой, за исключеніемъ конечно запруженныхъ, на которыхъ у самаго устья расположены заводы или пильныя мельницы; впрочемъ даже одна изъ этихъ послѣднихъ рѣкъ, Кынь, лѣтъ двадцать тому назадъ, прорвала плотину, разрушила весь Кыновской заводъ и нанесла въ Чусовую огромную косу гравія и камней, которая лежитъ и до сихъ поръ въ томъ же видѣ.

Измѣненіе горизонта. Какъ направленіе, уклонъ и русло

горной рѣки зависятъ отъ нѣкоторыхъ условій, придающихъ ей характеръ отличный отъ луговаго, такъ и въ свойствахъ движенія ея водъ есть характерныя особенности, которыя выражаются въ значительно большей скорости теченія, въ существованіи частыхъ и внезапныхъ паводковъ и въ сравнительно весьма небольшомъ подъемѣ горизонта высокихъ водъ.

Свойство рѣки подвергаться рѣзкимъ измѣненіямъ въ высотѣ горизонта обусловливается формою мѣстности, составляющей ея бассейнъ; если его покаты круты, то выпавшая вода стекаетъ вдругъ и болѣе или менѣе значительно поднимаетъ горизонтъ. Для поднятія его въ луговой рѣкѣ на значительную высоту нужна сильная причина, какъ на примѣръ продолжительные и обильные дожди; для горной же рѣки достаточно одного порядочнаго дождя, чтобы она превратилась на время изъ спокойной рѣки въ свирѣпый потокъ. При этомъ паводокъ не ограничивается образованіемъ въ отдѣльной части, а проходитъ по всей длинѣ рѣки даже и въ томъ случаѣ, если первоначально онъ образовался въ верховьяхъ и если на дальнѣйшемъ протяженіи причинъ къ его образованію не было. Слово Чусовая, какъ и множество названій другихъ русскихъ рѣкъ, образовалось изъ словъ зырянскаго нарѣчія: *Чусъ*—быстрый, *ва*—вода; такимъ же образомъ *Об—ва* значитъ луговая вода, *Сыл—ва* талая вода и т. д. Русскіе прибрежные жители измѣнили названіе Чусовая на *Часовая*, намекая этимъ на частую измѣнчивость высоты ея горизонта.

Рядомъ съ этимъ свойствомъ, другая особенность горныхъ рѣкъ, отсутствіе подъема высокаго горизонта въ такихъ размѣрахъ, какъ это бываетъ на луговыхъ рѣкахъ, гдѣ весною онъ достигаетъ высоты 5 сажень выше меженнаго, служить какъ бы предохранительнымъ средствомъ отъ громадныхъ опустошеній, которыя могли бы происходить при недостаточно быстромъ стока воды. Такимъ образомъ само движеніе воды регулируетъ себя и удерживается въ извѣстныхъ границахъ;

но если рѣка лишена этого свойства искусственно, какъ на примѣръ при устройствѣ плотинъ и различныхъ сооружений, то разрушительное дѣйствіе внезапныхъ паводковъ проявляется во всей своей силѣ, какъ на примѣръ въ вышеприведенномъ случаѣ разрушенія рѣчкою Кыномъ всего Кыновскаго завода во время одного изъ ея паводковъ.

Значительный подъемъ высокихъ водъ горныхъ рѣкъ объясняется конечно тѣмъ, что вслѣдствіе большой скорости прибыльшия воды имѣютъ возможность стекать быстро; однако по этому предмету будетъ не лишнимъ сдѣлать нѣсколько замѣчаній.

Скорость теченія. Рѣка Чусовая, какъ было упомянуто, состоитъ изъ ряда частей съ небольшимъ уклономъ и скоростью теченія, не достигающею 2 футовъ; части эти, называемыя *плесами*, соединены между собою *порогами*, общая длина которыхъ, въ сравненіи со всею длиною рѣки и длиною плесовъ, составляетъ не больше 3%. Такимъ образомъ вліяніе пороговъ на среднюю по длинѣ рѣки скорость должно быть весьма незначительно и если бы на примѣръ было извѣстно, что какая нибудь частица воды проплываетъ длину 100 верстъ въ 100 часовъ, то средняя скорость ея движенія за это время была бы 0.97 фута; а если выдѣлить отсюда пространство, которое приходится на длину пороговъ, и время, которое вода употребила на проходъ по нимъ, и предположить скорость теченія на нихъ равною 10 футамъ въ секунду, то окажется, что на плесахъ она текла со скоростью 0.91 фута. Такимъ образомъ отъ существованія порога средняя по длинѣ скорость увеличилась въ отношеніи 97 къ 91 или на $6\frac{1}{2}\%$. Къ этому надобно замѣтить, что вліяніе пороговъ на скорость этимъ ограничивается и не дѣйствуетъ замѣтнымъ образомъ въ томъ смыслѣ, чтобы вода вслѣдствіе инерціи сохраняла часть полученной скорости на болѣе или менѣе значительной послѣдующей длинѣ; извѣстно, что она чрезвычайно скоро принимаетъ скорость, соответствующую новымъ обстоятельствамъ русла, и

даже тотчасъ вслѣдъ за громадными водонадами и порогами, слѣдуютъ совершенно нормальныя тихія мѣста.

Такимъ образомъ при приблизительномъ разсужденіи о средней скорости теченія воды на извѣстной длинѣ горной рѣки слѣдуетъ обращать вниманіе на уклоны и скорость только однихъ *плесовъ*. Между тѣмъ плеса эти обладаютъ приблизительно такую же скоростью и уклономъ, какъ и луговые рѣки, и становится не совсѣмъ понятнымъ тотъ фактъ, что въ то время, какъ на луговой рѣкѣ, при возвышеніи горизонта на 5 сажень, скорость воды едва ли достигаетъ 3 верстъ въ часъ, на Чусовой при возвышеніи горизонта всего на $2\frac{1}{2}$ или 3 аршина, она достигаетъ, какъ это будетъ видно ниже, 8 верстъ въ часъ. Какова же была бы эта скорость, если бы и на ней горизонтъ поднялся на 5 сажень? Къ сожалѣнію, недостатокъ наблюденій и данныхъ относительно неоднобразнаго движенія въ рѣкахъ не позволяетъ разсмотрѣть этотъ вопросъ болѣе или менѣе обстоятельно и приходится ограничиться простыми соображеніями *a priori*.

Уклоны. Скорость воды въ рѣкѣ обусловливается двумя факторами: присутіемъ ей уклономъ и треніемъ, величина котораго зависитъ какъ отъ той же скорости, такъ и отъ формы живаго сѣченія. Уклонъ плоскости, по которой течетъ рѣка, даетъ ей силу движенія, а треніе вполне поглощаетъ эту силу, такъ что по длинѣ рѣки скорость остается постоянною; если горизонтъ стоитъ на одной высотѣ, то всѣ элементы, отъ которыхъ зависитъ движеніе воды, находятся въ равновѣсіи. Но если притокъ воды увеличится, то вслѣдствіе образующагося напора и увеличенія уклона, начинаетъ увеличиваться и скорость; когда наконецъ горизонтъ перестанетъ подниматься, то скорость, дойдя до извѣстной величины, сдѣлается постоянною и гораздо большею противъ прежней; между тѣмъ уклонъ воды будетъ теперь уже равенъ первоначальному, такъ какъ горизонтъ поднялся параллельно самому себѣ. Отсюда слѣдуетъ, что увеличенная скорость сдѣлалась въ этомъ новомъ положе-

ниі возможною вслѣдствіе того, что живое сѣченіе получило болѣе благоприятную форму и количество тренія уменьшилось. Положимъ на примѣръ (чер. 2), что первоначальная площадь живаго сѣченія была равна 8.22 квадр. саж., подводный периметръ 21 саж. и что горизонтъ воды поднялся на 1 сажень; тогда, предполагая берега выше первоначальнаго горизонта отвѣсными, площадь A увеличится на 21 квадратную сажень и подводный периметръ S на 2 сажени; а такъ какъ отношеніе скоростей при поднятіи горизонта воды пропорціонально корнямъ квадратнымъ подводныхъ радіусовъ, то оно будетъ равно

$$\frac{v_1}{v} = \sqrt{\frac{r_1}{r}} = \sqrt{\frac{A_1}{A}} \sqrt{\frac{S}{S_1}} = \sqrt{\frac{29.22}{8.22}} \sqrt{\frac{21}{23}} = 1.78$$

и слѣдовательно, если первоначальная скорость теченія была равна 2 футамъ, то послѣ подъема горизонта она будетъ равна $2 \times 1.78 = 3.56$ фута, между тѣмъ какъ на Чусовой эта скорость увеличивается въ 4 раза и дѣлается равною 8 футамъ. Такимъ образомъ уменьшеніе тренія, которое служитъ единственною причиною увеличенія скорости на луговыхъ рѣкахъ при вышеніи горизонта, оказывается здѣсь недостаточно для объясненія увеличенія скорости и его, по необходимости, остается искать въ другомъ факторѣ, обуславливающимъ скорость движенія воды, а именно въ уклонѣ; дѣлается необходимымъ объясненіе, что этотъ уклонъ при подъемѣ горизонта воды получаетъ распредѣленіе болѣе благоприятное для увеличенія скорости, и что это достигается тѣмъ, что онъ распредѣляется по длинѣ рѣки болѣе равномерно. То паденіе, которое во время меженіи соотвѣтствовало незначительной длинѣ порога, сглаживается при высокомъ горизонтѣ и распредѣляется на большую длину; тѣмъ выше подъемъ горизонта, тѣмъ болѣе толстымъ слоемъ идетъ вода, тѣмъ большее число пороговъ дѣлается незамѣтно и только наиболѣе длинные остаются видными; теоретически при достаточной высотѣ всѣ они могутъ сравняться и уклонъ можетъ сдѣлаться равномернымъ. Между прочимъ

это подтверждается и тѣмъ, что съ перваго взгляда казалось бы, что если при меженіемъ горизонтъ скорости теченія на короткихъ порогахъ достигаетъ 7 футовъ въ секунду, то при высокомъ горизонтѣ она должна бы быть еще больше, а между тѣмъ оказывается обратное; подъемъ судовъ на порогахъ противъ теченія весною совершается легче, чѣмъ лѣтомъ и не отъ большей глубины, а именно вслѣдствіе меньшей скорости. На Кыновскомъ заводѣ есть маленький двухъ-сильный пароходикъ, который лѣтомъ не въ состояніи бываетъ подняться на порогахъ вверхъ по Чусовой, а весною онъ поднимается довольно свободно. Оказывается такимъ образомъ, что скорость на короткихъ порогахъ уменьшается, на плесахъ увеличивается, и скорости сближаются въ величинѣ соотвѣтственно сближенію въ величинахъ уклона.

Одновременно съ увеличеніемъ равномерности уклона все меньшая и меньшая часть силы тяжести при паденіи по наклонной плоскости расходуется непроизводительно и все большая часть этой силы идетъ на увеличеніе скорости. Представимъ себѣ рѣку Чусовую въ двухъ видахъ: въ одномъ она раздѣлена на нѣсколько горизонтальныхъ бѣфовъ, соединенныхъ между собою водопадами, въ другомъ все ея паденіе распредѣлено по длинѣ равномерно. Очевидно, что въ этихъ двухъ рѣзкихъ случаяхъ среднія по длинѣ скорости будутъ различны и во второмъ значительно больше; одинаковый въ обоихъ случаяхъ расходъ воды будетъ производиться въ первомъ случаѣ на счетъ большаго живаго сѣченія, во второмъ на счетъ большей скорости. Справедливость подобнаго заключенія для примѣра менѣе рѣзкаго, можно видѣть и изъ формулъ, выражающихъ условія движенія воды въ рѣкахъ, если только эти формулы даютъ результаты достаточно близкіе къ истинѣ; по нимъ нужно опредѣлить время, которое вода употребляетъ для прохода известной длины при равномерномъ и неравномерномъ уклонѣ. Положимъ, на примѣръ, что въ одномъ случаѣ вся длина въ 1100 сажени имѣетъ два уклона: на 1000 са-

женяхъ въ 0.000265 и на 100 саженьяхъ въ 0.01; тогда, взявъ известное живое сѣченіе (чер. 1), въ которомъ на примѣръ при глубинѣ 3.5 футовъ, площадь равна 367 квадратнымъ футамъ, а отношеніе площади A къ периметру S есть 2.62, по уравненію движенія воды въ рѣкѣ

$$i = \frac{S}{A} (\alpha v + \beta v^2)$$

получимъ для уклона 0.000265 скорость $v=2.35$, а для уклона 0.01 скорость $v=16.25$ и слѣдовательно все пространство въ 1000 сажень или 7000 футовъ, съ уклономъ въ 0.000265, вода пройдетъ въ 2980 секундъ, а пространство въ 100 сажень или 700 футовъ съ уклономъ 0.01 въ 43 секунды, а всего употребить времени для прохода участка 3023 секунды; при этомъ нужно замѣтить, что на участкѣ въ 100 сажень живое сѣченіе, вслѣдствіе большей скорости, будетъ меньше, чѣмъ на остальной части, по этому подводный радіусъ будетъ меньше 2.62, а слѣдовательно и скорость будетъ меньше, чѣмъ 16.25 фута; истинное же время прохода воды по участку нѣсколько больше 3023 секундъ. Положимъ теперь, что все паденіе по разсматриваемой длинѣ распредѣлено равномерно; тогда общій уклонъ будетъ 0.00115. Если бы горизонтъ воды остался на прежней высотѣ, то подставляя въ уравненія прежнія значенія площади и периметра, получили бы новую скорость въ 5.10 фута; но такъ какъ горизонтъ понизится, то величины площади и периметра будутъ уже другія, менѣе благоприятныя для скорости, и слѣдовательно эта полученная скорость болѣе дѣйствительной. Такимъ образомъ, для полученія истинной скорости, нужно было бы сдѣлать нѣсколько постановокъ; но въ данномъ случаѣ достаточно будетъ сдѣлать только одну, то есть понизить горизонтъ сообразно полученной, не существующей на самомъ дѣлѣ, скорости въ 5.10 фута; при такомъ предположеніи онъ окажется ниже чѣмъ на самомъ дѣлѣ. Изъ условія равенства расходовъ $Av = A_1v_1$ новая площадь A_1 получается равною 170 квадратнымъ футамъ, а такъ какъ $A_1=70h_1+7h_1^2$ по чертежу, то $h_1=2.22$ и $g=1.18$. Подставляя эти новыя значенія въ

уравненіе, получимъ скорость въ 3.50 фута, истинная же будетъ заключаться между 5.10 и 3.50; но если даже взять для нее меньшую величину въ 3.50 фута, то и тогда вода пройдетъ весь участокъ въ 2200 секундъ, между тѣмъ какъ при неравномѣрномъ уклонѣ она проходитъ его въ 3023 секунды.

И такъ по мѣрѣ увеличенія равномерности уклона, вода получаетъ возможность приобрѣсть большую среднюю по длинѣ скорость, а такъ какъ на Чусовой и подобныхъ ей рѣкахъ при повышеніи горизонта эта равномерность, сравнительно съ меженнымъ горизонтомъ, увеличивается, то и скорость ея весеннихъ водъ должна увеличиваться въ большемъ отношеніи къ меженной скорости, чѣмъ это имѣетъ мѣсто на тѣхъ рѣкахъ, на которыхъ сказанное обстоятельство или вовсе не существуетъ или существуетъ, но въ меньшей мѣрѣ.

Уменьшеніе глубины. Здѣсь будетъ кстати сказать нѣсколько словъ еще объ одномъ выводѣ, вытекающемъ изъ вышеприведенныхъ разсужденій. Если принять за вѣрное то, что средняя по длинѣ рѣки скорость теченія будетъ тѣмъ больше, чѣмъ равномерно распредѣлено паденіе, то при одномъ и томъ же расходѣ воды тѣмъ болѣе тонкимъ слоемъ будетъ она при этомъ течь и тѣмъ меньше должна быть ея глубина. Съ другой стороны несомнѣнно, что всякая рѣка постепенно уничтожаетъ преграды, мѣшающія движенію ея воды; крутые уступы, въ видѣ водопадовъ, постепенно превращаются въ пороги, — пороги въ едва замѣтныя быстрыя мѣста. Рѣка постепенно стремится къ тому, чтобы, сгладивъ всѣ неровности дна, привести свой горизонтъ къ идеальному предѣльному виду, при которомъ ей будетъ легче всего нести свои воды и при которомъ она всего скорѣе доведетъ ихъ до устья. По мѣрѣ достиженія этого идеала, она будетъ мелѣть и изъ того вида, который имѣла въ предшествовавшія геологическія эпохи и который состоялъ изъ ряда озеръ, расположенныхъ уступами, постепенно дойдетъ до нѣкоторой предѣльной глубины своихъ водъ. Такимъ образомъ рядомъ съ тѣми причинами мелѣнія рѣкъ, которыя находятся

въ вырубаниі лѣсовъ, измѣненіи климата и т. п., есть и другая причина, дѣйствующая медленно и постоянно; она имѣетъ мѣсто не только для тѣхъ рѣкъ, на которыхъ есть пороги, но и для всѣхъ вообще, по тому что на всякой рѣкѣ уклонъ по длинѣ постоянно измѣняется. Причина эта одинаково дѣйствуетъ какъ на всю длину рѣки, такъ и на отдѣльныя ея части. Нужно замѣтить, что наблюденія надъ обмелѣніемъ рѣкъ относятся къ большимъ промежуткамъ времени и къ отдѣльнымъ частямъ рѣки, потому что вниманіе обращается обыкновенно на увеличивающіяся затрудненія при проходѣ судовъ въ нѣкоторыхъ отдѣльныхъ мѣстахъ.

Вмѣстѣ съ этимъ, по мѣрѣ приближенія къ идеальному виду, постепенно уменьшается вліяніе неравномѣрности уклона на чрезмѣрное увеличеніе скорости паводковъ, а слѣдовательно уменьшается и возможность быстрого стока водъ; а высота паводковъ увеличивается. Такимъ образомъ и тотъ фактъ, который въ продолженіи цѣлыхъ вѣковъ наблюдается и состоитъ въ томъ, что одновременно съ обмелѣніемъ рѣки, особенно высокіе подъемы горизонта весеннихъ водъ повторяются все чаще, также находятъ здѣсь одну изъ своихъ причинъ.

Выпускъ воды изъ прудовъ. Весенній горизонтъ на рѣкѣ Чусовой очень кратковремененъ и не всегда бываетъ удобенъ для производства сплава; гораздо большимъ значеніемъ въ этомъ отношеніи пользуется Ревдинскій валъ, образуемый выпускомъ пруда, расположеннаго въ рѣкѣ Ревдѣ. Для того, чтобы весеннія воды подняли горизонтъ на значительную высоту, необходимо, чтобы весна была болѣе или менѣе дружная и чтобы увеличеніе расхода было быстрое; въ противномъ случаѣ талая вода стекаетъ постепенно при незначительномъ подъемѣ и иногда даже ледъ остается не взломаннымъ. Въ этихъ случаяхъ Ревдинскимъ прудомъ пользуются не только для сплава каравановъ, но и для предварительнаго взлома льда. Всѣ другіе заводскіе пруды, расположенные на притокахъ рѣки Чусовой, незначительны и могутъ поднять горизонтъ только на

нѣсколько вершковъ; а Ревдинскій прудъ, при полномъ скопѣ воды въ 10 аршинъ, занимаетъ площадь въ 5 квадратныхъ верстѣ и вмѣщаетъ 2 милліона кубическихъ сажень воды; изъ этого количества весною онъ отдаетъ безъ ущерба для заводскаго дѣйствія около 800000 кубическихъ сажень, продолжая выпускъ отъ 24 до 40 часовъ и слѣдовательно выпуская въ секунду около 8 или 9 кубическихъ сажень воды. По мѣрѣ удаленія вала, образованнаго этимъ выпускомъ, къ низовьямъ онъ поддерживается выпусками другихъ заводскихъ прудовъ, которые впрочемъ не производятъ на него почти никакого вліянія.

Движеніе вала. Скорость движенія вала зависитъ какъ отъ высоты коренной воды въ Чусовой, такъ и отъ состоянія береговъ. На чертежѣ 3 изображены 3 вала отъ 3 выпусковъ Ревдинскаго пруда въ 1867 году 23 и 24 апрѣля и 20 мая по заводскимъ наблюденіямъ, при чемъ горизонтальныя разстоянія изображаютъ время, а вертикальныя высоту воды. По чертежамъ этимъ получаютъ слѣдующія данныя: первый валъ отъ выпуска 23 апрѣля въ 6 часовъ утра и 24 апрѣля въ 2 часа утра показались на нижнихъ пристаняхъ, считая отъ Ревдинскаго пруда:

на Шайтанской	въ 26 верстахъ черезъ	3 ч.
» Билимбаевской	» 38 » »	6 »
» Уткинской казен. . . .	» 68 » »	12 »
» Усть-Уткинской	» 212 » »	24 »
» Кыновской	» 279 » »	34 »

второй выпускъ 20 мая:

на Шайтанской	въ 26 верстахъ черезъ	3 ч.
» Билимбаевской	» 38 » »	8 »
» Уткинской казен. . . .	» 68 » »	14 »
» Кыновской	» 279 » »	40—45 »

Изъ этихъ данныхъ видно, что апрѣльскій выпускъ при болѣе высокой водѣ какъ въ верховьяхъ, такъ и низовьяхъ Чусовой проходилъ около 8 верстъ въ часъ, и что майскій

выпускъ при низкомъ горизонтѣ въ верховьяхъ шелъ по 5 верстѣ въ часъ, а въ низовьяхъ при высокомъ быстрѣе, такъ что отъ Ревды до Кыновской пристани средняя скорость уже сдѣлалась равной 6 верстамъ.

Состояніе береговъ также имѣетъ сильное вліяніе на скорость движенія вала; чѣмъ берега мерзлѣе, тѣмъ быстрѣе идетъ валъ, напротивъ талые берега умѣряютъ его скорость. Въ вышеприведенныхъ данныхъ разниа въ скоростяхъ движенія вала, доходившая до 2 верстѣ въ апрѣлѣ и маѣ, вѣроятно была отчасти слѣдствіемъ и этого обстоятельства.

Наконецъ скорость движенія вала должна быть также различна для начала (головы), середины и конца (хвоста) вала, потому что его голова имѣетъ наибольшій уклонъ, середина средней и хвостъ наименьшій. Вслѣдствіе этого должно происходить то, что по мѣрѣ удаленія вала къ низовьямъ, онъ долженъ расплываться не только въ поперечномъ направленіи сообразно съ увеличеніемъ живаго сѣченія рѣки, но и въ продольномъ направленіи, сообразно тому, на сколько его голова ушла впередъ, а хвостъ отсталъ относительно середины. Такимъ образомъ при движеніи къ низу начинаетъ уменьшаться высота головы и хвоста вала; это уменьшеніе идетъ постепенно отъ концовъ къ срединѣ и дойдя до нее начинаетъ постепенно понижать и ее; въ устьѣ Ревды валъ поднимаетъ горизонтъ Чусовой на 2 аршина 14 вершковъ, въ Демидовой Уткѣ на 2 аршина 8 вершковъ и въ концѣ горной части у села Камасина четвертей на 5; впрочемъ высота подъема горизонта въ данномъ мѣстѣ зависитъ не только отъ разстоянія его до Ревды, но и отъ многихъ другихъ причинъ, какъ-то величины живаго сѣченія, уклона и т. п.; на порогахъ она конечно гораздо меньше чѣмъ въ плесахъ.

Регулированіе подъема вала. Какъ сказано, пониженіе вала начинается съ его концовъ и постепенно доходитъ до середины; такимъ образомъ чѣмъ длиннѣе валъ, тѣмъ дольше онъ сохраняетъ свою высоту и тѣмъ выше поднимается горизонтъ воды въ ни-

зовьяхъ. Отсюда слѣдуетъ, что регулированіе высоты подъема съ помощью выпуска прудовыхъ водъ можетъ быть достигнуто не только измѣненіемъ количества выпускаемой въ единицу времени воды, но для низовьевъ рѣки и измѣненіемъ продолжительности выпуска. Это обстоятельство имѣетъ весьма важное значеніе по слѣдующей причинѣ: существуетъ такой горизонтъ, который всего болѣе благоприятствуетъ сплаву по рѣкѣ Чусовой; при очень низкомъ горизонтѣ дѣлается затруднительнымъ проходъ по мелкимъ мѣстамъ и переборамъ, подводные камни не покрыты достаточно толстымъ слоемъ воды и проч.; съ другой стороны, при очень высокомъ горизонтѣ и слишкомъ значительной скорости теченія, дѣлается весьма опаснымъ проходъ около бойцовъ. Напротивъ при нѣкоторомъ среднемъ горизонтѣ какъ затрудненія низкой воды, такъ и высокой дѣлаются далеко не такъ опасными и задача регулированія подъема горизонта должна состоять въ томъ, чтобы поддержать его по всей длинѣ рѣки на такой найденной опытомъ высотѣ. Если бы производить это регулированіе измѣненіемъ силы выпуска, то хотя при этомъ и можно было бы достигнуть того, что въ низовьяхъ горизонтъ воды дойдетъ до благоприятной высоты, но за то въ верховьяхъ онъ будетъ черезъ чуръ высокъ и сдѣлаетъ сплавъ въ этой части рѣки весьма опаснымъ. Напротивъ пользуясь возможностью регулировать высоту вала посредствомъ продолжительности выпуска и придавъ ему такую напряженность, при которой высота воды въ верховьяхъ сдѣлается благоприятною сплаву, останется только продолжать выпускъ до образованія такой длины вала, при которой онъ и въ низовьяхъ сохранитъ благоприятную высоту.

Кромѣ высоты воды, на затруднительность сплава имѣетъ большое вліяніе самое измѣненіе горизонта во время прохода вала: находитъ ли вода на прибыли или убыли. Многимъ вѣроятно приходилось замѣчать, что иногда плывущія на поверхности воды легкія тѣла, какъ на примѣръ щепки, листья, пѣна и проч., придерживаются берега и если даже бросить что нибудь на середину рѣки, то оно

отойдетъ постепенно къ берегу; иногда же, напротивъ, всѣ эти тѣла скучиваются на срединѣ и плывутъ по ней. Явленіе это объясняется тѣмъ, что средняя часть рѣки движется быстрѣе частей, лежащихъ у береговъ; вслѣдствіе этого при увеличеніи расхода воды прибыль скорѣе распространяется по срединѣ чѣмъ у береговъ, середина рѣки приподнимается и горизонтъ воды въ поперечномъ направленіи образуетъ выпуклую линію; при этомъ всякое плывущее тѣло имѣетъ стремленіе къ берегамъ не только потому, что скатывается какъ по наклонной плоскости, но и потому, что самое теченіе болѣе или менѣе происходитъ въ этомъ направленіи. Напротивъ при убыли воды явленіе происходитъ въ обратную сторону, середина рѣки представляетъ пониженную ложбину, плывущія тѣла имѣютъ стремленіе попасть въ нее и удалиться отъ приподнятой поверхности воды у береговъ. На Чусовой повышение средины въ головѣ вала во время прибыли замѣтно простымъ глазомъ, что и дало поводъ судопромышленникамъ замѣтить этотъ фактъ. На Миссисипи это повышение также было замѣчено сплавщиками лѣса и даже опредѣлено въ 3.3 фута^{*)}. По этому, сплаву болѣе благоприятствуетъ время убыли воды; во время прибыли судно стремится подойти къ берегамъ съ ихъ бойцами, подводными камнями и проч., во время же убыли оно держится средины.

Сплавъ. По этой причинѣ судопромышленники всегда предпочитаютъ плыть на срединѣ и на концѣ вала и только въ случаѣ необходимости плывутъ въ его головѣ.

Чтобы на сколько возможно воспользоваться всѣми наиболѣе благоприятными условіями и отплыть во время вмѣстѣ съ выпускомъ Ревдинскаго пруда, посылается извѣщеніе объ этомъ на нижнія пристани, которыя наблюдаютъ въ это время за состояніемъ воды и отплываютъ съ наступленіемъ благоприятныхъ условій. Обыкновенно судно плыветъ приблизительно съ

4 часовъ утра до 8 вечера или около 16 часовъ и на ночь причаливаетъ къ берегу; во время прохода по горной части рѣки, оно ночуетъ 3 раза и слѣдовательно теряетъ около 24 часовъ, не считая различныхъ остановки для исправленія поврежденій и т. п. Между тѣмъ, продолжительность выпуска составляетъ всего отъ 24 до 36 часовъ и слѣдовательно, плывя вмѣстѣ съ валомъ, на второй или третій день судно должно было бы остаться сзади вала, если бы не двигалось скорѣе его. Разница въ скоростяхъ движенія судна и вала очень значительна и по случайному совпаденію соответствуетъ тому, что въ день оно успѣваетъ опередить воду приблизительно на столько, на сколько отстаетъ отъ нея за ночь; тѣ суда, которыя идутъ въ головѣ вала, принуждены бывають иногда и въ продолженіи дня останавливаться, чтобы переждать, покуда ихъ догонитъ валь. Обыкновенно отплывая изъ Ревды рано утромъ, караванъ еще засвѣтло приплываетъ въ Каменку (73 версты), гдѣ и останавливается, чтобы осмотрѣть снасти, суда и проч.; на второй день, караванъ отплываетъ изъ Каменки часа въ 4 утра и приплываетъ около 7 часовъ въ Межевую Утку, а иногда и дальше и дѣлаетъ около 140 верстъ въ 15 часовъ или по 9½ верстъ въ часъ; на третій день караванъ останавливается на ночлегъ ниже Койвы и проплываетъ въ день около 170 верстъ, слѣдовательно дѣлаетъ по 13 верстъ въ часъ. Такимъ образомъ средняя скорость движенія судна равна 11 верстамъ въ часъ, между тѣмъ какъ валь идетъ только со скоростью 7 или 8 верстъ и слѣдовательно въ часъ отстаетъ на 3 или 4 версты. Одно изъ объясненій разницы въ скоростяхъ движенія судна и вала состоитъ въ томъ, что первое движется по кратчайшему пути, часто пересѣкая струю воды; на чертежѣ 5 изображены линіи движенія струи и судна; однако разница въ длинѣ этихъ линій ни въ какомъ случаѣ не можетъ объяснить вполне описаннаго явленія, потому что, какъ было видно, въ день судно опережаетъ валь на протяженіи около 150 верстъ, среднимъ числомъ на 50 верстъ, и слѣдовательно на

^{*)} Ревлю, Земля. Томъ I стр. 344.

30% всей пройденной длины; очевидно, что при ничтожной сравнительно ширины рѣки въ 20 — 25 сажень, не можетъ быть такой разницы въ длинѣ линій движенія судна и струи. Такъ что кромѣ существованія этой причины, имѣющей сравнительно ничтожное вліяніе, приходится допустить, что въ самой струѣ судно движется скорѣе нежели вода; при движеніи внизъ по рѣкѣ судно получаетъ скорость не только вслѣдствіе того, что несется вмѣстѣ съ струею воды и съ ея скоростью, но и вслѣдствіе своего собственнаго вѣса, отъ котораго при движеніи по наклонной плоскости оно получаетъ въ самой струѣ самостоятельную скорость, обуславливаемую величиною наклона и степенью сопротивленія воды. Подобный фактъ опереженія воды судами замѣченъ не только на Чусовой, но и при сплавѣ по другимъ рѣкамъ; извѣстно на примѣръ, что бѣланы, плоты и проч. рѣжутъ воду своимъ носомъ или вообще переднею частью.

Но хотя судно и движется значительно скорѣе вала и успѣваетъ въ продолженіи дня догнать пропущенную за ночь воду, тѣмъ не менѣе крайне необходимо, чтобы сзади судна еще оставалась болѣе или менѣе значительная длина вала на случай промедленія отъ остановокъ или затрудненій пути и наконецъ, для того, чтобы не было у судовщиковъ такой сильной боязни упустить валъ и остаться на мели; боязнь эта заставляетъ сплавщиковъ торопиться, перегонять другъ друга и дѣйствовать иногда крайне неосторожно.

Наконецъ, вся длина вала, которая необходима для безопасности сплава, зависитъ также отъ числа плывущихъ судовъ; въ этомъ отношеніи Ревдинскій валъ слишкомъ коротокъ и на Чусовой тѣснота до сихъ поръ составляетъ главнѣйшее затрудненіе и служитъ причиною большинства несчастныхъ случаевъ. Всѣхъ судовъ по Чусовой сплавляется около 600, а принимая скорость движенія вала равную 7 верстамъ и продолжительность выпуска въ 30 часовъ, оказывается, что длина вала равна 210 верстамъ и что одно судно приходится на

каждыя 175 сажень; этотъ промежутокъ, при средней скорости движенія въ 11 верстъ, судно проплываетъ въ $2\frac{1}{4}$ минуты; на нѣкоторыхъ же мѣстахъ, какъ на примѣръ на длинныхъ переборахъ, скорость движенія, вѣроятно, доходитъ до 20 и болѣе верстъ въ часъ, такъ что, если въ такомъ мѣстѣ, почему либо, оно остановилось на фарватерѣ, то слѣдующее за нимъ догонитъ его при этой скорости черезъ $1\frac{1}{2}$ минуты послѣ остановки. Въ такое короткое время, конечно, нельзя успѣть сдѣлать что-либо для того, чтобы предупредить столкновеніе.

Судоходство. Почти все количество грузовъ, сплавляемыхъ по рѣкѣ Чусовой въ продолженіи навигаціи, отправляется во время весенней прибыли воды и весенняго выпуска Ревдинскаго пруда.

Слѣдующая таблица показываетъ распредѣленіе грузовъ по мѣсяцамъ за послѣдніе шесть лѣтъ.

МѢСЯЦЫ.	1871 г.	1872 г.	1873 г.	1874 г.	1875 г.	1876 г.
Апрѣль...	2190764	715494	—	2044592	3395	2225197
Май.....	3296599	4888097	6440003	4543248	5461508	3892998
Іюнь... ..	774809	415721	918061	497611	382218	419052
Іюль.....	39510	399920	861025	222366	475507	353363
Августъ...	180762	53038	191223	64166	71979	41330
Сентябрь...	31054	152778	195286	18704	43432	36190
Октябрь...	187319	—	47303	29546	—	1000
Итого...	6700817	6625048	8562901	7420233	6438039	6969130

Отсюда видно, что въ лѣтніе и осенніе мѣсяца: іюнь, іюль, августъ, сентябрь и октябрь было отправлено среднимъ числомъ 16% всего количества груза; при этомъ лѣтніе караваны идутъ болѣею частью съ нижнихъ пристаней Чусовой и изъ притоковъ; съ верхнихъ же отправка грузовъ лѣтомъ случается рѣдко.

Грузы подвозятся къ пристанямъ во время зимы на лошади изъ за болѣе или менѣе значительнаго разстоянія, съ нѣкоторыхъ заводовъ за 200 верстъ. При самыхъ пристаняхъ на рѣбѣ расположены только 6 заводовъ: Ревдинскій, Шайтанскій 1-й, Билимбаевскій, Демидово-Уткинскій, Шайтанскій 2-й и Кыновской. Остальные имѣютъ на рѣкѣ лѣсныя дачи и пристани для постройки судовъ и нагрузки товаровъ.

Суда, въ которыхъ сплавляются грузы по Чусовой, бываютъ слѣдующихъ родовъ: коломенки или барки, бѣлозерки, полубарки и карбазы. Форма всѣхъ этихъ судовъ одинакова: плоское дно, вертикальныя стѣнки съ одинаково заостренными носомъ и кормомъ, между которыми нѣтъ различія и которыя снабжены *поносными* или *потесами*, служащими для управления судномъ и перемѣщенія его по направленію, перпендикулярному къ движенію. Различіе этихъ судовъ состоитъ въ ихъ размѣрахъ: коломенки имѣютъ длину отъ 16 до 19 сажень, ширину отъ 3 до $4\frac{3}{4}$ сажень и высоту отъ $9\frac{1}{2}$ до 13 четвертей; не нагруженные онѣ сидятъ въ водѣ отъ 5 до 7 вершковъ, а съ полнымъ грузомъ въ 10 или 14 тысячъ пудовъ отъ 6 до 7 четвертей. Озерныя лодки имѣютъ длину 12 сажень, ширину 4 сажени, высоту 12 четвертей, поднимаютъ до 8 тысячъ пудовъ и сидятъ безъ груза 5 или 6 вершковъ, а съ грузомъ до 7 четвертей. Полубарки употребляются во время лѣтняго сплава и весною для разгрузки обмелѣвшихъ барокъ и имѣютъ длину 9 или 14 сажень, ширину 3 и $3\frac{1}{2}$ сажени и высоту отъ 5 до 11 четвертей, поднимаютъ до 5000 пудовъ и сидятъ въ водѣ безъ груза 4 вершка, а съ грузомъ 3 и $3\frac{1}{2}$ четверти. Наконецъ карбазы представляютъ тѣже полубарки меньшихъ размѣровъ.

Нѣсколько разъ принимались обсуждать вопросъ о томъ, удобны ли принятыя размѣры барокъ, не слѣдуетъ-ли ихъ уменьшить; Нижне-Тагильскіе заводы производили даже пробы сплава въ баркахъ различныхъ размѣровъ и пришли къ тому

заключенію, что наиболѣе удобная длина судна, при существующемъ состояніи Чусовой, есть 17 сажень, ширина 4 сажени и осадка $5\frac{1}{2}$ и 6 четвертей. Размѣры эти суть среднія между вышеприведенными цифрами и надобно согласиться, что вообще къ измѣненію ихъ нѣтъ особенно побудительныхъ причинъ; скорѣе же нужно улучшить нѣсколько тѣсныхъ мѣстъ, по которымъ проходъ барокъ, при ихъ настоящей длинѣ, дѣйствительно труденъ, чѣмъ уменьшать размѣры всѣхъ барокъ.

Всѣ суда, большею частью, строятся на одинъ сплавъ и потому не отличаются прочностью. Не говоря уже о болѣе или менѣе сильныхъ ударахъ объ камни, отъ которыхъ онѣ весьма легко получаютъ проломы, для поврежденія судна достаточно и сравнительно незначительнаго толчка носомъ, потому что надавленная при такомъ толчкѣ боковая обшивка весьма легко выпучивается, конопатка швовъ выпадаетъ и судно получаетъ течь.

Взводное судоходство. Въ 1848 году Нижне-Тагильскіе заводы произвели первую попытку поднять полубарку изъ Камы до Усть-Уткинской пристани; попытка эта удалась, хотя и съ большими затрудненіями и въ 1851 году, послѣ улучшенія нѣкоторыхъ мѣстъ и расчистки бечевниковъ, было уже поднято 6 полубарковъ. Съ тѣхъ поръ число судовъ, поднимаемыхъ для Нижне-Тагильскихъ заводовъ, постоянно увеличивалось; въ 1852 году было поднято 13 судовъ и 6 полубарковъ, въ 1853 году—60 судовъ и 8 полубарковъ; такое же приблизительно число судовъ поднимается Нижне-Тагильскими заводами и въ настоящее время.

Все пространство отъ Камы до Усть-Уткинской пристани суда проходятъ въ 25 дней и на каждое судно полагается лоцманъ, 8 человѣкъ рабочихъ и 8 лошадей, изъ которыхъ двѣ запасныя; при этомъ было замѣчено, что нагруженное по среднѣ 500 пудами судно идетъ ровнѣе и удобнѣе, потому что этимъ баластомъ уравнивается перегибъ и выпучиваніе середины, образующіеся при подъемѣ порожней барки. Подъемъ порож-

нихъ барокъ, вверхъ по Чусовой, далѣ Нижне-Тагильскимъ заводамъ возможность во первыхъ прочнѣе строить свои суда, которыя служатъ имъ теперь въ продолженіи нѣсколькихъ лѣтъ, и во вторыхъ содѣйствовали уменьшенію истребленія лѣсовъ; на каждое судно идетъ около 260 деревъ и этотъ лѣсъ, при существующемъ обычаѣ отправки грузовъ въ чусовскихъ коломенкахъ до мѣстъ назначенія и продажи тамъ судовъ за безцѣнокъ, пропадаетъ для завода совершенно бесполезно. Такъ какъ по Чусовой въ навигацію сплавляется отъ 500 до 800 судовъ, то количество лѣса, ежегодно истребляемаго для постройки барокъ, составляетъ до 200 тысячъ деревъ, — цифра весьма значительная. Тѣмъ не менѣе примѣръ Нижне-Тагильскихъ заводовъ остался единичнымъ и построенные въ 1864—1865 годахъ, по бечевникамъ Чусовой, мосты для облегченія взводки судовъ, оказались бесполезными, не ремонтировались и въ настоящее время почти все провалились. Да и какимъ образомъ было развиться взводкѣ судовъ, когда она Нижне-Тагильскимъ заводамъ обходится въ 200 и 300 руб. на судно, а для пристаней, лежащихъ выше, обойдется вѣроятно до 400 руб., между тѣмъ, какъ новое судно стоитъ, при теперешнихъ условіяхъ, около 450 рублей.

Судорабочіе. На каждое судно полагается, смотря по количеству груза, отъ 40 до 50 человѣкъ рабочихъ, одинъ сплавщикъ, одинъ или два ученика въ помощь ему и одинъ водоливъ. На 600 судовъ, сплавляемыхъ каждую весну по Чусовой, требуется народа около 25000 человѣкъ и такое количество, конечно, не можетъ быть набрано въ селеніяхъ по берегамъ рѣки Чусовой, а нанимается въ сосѣднихъ уѣздахъ Пермской и Вятской губерній; на нѣкоторыхъ пристаняхъ нанимаютъ даже казанскихъ татаръ. Рабочіе получаютъ за сплавъ отъ 8 до 11 рублей и изъ этой суммы большая часть выдается имъ впередъ или зачитается за подати, такъ что по окончаніи сплава имъ приходится дополучить очень не много, а часто и совсѣмъ ничего. При такихъ условіяхъ, конечно,

побѣги рабочихъ очень не рѣдки; они изыскиваютъ различные предлоги, чтобы считать свои обязанности оконченными, какъ на примѣръ въ случаѣ, если судно получить не большое, легко исправимое поврежденіе и т. п. Но бываютъ года, въ которые прерѣканія между рабочими и грузоотправителями являются не отдѣльными случаями, а по всей рѣкѣ одновременно и именно въ тѣ годы, когда весна поздняя и сплавъ задерживается дольше 1 мая; таковъ на примѣръ былъ 1873 годъ. Пришлые рабочіе суть земледѣльцы и нанимаются обыкновенно до 1 мая, потому что къ этому времени они должны возвратиться домой, къ началу пахоты; не смотря ни на какія условія, они считаютъ себя обязанными оставаться на сплавѣ только до этого числа и уходить со сплава или требуютъ добавочной платы; такія же прерѣканія случаются и во время обмелѣнія каравановъ въ мелководные года. Такъ, въ 1848 году, у Камасина обмелѣли 294 коломенки, на которыхъ было около 12 тысячъ рабочихъ; хлѣбъ вздорожалъ, рабочіе стали требовать платы и только послѣ энергическаго вмѣшательства горнаго начальства и вторичнаго выпуска Ревдинскаго пруда удалось все это уладить.

Сплавщики. Особенное вниманіе обращаютъ грузоотправители на выборъ сплавщиковъ и придерживаются обыкновенно однихъ и тѣхъ же людей. Можно указать на примѣры пристаней, которыя хорошимъ ихъ подборомъ и поощреніемъ довели дѣло сплава до того, что крушенія судовъ случаются весьма рѣдко, какъ исключенія; въ этомъ отношеніи, конечно, весьма важно и обращеніе съ рабочими, которые дорожатъ въ такихъ случаяхъ своими мѣстами.

Для приготовленія людей, на каждомъ суднѣ ставится въ помощь сплавщику по одному или по два взрослыхъ ученика, которые намечиваютъ глубину, запоминаютъ мѣстность и учатся приѣмамъ управленія судномъ; послѣ того, какъ они по нѣскольку разъ проплыли въ ученикахъ, ихъ дѣлаютъ половинщиками, то есть даютъ двоимъ одно судно и

если имъ удалось проплыть благополучно, довѣряютъ каждому по судну.

Подготовленіе хорошаго сплавщика не можетъ быть достигнуто безъ болѣе или менѣе долгаго опыта; знаніе опасныхъ мѣстъ и ихъ свойствъ, которое можетъ быть получено и помимо сплава, не даетъ еще многого, что нужно имѣть хорошему сплавщику; кромѣ искуства и знанія, ему необходимо обладать осмотрительностью, присутствіемъ духа и смѣлостью. Нужно имѣть въ виду, что въ нѣкоторыхъ мѣстахъ скорость теченія превосходитъ 20 верстъ въ часъ и что при такой скорости по всему перебору или по всему закругленію бойца судно проносится меньше чѣмъ въ одну минуту; въ это ничтожное время нужно успѣть не только сообразоваться съ направлениемъ, принятымъ судномъ, глубиною воды и проч., но и наблюдать за рабочими, ободрять ихъ, наконецъ наблюдать за своимъ собственнымъ поведеніемъ, чтобы не дать имъ какого нибудь повода упасть духомъ. Всѣ участвующіе во время сплава рискуютъ жизнью; такъ за послѣдніе шесть лѣтъ объявлено случаевъ смерти рабочихъ:

въ 1871 году	6 чел.
» 1872 »	3 »
» 1873 »	18 »
» 1874 »	26 »
» 1875 »	3 »
» 1876 »	5 »

а всего . . 61 чел.

что составляетъ въ годъ по 10 случаевъ на 25000 человекъ или одинъ случай на 2500 человекъ, а сколько еще такихъ, о которыхъ не объявляютъ и которые оканчиваются увѣчьями или въ которыхъ смерть была слѣдствіемъ простуды во время погруженія въ воду. При малѣйшемъ поводѣ или нерѣшитель-

ности со стороны сплавщика, рабочими овладѣваетъ паническій страхъ, они дѣлаются неспособными къ энергической работѣ и при первой возможности выпрыгиваютъ на берегъ; отсюда видно какое громадное значеніе имѣетъ характеръ сплавщика, его обращеніе съ рабочими и умѣнье внушить имъ довѣріе къ своему искуству и опытности. Не рѣдко бываютъ такіе случаи, что онъ скрываетъ тотъ рабочихъ случившееся поврежденіе судна, вслѣдствіе котораго послѣднее уже начало постепенно погружаться въ воду и, поддерживая въ рабочихъ энергію, доплываетъ до безопаснаго мѣста, чинить поврежденіе и благополучно слѣдуетъ далѣе; между тѣмъ рискъ подобнаго поведенія увеличивается еще и вслѣдствіе того, что если судно уже болѣе или менѣе наполнилось водою, то причалиться къ берегу чрезвычайно трудно, потому что при этомъ или лопаются снасти или же вырываетъ ухватъ на суднѣ.

Порядокъ сплава по Чусовой есть слѣдующій: къ началу таянія снѣга на пристаняхъ уже сдѣланы всѣ приготовленія и тотчасъ послѣ прохода льда спускаютъ на воду суда и нагружаютъ ихъ въ теченіи 3 или 7 дней; по состоянію воды можно бываетъ опредѣлить удобное время для отправки и казенный караванъ назначаетъ день отплытія, въ который и производится выпускъ Ревдинскаго пруда. Тотчасъ послѣ назначенія этого дня, посылаютъ нарочныхъ на нижніе заводы для заблаговременныхъ распоряженій; но нарочные эти приходятъ иногда нѣсколько дней спустя послѣ того, какъ валъ уже прошелъ. Во все время отъ начала навигаціи до прохода вала на пристаняхъ производятся наблюденія надъ горизонтомъ воды, чтобы замѣтить наступленіе благоприятныхъ условій.

Большая или меньшая благоприятность сплаву зависитъ отъ состоянія воды; какъ малая, такъ и большая вода одинаково вредны въ этомъ отношеніи. Если вода мала, открываются мели на переборахъ и подводные камни, если же она велика, то скорость дѣлается слишкомъ значительною и проходъ мимо бойцовъ очень опасенъ. Тѣмъ не менѣе тѣ и другія затруд-

ненія были бы далеко не такъ важны и потребовали бы сравнительно небольшихъ улучшеній, если бы была возможность поддерживать горизонтъ на извѣстной, благопріятной для сплава высотѣ достаточно продолжительное время. Въ настоящее же время главнѣйшее затрудненіе сплаву представляютъ не переборы, не подводные камни и не бойцы, а кратковременность сплава. Выше былъ приведенъ расчетъ средней длины промежутковъ между слѣдующими другъ за другомъ судами, при чемъ оказалось, что она не превышаетъ и полуверсты и что при такой ея величинѣ нѣтъ возможности предпринять какія либо мѣры противъ наплыванія заднихъ судовъ на переднія, въ случаѣ, если бы одна изъ коломенокъ обмелѣла на фарватерѣ. Такіе случаи въ особенности часты на переборахъ, гдѣ фарватеръ до того узокъ, что суда могутъ проходить только одно за другимъ. Въ этихъ мѣстахъ необходимо придерживать того порядка, чтобы заднее судно останавливалось передъ переборомъ и ждало до тѣхъ поръ, пока переднее пройдетъ все затруднительное мѣсто; между тѣмъ достигнуть выполненія этого правила не возможно, такъ какъ при быстромъ спадѣ водъ отъ промедленія можетъ быть еще хуже. Вслѣдствіе этого всѣ спѣшатъ и стараются обогнать другъ друга; не успѣло одно судно пройти переборъ, какъ отплываетъ другое, за нимъ третье и т. д.; и если первое обмелѣетъ, то заднія наплываютъ на него, разбиваются и еще болѣе загораживаютъ фарватеръ. Подобные же случаи бывають около бойцовъ, если разбившееся судно тутъ же и затонуло.

Наконецъ къ числу крушеній, вслѣдствіе кратковременности сплава, слѣдуетъ причислить также перѣдніе случаи столкновенія судовъ, стоящихъ на хваткѣ у берега, съ мимо проходящими судами.

Обмелѣнія. Число обмелѣній отъ недостаточной продолжительности сплава еще болѣе значительно; бывають года, когда большая часть каравановъ мелѣетъ и приходится дѣлать вторичный выпускъ пруда, таковы на примѣръ 1848, 1851, 1866,

1867, 1872 года. Эти вторичные выпуски всегда сопровождаются прерѣканіями съ Ревдинскимъ заводомъ, который дорожитъ своею водою и дѣлаются только послѣ энергическаго вмѣшательства главнаго начальника уральскихъ заводовъ. Какъ сказано выше, иногда неосторожность одного судна влечетъ за собою обмелѣніе большого числа судовъ, что въ особенности часто случается на Дарьинскомъ переборѣ; наконецъ часто мелѣють суда на почлегѣ во время убыли воды.

Но кромѣ всѣхъ этихъ случаевъ, въ которыхъ тѣснота и кратковременность сплава были прямыми причинами крушеній или обмелѣній, эта причина еще болѣе гибельно дѣйствуетъ косвеннымъ образомъ, заставляя торопиться, быть неосторожнымъ и попадать на бойцы, подводные камни и мели. Наконецъ къ слѣдствіямъ ея надобно причислить и случаи подрѣзыванія барокъ льдомъ, идущимъ изъ притоковъ рѣки Чусовой, или обмелѣній въ ея нижней луговой части, отъ нанесенія судна вѣтромъ на мелкія мѣста; но если бы была возможность переждать хотя бы одинъ день или даже нѣсколько часовъ, то причины эти не имѣли бы значенія.

Несчастные случаи. Хотя по Чусовой и ведется статистика несчастныхъ случаевъ и даже даются объясненія причинъ, отчего каждый изъ нихъ произошелъ, но по этой статистикѣ нельзя составить опредѣленныхъ выводовъ о вліяніи той или другой причины, потому что въ большемъ числѣ случаевъ причины или совсѣмъ не указываются или несчастье приписывается *неосторожности* сплавщика.

Въ слѣдующей таблицѣ по возможности собраны заявленные случаи несчастій и ихъ объясненія за послѣднія шесть лѣтъ.

ненія были бы далеко не такъ важны и потребовали бы сравнительно небольшихъ улучшеній, если бы была возможность поддерживать горизонтъ на извѣстной, благопріятной для сплава высотѣ достаточно продолжительное время. Въ настоящее же время главнѣйшее затрудненіе сплаву представляютъ не переборы, не подводные камни и не бойцы, а кратковременность сплава. Выше былъ приведенъ расчетъ средней длины промежутковъ между слѣдующими другъ за другомъ судами, при чемъ оказалось, что она не превышаетъ и полуверсты и что при такой ея величинѣ нѣтъ возможности предпринять какія либо мѣры противъ наплыванія заднихъ судовъ на переднія, въ случаѣ, если бы одна изъ коломенокъ обмелѣла на фарватерѣ. Такіе случаи въ особенности часты на переборахъ, гдѣ фарватеръ до того узокъ, что суда могутъ проходить только одно за другимъ. Въ этихъ мѣстахъ необходимо придерживаться того порядка, чтобы заднее судно останавливалось передъ переборомъ и ждало до тѣхъ поръ, пока переднее пройдетъ все затруднительное мѣсто; между тѣмъ достигнуть выполненія этого правила не возможно, такъ какъ при быстромъ спадѣ водъ отъ промедленія можетъ быть еще хуже. Вслѣдствіе этого всѣ спѣшатъ и стараются обогнать другъ друга; не успѣло одно судно пройти переборъ, какъ отплываетъ другое, за нимъ третье и т. д.; и если первое обмелѣетъ, то заднія наплываютъ на него, разбиваются и еще болѣе загораживаютъ фарватеръ. Подобные же случаи бывають около бойцовъ, если разбившееся судно тутъ же и затонуло.

Наконецъ къ числу крушеній, вслѣдствіе кратковременности сплава, слѣдуетъ причислить также нерѣдкіе случаи столкновенія судовъ, стоящихъ на хватѣ у берега, съ мимо проходящими судами.

Обмелѣнія. Число обмелѣній отъ недостаточной продолжительности сплава еще болѣе значительно; бывають года, когда большая часть каравановъ мелѣетъ и приходится дѣлать вторичный выпускъ пруда, таковы на примѣръ 1848, 1851, 1866,

1867, 1872 года. Эти вторичные выпуски всегда сопровождаются прерѣканіями съ Ревдинскимъ заводомъ, который дорожитъ своею водою и дѣлаются только послѣ энергическаго вмѣшательства главнаго начальника уральскихъ заводовъ. Какъ сказано выше, иногда неосторожность одного судна влечетъ за собою обмелѣніе большого числа судовъ, что въ особенности часто случается на Дарынскомъ переборѣ; наконецъ часто мелѣють суда на ночлегѣ во время убыли воды.

Но кромѣ всѣхъ этихъ случаевъ, въ которыхъ тѣснота и кратковременность сплава были прямыми причинами крушеній или обмелѣній, эта причина еще болѣе гибельно дѣйствуетъ косвеннымъ образомъ, заставляя торопиться, быть неосторожнымъ и попадать на бойцы, подводные камни и мели. Наконецъ къ слѣдствіямъ ея надобно причислить и случаи подрѣзыванія барокъ льдомъ, идущимъ изъ притоковъ рѣки Чусовой, или обмелѣній въ ея нижней дуговой части, отъ нанесенія судна вѣтромъ на мелкія мѣста; но если бы была возможность переждать хотя бы одинъ день или даже нѣсколько часовъ, то причины эти не имѣли бы значенія.

Несчастные случаи. Хотя по Чусовой и ведется статистика несчастныхъ случаевъ и даже даются объясненія причинъ, отчего каждый изъ нихъ произошелъ, но по этой статистикѣ нельзя составить опредѣленныхъ выводовъ о вліяніи той или другой причины, потому что въ большемъ числѣ случаевъ причины или совсѣмъ не указываются или несчастье приписывается *неосторожности* сплавщика.

Въ слѣдующей таблицѣ по возможности собраны заявленные случаи несчастій и ихъ объясненія за послѣднія шесть лѣтъ.

	1871	1872	1873	1874	1875	1876	Итого.
Разбито:							
О бойцы	8	5	33	17	10	10	83
О бойцы вслѣдствіе тѣсноты . . .	—	—	7	—	—	1	8
О подводные камни	6	6	3	3	1	5	24
Отъ столкновенія судовъ	10	11	15	9	5	9	59
Обмелѣло:							
На ночлегѣ	6	2	—	2	2	—	12
Отъ тѣсноты и кратковременности сплава	—	127	—	2	10	—	139
Отъ неизвѣстныхъ причинъ и неосторожности	16	—	14	16	5	52	103
Отъ нанесенія на мель вѣтромъ . .	30	—	23	—	12	—	65
Подрѣзаны льдомъ	4	—	1	4	—	3	12
Разбиты отъ разрыва снастей при хваткѣ	5	—	5	—	—	1	11
Итого	85	151	101	53	45	81	516
Заявлено убытковъ тысячъ рублей.	36	55	261	52	27	31	462
Число всѣхъ судовъ	563	597	605	579	566	569	3479

Такимъ образомъ, изъ числа 516 случаевъ за шесть лѣтъ на тѣсноту указано, какъ на прямую или косвенную причину въ слѣдующихъ случаяхъ:

Разбито о бойцы	8
Отъ столкновенія судовъ	59
Обмелѣній на ночлегѣ	12
Обмелѣній отъ тѣсноты и кратковременности сплава. . .	139
Отъ нанесенія на мель вѣтромъ.	65
Подрѣзано льдомъ.	12

Всего 295 случаевъ или 57%.

Но кромѣ тѣхъ случаевъ, въ которыхъ причина не обозначена и изъ которыхъ многіе произошли отъ тѣсноты, къ этому числу слѣдуетъ еще присоединить большую часть разбитій о подводные камни, такъ какъ они тоже происходят или вслѣдствіе быстрого спада водъ или вслѣдствіе торопливости при выборѣ мѣста для причала судна къ берегу. Такимъ образомъ можно полагать, что число несчастныхъ случаевъ, происшедшихъ отъ тѣсноты и кратковременности, значительно превосходить 60% всего числа несчастныхъ случаевъ и мѣра, которая будетъ направлена къ увеличенію продолжительности сплава будетъ служить самымъ радикальнымъ средствомъ къ его улучшенію.

Учрежденіе водохранилища. До сихъ поръ, однако, при улучшеніяхъ рѣки Чусовой обращали вниманіе почти исключительно только на затрудненія, происходящія отъ самаго русла рѣки; относительно же увеличенія продолжительности сплава не было сдѣлано почти ничего, хотя вопросъ объ этомъ возбуждался нѣсколько разъ. Еще въ 1814 году управляющій Верхъ-Исетскимъ заводомъ Зотовъ указалъ на всю пользу устройства особаго водохранилища, которое давало бы воды гораздо больше, чѣмъ Ревдинскій прудъ и которое дало бы возможность увеличить продолжительность сплава; при этомъ онъ указывалъ на мѣстность въ 5 верстахъ выше устья Ревды. На это же мѣсто, въ 1863 году, указывалъ въ докладной запискѣ, поданной на имя Главноуправляющаго путями сообщенія, прикащикъ Ревдинскаго завода Уховъ и по ней были произведены изысканія. Кромѣ того въ 1838 году было найдено удобное для водохранилища мѣсто инженеромъ Терешинымъ, недалеко отъ истоковъ Чусовой, у д. Косой Бродъ, и въ 1859 году инженеромъ Бурлаемъ близъ д. Макаровой, въ 20 верстахъ выше устья Ревды. Но оба эти мѣста не представляли такихъ удобствъ и не давали такого большого скопа воды, какъ мѣстность въ 5 верстахъ выше Ревды, на которую указали Зотовъ и Уховъ, почему только одна она и была изслѣ-

дована во время изысканій 1863 года. Результаты этихъ изысканій показали, что при подъемѣ воды въ 22 фута, водохранилище займетъ площадь въ 440 десятинъ и будетъ вмѣщать 1,850500 куб. сажени; если оставить количество выпускаемой въ единицу времени воды тоже, какъ и въ настоящее время, при выпускѣ Ревдинскаго пруда, то продолжительность выпуска увеличится въ 2 или 3 раза и будетъ не 24 или 30 часовъ, какъ теперь, а 60 или даже 70 часовъ. Но такъ какъ и послѣ устройства водохранилища, Ревдинскій заводъ продолжалъ бы выпускать ту воду, которую онъ выпускаетъ въ настоящее время и которая ему не нужна, то продолжительность всего выпуска изъ двухъ прудовъ увеличилась бы въ $3\frac{1}{4}$ раза и была бы отъ $3\frac{1}{4}$ до 4 сутокъ. Къ этому нужно прибавить, что такъ какъ явилась бы возможность выпускать прудъ по мѣрѣ его наполненія и совершать сплавъ не почти исключительно весною, какъ теперь, а и во время лѣта, то число судовъ, отправляемыхъ весною, значительно уменьшилось бы и вмѣстѣ съ тѣмъ уменьшилась бы тѣснота. На мѣстѣ предполагаемаго водохранилища, расходъ воды источниковъ въ меженное время былъ опредѣленъ въ 0.565 куб. сажени на секунду или 2000 куб. саж. въ часъ и слѣдовательно наибольшее время наполненія пруда, объемомъ въ 1,850000 куб. саж., было бы 900 часовъ или около 36 дней; но такъ какъ лѣтомъ бываютъ частые паводки, въ которые притокъ воды дѣлается вѣроятно въ 10 слишкомъ разъ больше, то время накопленія вѣроятно на самомъ дѣлѣ было бы значительно меньше. Весною же расходъ воды въ Чусовой приблизительно равенъ расходу Ревдинскаго пруда во время выпуска, т. е. 8 куб. сажени въ секунду, потому что они одинаково поднимаютъ высоту воды и по этому время наполненія пруда можно считать около $2\frac{1}{2}$ сутокъ. И такъ, при устройствѣ водохранилища, было бы возможно повторять сплавъ весною каждую недѣлю, а лѣтомъ каждый мѣсяцъ.

Длина плотины въ предполагаемомъ мѣстѣ была рассчитана въ 105 сажени, при чемъ толщина наноснаго слоя въ руслѣ

найдена равною среднимъ числомъ 1 сажени; шурфовка показала, что подъ этимъ слоемъ залегаетъ грунтъ скалистый.

Устройство водохранилища однако не было осуществлено за неотысканіемъ средствъ, хотя заводы, которымъ принадлежитъ земля, нужная подъ водохранилище въ количествѣ 440 десятинъ, уступали ее тогда безвозмездно. Для покрытія издержекъ по улучшенію Чусовой было предположено установить специальный сборъ съ судовъ, на который однако большинство участвовавшихъ въ сплавѣ не дало согласія.

Такимъ образомъ, вопросъ о радикальномъ улучшеніи сплава по рѣкѣ Чусовой былъ отложенъ и мѣры, которыя были приняты для уменьшенія числа несчастныхъ случаевъ съ судами, ограничились улучшеніемъ собственно русла рѣки; а между тѣмъ затраченныхъ до сихъ поръ суммъ было бы вполне достаточно и для радикальнаго улучшенія Чусовой съ учрежденіемъ періодическаго караваннаго сплава.

Улучшеніе переборовъ. Произведенныя до сихъ поръ работы были направлены къ увеличенію глубины на нѣкоторыхъ переборахъ, облегченію прохода судовъ около бойцовъ и очисткѣ русла отъ опасныхъ подводныхъ камней; кромѣ того было разставлено около 1000 причальныхъ столбовъ и построено 42 бечевыхъ моста.

Сравнивая общую длину рѣки Чусовой съ длиною мѣстъ, представляющихъ затрудненія проходу судовъ по мелководью, оказывается, что эта послѣдняя весьма незначительна сравнительно съ первою. Въ собственномъ смыслѣ слова мелей и перекатовъ въ горной части Чусовой нѣтъ. Такъ называемыя *плесы* имѣютъ глубину вообще совершенно достаточную для судоходства, превосходящую 5 или 6 четвертей даже при межennemъ горизонтѣ; мелкія же мѣста расположены на переборахъ, на которыхъ лѣтомъ глубина воды часто не превосходитъ 2 четвертей. Хотя общая длина этихъ послѣднихъ въ точности не можетъ быть опредѣлена, но объ ней можно судить приблизительно, если предположить, что средняя длина

перебора равна 50 саженьямъ, что будетъ близко къ истинѣ такъ какъ не многіе изъ нихъ имѣютъ большую длину, а напротивъ того короткихъ очень много. Отъ деревни Крыласовой до Камасина, на длинѣ 360 верстъ, при высотѣ воды на 2 четверти выше меженіи, я насчиталъ ихъ 94, считая всѣ, которые только можно было замѣтить глазомъ; слѣдовательно общая ихъ длина составляетъ менѣе 10 верстъ или менѣе 3%. Но въ этомъ числѣ есть еще нѣсколько такихъ, на которыхъ глубина совершенно достаточна для судоходства, такъ что длина собственно затруднительныхъ мѣстъ будетъ значительно меньше. Но не смотря на сравнительно весьма небольшую длину затруднительныхъ мелкихъ мѣстъ, сплавъ по Чусовой возможенъ только при возвышенномъ горизонтѣ, потому что улучшение этихъ мѣстъ увеличеніемъ на нихъ глубины крайне затруднительно и вполне можетъ быть достигнуто только устройствомъ водоудержательныхъ плотинъ и плузовъ.

Въ противоположность перекату или мели, образующимся тамъ, гдѣ только одна ширина рѣки не нормально увеличена, мелкія мѣста на Чусовой представляютъ совершенно нормальную ширину и въ то время какъ уменьшеніемъ ширины струи воды первые можно улучшить самымъ радикальнымъ образомъ и привести всѣ элементы рѣки въ нормальное состояніе, для вторыхъ это средство хотя и приведетъ къ цѣли, образуя подпоръ и увеличивая глубину воды, но еще болѣе увеличить и безъ того не нормально большой уклонъ; вмѣстѣ съ этимъ увеличится конечно скорость и размывъ дна и станутъ подвергаться разрушенію служивающія сооруженія; если бы достигнуть подпора въ 4 четверти для образованія глубины на переборѣ въ 6 четвертей при меженнемъ горизонтѣ, то размывъ вѣроятно сдѣлался бы на столько силенъ, что требовалъ бы постоянного и значительнаго ремонта сооруженій и кромѣ того постепенно перемѣстилъ бы переборъ вверхъ по рѣкѣ за предѣлы улучшения. Такое перемѣщеніе замѣчается, на примѣръ, на Дарьинскомъ переборѣ, гдѣ нижняя полуплотина,

возвышавшаяся по проекту на 0.33 саж. надъ меженью, въ настоящее время возвышается уже на 0.42 саж. Нужно замѣтить, что при улучшеніи перебора имѣетъ значеніе не только величина его паденія, но и длина. На чертежѣ 4 видно, что продольная профиль переливающегося слоя воды имѣетъ видъ двояко выпуклой линіи съ перегибомъ; если переборъ короткий, то закругленія линіи профиля въ началѣ и концѣ перебора сливаются между собою и на срединѣ перебора горизонтъ воды не принимаетъ такого положенія, которое обуславливалось бы уклономъ этого мѣста, и расходомъ воды; напротивъ, на длинныхъ переборахъ вліяніе постепеннаго пониженія горизонта воды при переходѣ отъ верхняго плеса на переборъ и вліяніе подпора воды при переходѣ съ перебора на нижній плесъ не достигаютъ до середины, которая понижается по этому сообразно уклону мѣста. Отсюда видно также, что съ возвышеніемъ горизонта воды концы обоихъ закругленій сближаются между собою и при достаточной его высотѣ наиболѣе короткіе изъ переборовъ исчезаютъ совершенно. Тѣ переборы, на которыхъ и безъ улучшеній глубина достаточна для судоходства, очень коротки; кромѣ того, вѣроятно большая скорость теченія обуславливается на нихъ значительнымъ паденіемъ не собственно дна, а самой воды, образовавшей подпоръ вслѣдствіе сильнаго сжатія струи, такъ какъ эти переборы болѣею частью расположены при раздѣленіяхъ рѣки на два рукава и представляютъ какъ бы естественные полушлюзы. Съ другой стороны и самый примѣръ Чусовой показываетъ, что короткіе переборы гораздо легче поддаются улучшенію, нежели длинныя.

И такъ, не смотря на то, что по длинѣ Чусовой переборы составляютъ менѣе 3%, сплавъ по ней даже при улучшеніяхъ возможенъ только при возвышенномъ горизонтѣ, или весною или во время наводковъ, и слѣдовательно при разсужденіи о затруднительности того или другаго мѣста нужно имѣть въ виду горизонтъ, при которомъ сплавъ можетъ быть установленъ; горизонтъ этотъ долженъ быть по возможности низкій, чтобы съ

его возвышеніемъ не увеличить чрезмѣрно скорости и не сдѣлать береговые камни слишкомъ опасными. Мѣста, которыя при этомъ горизонтѣ представляютъ затрудненія по мелководью, должны быть улучшены.

Силу по рѣкѣ Чусовой особенныя затрудненія представляли и представляютъ мѣстности на Дарьинскомъ переборѣ и въ Камасинскихъ плесахъ и кромѣ того, нѣсколько менѣе затруднительныхъ мѣстъ на переборахъ въ Коноваловѣ, Трекѣ, Курьѣ, Ревенѣ и Нотихѣ. Эти мѣста были улучшаемы посредствомъ полуплотинъ и частью достигли цѣли.

Запруды. Во всѣхъ этихъ мѣстахъ рѣка была раздѣлена наносными, не много возвышающимися надъ меженью, островами на нѣсколько рукавсвъ и первоначальныя улучшенія ихъ состояли въ томъ, что наиболѣе мелкіе рукава были запружены. Однако этого оказалось достаточно только на одномъ Трекинскомъ переборѣ (чер. 6), гдѣ наносный островъ съ фарватера былъ снесенъ, а за запрудою, которая превратилась теперь въ полуплотину, образовался наносный берегъ гораздо выше самой полуплотины и выше бывшаго острова на фарватерѣ. Запруды эта была построена въ 1863 и въ прошедшіе съ тѣхъ поръ 10 лѣтъ совершенно окончила свое дѣло; за все это время она только разъ была ремонтирована въ 1864 году и съ тѣхъ поръ въ исправленіяхъ не нуждалась.

Такой успѣхъ въ исправленіи мѣстности слѣдуетъ приписать расположенію рукавовъ относительно устья впадающей въ началѣ перебора рѣчки Треки; по плану видно, что струи воды Чусовой и Треки стремятся на-крестъ въ разные рукава: струя Чусовой въ правый рукавъ, а Треки въ лѣвый; послѣ встрѣчи этихъ двухъ теченій, онѣ отбрасывались обратно каждая въ свою сторону и въ промежуткѣ между ними образовался наносный островъ. Построенная запруда направила всю массу водъ Чусовой и Треки въ правый рукавъ и на островъ, который при этомъ былъ снесенъ; напротивъ, за запрудою въ

расширеніи рѣки, вслѣдствіе задержаннаго теченія, очень быстро былъ нанесенъ новый берегъ.

На двухъ другихъ переборахъ въ Коноваловѣ и Курьѣ (чер. 7 и 10), послѣ постройки запрудъ, наносные острова тоже были снесены съ фарватера, но новаго берега за запрудами не образовалось; а такъ какъ сравнительно съ другими переборами, они не представляли особенныхъ затрудненій, то построенныхъ запрудъ и не считали нужными поддерживать. Между тѣмъ въ настоящее время эти два мѣста оказались очень опасными именно вслѣдствіе выстроенныхъ и полуразрушенныхъ запрудъ: плывущія суда часто наносятся на нихъ сильнымъ теченіемъ переливающегося слоя воды и задѣваютъ за торчащія вверхъ сваи. Кромѣ того въ Курьѣ корень полуплотины отмыть отъ берега и если ее не исправлять, то по прошествіи нѣкотораго времени она можетъ оказаться на срединѣ рѣки.

На переборахъ въ Нотихѣ и Ревенѣ (чер. 9 и 11), устроенныхъ въ 1863 году, запруды тоже оказалось недостаточно для улучшенія рѣки, хотя подобно предъидущимъ переборамъ наносные острова были снесены съ фарватера, но за запрудами берегъ не образовался; при этомъ и самая конструкція запрудъ оказалась не достаточно прочною; вслѣдствіе этого въ 1873 году запруды были передѣланы вновь и кромѣ того, въ Нотихѣ, почти параллельно первоначальной, устроено еще 3 полуплотины, а въ Ревенѣ первоначальная запруда была продолжена, за ней устроена вторая и кромѣ того вдоль противоположнаго берега, въ который ударяла струя воды на поворотѣ, устроена была дамба одной высоты съ полуплотинами. Этими сооружениями было достигнуто то, что въ промежутокъ времени съ конца 1873 года по настоящее время между полуплотинами и берегомъ образовались новые наносные берега, которые занесли ихъ на $\frac{2}{3}$ высоты. Особенно удалось улучшение короткаго Ревенскаго перебора, который превратился въ настоящій полушлюзъ. По чертежу видно, что въ этомъ мѣстѣ

рѣка стремилась уклоняться по направленію извилины, размывала вогнутый берегъ и образовала на выпукломъ берегу вдающійся въ рѣку наносный мысъ; задержанная устроенною дамбою, струя воды направилась ближе къ мысу, снесла его и образовала новый берегъ между полуплотинами.

Что касается перебора въ Нотихѣ, то хотя и на немъ между полуплотинами быстро образуется берегъ, но самое русло еще недостаточно сужено, такъ что оно и въ настоящее время недостаточно глубоко.

Самымъ затруднительнымъ переборомъ на Чусовой считается Дарьинскій, длина котораго около 350 сажень. Съ правой стороны рѣки (чер. 8), въ началѣ перебора, почти подъ прямымъ угломъ, впадала довольно значительная и весьма быстрая рѣчка Дарья, которая постоянно наносила на фарватеръ множество гравія и песку, образовавшихъ множество мелкихъ песчаныхъ острововъ и косъ. Прежде всего эта рѣчка Дарья была запружена и отведена каналомъ подъ острымъ угломъ по направленію къ низу, а нѣсколько ниже на противоположномъ берегу, подъ угломъ въ 30° къ теченію, была устроена струеотводная полуплотина. Однако этого оказалось недостаточно, потому что мель перешла выше какъ разъ противъ прежняго русла Дарьи и вслѣдствіе этого въ 1873 году была устроена другая направляющая полуплотина отъ праваго берега, а противоположный лѣвый берегъ укрѣпленъ камнемъ противъ размыва. Но и это оказывается недостаточнымъ, потому что вдоль направляющей полуплотины образовавшаяся борозда въ необильные водою года, недостаточно глубока для прохода судовъ; кромѣ того самыя сооруженія не заносятся гравіемъ и требуютъ постоянного весьма значительнаго ремонта.

Наконецъ еще одно улучшенное мелкое мѣсто и затруднительное не меньше Дарьинскаго перебора находится въ селѣ Камасинѣ. Въ этомъ мѣстѣ рѣка выходитъ изъ горъ и полуплотина луговой характеръ; скорость теченія быстро уменьшается

и ширина рѣки увеличивается; вслѣдствіе этого наносы горной части Чусовой складываются тутъ, образуя обширныя мели и косы; образовавшійся наносный островъ дѣлитъ рѣку на два рукава (чер. 13), изъ которыхъ лѣвый былъ запруженъ; кромѣ того, подобно Дарьинскому перебору, были построены двѣ направляющія полуплотины для стѣсненія струи. Но и здѣсь этого оказалось недостаточнымъ, потому, во первыхъ, что запруда лѣваго рукава слишкомъ низка для задержки значительнаго количества воды и направленія ея въ правый рукавъ; во вторыхъ, что рѣчные наносы складываются теперь нѣсколько ниже, образуя новыя мели и, въ третьихъ, потому, что направляющія полуплотины не заносятся гравіемъ и вслѣдствіе этого требуютъ постоянного ремонта.

Расположеніе и размѣры запрудъ. Во всѣхъ перечисленныхъ мѣстахъ полуплотины расположены подъ острымъ угломъ внизъ по теченію; вслѣдствіе этого расположенія весьма часто случаются отмывы корней полуплотинъ отъ береговъ, какъ на примѣръ на Курьинскомъ, Ревенскомъ и Нотихинскомъ переборахъ; тѣмъ не менѣе на Чусовой такое расположеніе должно быть предпочтено расположенію обратному, потому что управленіе судномъ на переборахъ весьма затруднительно и даже теперь случаи нанесенія судовъ на запруды весьма не рѣдки. Между прочимъ эти случаи даютъ сплавщикамъ поводъ признавать недостаточною высоту полузапрудъ въ 1 арш. надъ меженью. Но при назначеніи высоты запрудъ необходимо рѣшить вопросъ, пользоваться ли для образованія новаго берега только наносами весенней воды или также и лѣтнихъ паводковъ; для перваго случая выбранная высота въ 1 аршинъ недостаточна, такъ какъ весною черезъ полуплотину переливается слой до одного аршина толщиною и за запрудой вода еще имѣетъ на столько значительную скорость, что оставляетъ весьма малое количество наносовъ. Напротивъ того, чтобы пользоваться и лѣтними паводками, высота эта должна быть уменьшена и гребни полузапрудъ сдѣланы ниже подъема паводковъ и ни

въ какомъ случаѣ не выше 1 аршина надъ меженю. Отсюда слѣдуетъ, что для достиженія болѣе дѣятельнаго складыванія наносовъ, высота полуплотинъ должна быть по возможности небольшая; уменьшенія же скорости воды лучше достигать посредствомъ расположенія нѣсколькихъ полуплотинъ одна за другою; при этомъ весенняя вода будетъ достаточно задержана, будетъ складывать свои наносы и не будетъ размывать того, что нанесено лѣтомъ; съ другой стороны и при каждомъ лѣтнемъ наводкѣ будетъ образоваться переливающийся слой, который также будетъ способствовать образованію новаго берега. Изъ вышеприведенныхъ примѣровъ Нотихи и Ревеня видно, какъ быстро началось занесеніе пространства между полуплотинами послѣ того, какъ были построены за первыми полуплотинами еще другія и напротивъ, какъ медленно образуется берегъ на Дарыинскомъ переборѣ или даже совсѣмъ не образуется какъ, на примѣръ въ Коноваловѣ и Курьѣ, гдѣ устроено только по одной полуплотинѣ.

Частые случаи отмыванія корней полуплотинъ отъ берега должны быть приписаны также тому, что по всей длинѣ сооруженій, ихъ высота одинакова; отъ этого происходитъ отчасти и то, что въ образовавшемся берегѣ часть, прилежащая къ корнямъ полуплотинъ, представляетъ ложбину, между тѣмъ какъ часть лежащая ближе къ водѣ возвышена; поэтому было бы гораздо лучше, если бы высота полуплотины съ приближеніемъ къ берегу постепенно увеличивалась.

Устройство запрудъ. Что касается до устройства полуплотинъ и запрудъ, то его измѣняли нѣсколько разъ. Первоначально въ Коноваловѣ, Трекѣ, Ревенѣ и Нотихѣ онѣ состояли просто изъ накиднаго камня въ видѣ трапеціи; но такого рода устройство оказалось слишкомъ слабымъ, такъ что на слѣдующій же годъ оно было замѣнено двумя рядами ручныхъ свай съ промежуткомъ въ 1 сажень между рядами и $\frac{1}{2}$ сажени между сваями; (чер. 16) внутри рядовъ за сваи были заложены фашины и пространство между ними наполнено кам-

немъ; снаружи свай были сдѣланы каменные отсыпи. Однако и эти полуплотины оказались недостаточно прочными потому, что сваи были забиты ручнымъ копромъ и скоро были вырваны и переломаны льдомъ, такъ что, за исключеніемъ полуплотины въ Трекѣ и не исправленныхъ полуплотинъ въ Коноваловѣ и Курьѣ, всѣ остальные были передѣланы вновь съ замѣною ручныхъ свай полутора-саженными; сваи эти были забиты въ два ряда (чер. 14) съ разстояніемъ между сваями въ верхнемъ по теченію ряду черезъ 1 сажень и въ нижнемъ черезъ $\frac{1}{2}$ сажени; разстояніе между рядами сдѣлано въ 4 вершка и въ этотъ промежутокъ заложена стѣнка изъ притесанныхъ брусевъ, верхній рядъ которыхъ былъ прибитъ къ сваямъ желѣзными ершами и деревянными нагелями; по обѣимъ сторонамъ образованной такимъ образомъ стѣнки были сдѣланы каменные отсыпи въ видѣ трапеціи, ширина которой по верху 2 аршина и откосы двойной со стороны напора и полуторный съ нижней стороны. Тѣмъ не менѣе и эти полуплотины на Дарыинскомъ переборѣ и въ Камасинѣ требуютъ постоянного и значительнаго ремонта. Во время зимы наружный слой камня вмерзаетъ въ ледъ и уносится съ нимъ весною; при этомъ обнаруженные сваи еще болѣе подвергаются разрушительному дѣйствію льда. Нужно замѣтить, что на Чусовой ледоходъ постоянно сопровождается сильными заторами; при весенней прибыви воды и подъемѣ льда ему нѣтъ такого простора, какъ на луговыхъ рѣкахъ, потому что весенняя вода не разливается за гребень берега и ширина рѣки при низкомъ и высокомъ горизонтѣ почти одинакова; вслѣдствіе этого ледъ взламывается по всей рѣкѣ вдругъ при сильной прибыви и стремленіи воды впередъ. Для этой цѣли часто выпускаютъ воду изъ Ревдинскаго пруда; ледъ идетъ огромными массами и въ мелкихъ или узкихъ мѣстахъ запруживается рѣку; заднія его массы надвигаются впередъ или въ бока и часто выталкиваются даже на берегъ; такъ весною 1876 года на Дарыинскомъ переборѣ ледъ Чусовой былъ выдвинутъ черезъ направ-

ляющую полуплотину и черезъ рѣчку Дарью въ берегъ сажени на 15 и переломалъ попавшуюся ему на пути избу, которая была поставлена по крайней мѣрѣ на 2 саженьяхъ выше горизонта воды. Эти массы льда, задѣвая или переваливаясь черезъ полуплотины, сносятъ сначала камень съ откосовъ, обнажаютъ сваи, измочаливаютъ ихъ или вырываютъ, а стѣнку между сваями уносятъ. Поэтому прежнее расположеніе рядовъ свай безъ стѣнки и съ промежуткомъ между ними въ 1 сажень будетъ, какъ кажется, лучше сопротивляться, потому что изъ этого промежутка камень не можетъ быть унесенъ такъ легко, какъ съ откосовъ и нижній рядъ свай во всякомъ случаѣ останется неповрежденнымъ; нужно было только ручныя сваи замѣнить болѣе прочными.

Во всякомъ случаѣ всѣ эти улучшенія переборовъ принесли для сплава по рѣкѣ Чусовой незначительную пользу или по крайней мѣрѣ несоразмѣрную съ затраченными на этотъ предметъ суммами. Переборы эти представляли и представляютъ (хотя въ нѣсколько меньшей степени) затрудненія только въ маловодные года, когда и кромѣ улучшенныхъ есть много другихъ затруднительныхъ мѣстъ. Дѣйствительное улучшение переборовъ должно состоять въ устраненіи возможности повторенія маловодныхъ годовъ и обладаніи большимъ количествомъ воды, назначенной для цѣлей судоходства. Еслибы это было достигнуто, переборы не представляли бы никакихъ затрудненій и надобно было бы только облегчить проходъ судовъ въ извилинахъ рѣки около бойцовъ.

Улучшеніе бойцовъ. Всѣхъ бойцовъ на Чусовой отъ Ревдинскаго завода до Камасина болѣе 100, но собственно опасныхъ и болѣе или менѣе требующихъ улучшеній около 26, а именно: Черный, Висячій, Косой, Левинъ, Гребешки, Курочкинъ, Винокурный, Бражка, Соколий, Мосинъ, Шайтанъ, Перелочный, Волеговъ, Узенькій, Бревенникъ, Омутной, Писанный, Сплавщикъ, Дужной, Печка, Мултыкъ, Горчакъ, Молоковъ, Разбойникъ, Коровій и Гладкій. Изъ этихъ бойцовъ Левинъ

представляетъ опасность собственно потому, что около него рѣка раздѣлена на 2 узкихъ рукава и онъ расположенъ въ судходномъ рукавѣ; еслибы запрудить этотъ рукавъ и перенести фарватеръ въ другой рукавъ или просто убрать островъ, то боецъ самъ по себѣ опасности никакой бы не представлялъ.

За этимъ исключеніемъ, для всѣхъ бойцовъ система улучшенія, какая-бы она не была, совершенно одинакова. До сего времени этихъ системъ было предложено три: устройство направляющихъ полуплотинъ, защита посредствомъ заплавей и срѣзка мыса противъ бойца. Первая изъ этихъ системъ не была испытана на практикѣ, а двѣ послѣднія примѣнялись, примѣняются на дѣлѣ и въ настоящее время.

Что касается до устройства направляющихъ полуплотинъ, то едвали это средство дало-бы хорошіе результаты на практикѣ; предложеніе состояло въ томъ (чер. 12), чтобы со стороны бойца, нѣсколько выше его, устроить по отлогому закругленію направляющую дамбу, которая-бы отводила струю отъ бойца и приближала ее къ противоположному берегу; мысъ вслѣдствіе этого, былъ-бы унесенъ водою и не образовывался-бы вновь. Во первыхъ, у многихъ бойцовъ, какъ на примѣръ у Горчака, средство это совершенно не приложимо, потому что у этого бойца колѣно рѣки и теперь не особенно круто, а затруднительно для прохода только вслѣдствіе того, что на протяженіи всей чрезмѣрной его длины приходится преодолевать центробѣжную силу судна; направляющая дамба этому ни сколько помочь не можетъ, такъ какъ она не уменьшитъ длины закругленія и не только не сдѣлаетъ его болѣе отлогимъ, а напротивъ, при его теперешней правильной формѣ, даже болѣе крутымъ, потому что поворотъ сконцентрируется въ послѣдствіи въ концѣ дамбы и тамъ образуется новый мысъ. Во вторыхъ, въ практическомъ отношеніи устройство дамбы неудобно исполнимо, потому что она будетъ находиться на самомъ приборѣ воды и льда, который, къ тому-же, въ колѣнахъ весьма часто образуетъ заторы. Наконецъ, въ третьихъ,

дамба эта представляла-бы такой-же боецъ, но еще болѣе вдающійся въ рѣку и для судна было-бы рѣшительно все равно удариться-ли о камень или о дамбу. Во всякомъ случаѣ, этотъ способъ улучшенія обошелся-бы дороже каждаго изъ другихъ.

Заплав. Второй способъ улучшенія бойцовъ посредствомъ постановки заплавей самый древній; въ гидрографіи Россійскаго Государства Штукенберга упоминается о взрывѣ нѣкоторыхъ камней и постановки заплавей въ промежутокъ времени съ 1781 по 1786 годъ. Съ тѣхъ поръ заплавы постоянно ставились къ нѣкоторымъ бойцамъ, да и въ настоящее время ставятся еще въ нѣкоторыхъ мѣстахъ на частныя средства, на примѣръ у камня Косого; заплавы эти были весьма полезны и достигали цѣли, на сколько возможно этого требовать, при ихъ весьма простомъ устройствѣ; онѣ состояли изъ отдѣльных плотовъ, составленныхъ изъ ряда бревенъ, перевязанныхъ веревками, такъ что, при боковомъ давленіи, бревна могли наваливаться другъ на друга въ кучу; концы отдѣльных плотовъ перевязывались веревками и такимъ образомъ изъ нѣсколькихъ плотовъ составлялась цѣпь, которую привязывали противъ бойца за деревья. При наваливаніи судна, его ударъ умѣряется тѣмъ во первыхъ, что вся цѣпь начинаетъ подаваться къ бойцу и во вторыхъ тѣмъ, что бревна плотовъ нагромождаются одно на другое.

Послѣ перехода рѣки Чусовой изъ горнаго вѣдомства въ вѣденіе министерства путей сообщенія, самые опасные бойцы были защищены съ 1863 года заплавами болѣе сложнаго устройства, по системѣ Карицкаго; заплавы эти, съ ихъ размѣрами, изображены на чертежѣ 17. Изъ 10 брусевъ, длиною въ 5 сажень и толщиною въ 7 вершковъ, составляется сплотовъ, который оковывается желѣзными хомутами и соединяется съ сосѣдними сплотками посредствомъ крючьевъ и накладныхъ цѣпей; верхній по теченію сплотовъ заворачивается къ берегу и имѣетъ видъ ломанной линіи съ тупымъ угломъ; къ каждому

сплотку прикрѣплены, посредствомъ шарнировъ, по два неотесанныхъ 8-вершковыхъ бревна, играющихъ роль пружинъ; другой конецъ пружинъ, посредствомъ такихъ-же шарнировъ, соединенъ съ упорными брусьями, въ которыхъ для упора пружинъ вѣзаны деревянные подушки; вся длина пружинъ въ 5 сажень, а разстояніе отъ шарнира, у упорныхъ брусевъ, до точки касанія пружины къ подушкѣ 1 арш. 10 вершк. Упорные брусья составлены изъ 8-вершковыхъ бревенъ, длиною $4\frac{3}{4}$ сажени, концы которыхъ соединены накладными цѣпями: каждому сплотку соответствуетъ по двѣ пружины и одному упорному бусу, а головѣ одна пружина и одинъ упорный брусъ; разстояніе между сплотками и упорными брусьями, по перпендикулярному направленію, 2 сажени. Число сплотовъ у камней различно, смотря по длинѣ камня; въ нѣкоторыхъ извилинахъ ставится по двѣ заплавы къ двумъ опаснымъ камнямъ, расположеннымъ одинъ за другимъ. До сихъ поръ, ставились заплавы въ девяти мѣстахъ у бойцовъ:

Винокурнаго . . .	1	голова	3	сплотка.
Бражки	2	»	10	»
Переволочнаго . .	1	»	7	»
Волегова	1	»	6	»
Узенькаго	1	»	7	»
Дужнаго	1	»	5	»
Мултыка	2	»	6	»
Горчака	1	»	7	»
Разбойника . . .	1	»	3	»

Предполагалось спускать на воду отдѣльно каждый сплотовъ съ принадлежащими ему пружинами и упорными брусьями; но это оказалось весьма неудобнымъ, такъ какъ соединеніе сплотовъ на водѣ весьма затруднительно. По этому, въ настоящее время, вся заплавъ собирается на берегу, спускается на слизняхъ въ воду и уже собранная подводится на воротахъ къ камню, гдѣ и прикрѣпляется канатами за деревья; по окончаніи сплава, заплавъ выводится обратно вверхъ и поднимается

на берегъ, къ караульной избѣ, гдѣ и хранится до слѣдующаго сплава.

Заплавь принесли на Чусовой большую пользу и уменьшили число разбитыхъ о бойцы судовъ больше чѣмъ вдвое; тѣмъ не менѣе, какъ въ самомъ способѣ облегченія прохода судна мимо бойца, посредствомъ постановки заплавей, такъ и въ устройствѣ заплавей, есть много весьма существенныхъ недостатковъ.

Во первыхъ, спускъ и постановка ихъ къ камнямъ и затѣмъ взводка обратно на мѣста зимовки соединены съ большими затрудненіями, въ особенности въ ненаселенныхъ мѣстахъ, гдѣ рабочихъ приходится отыскивать въ сосѣднихъ, болѣе или менѣе удаленныхъ деревняхъ; бывали случаи, что насти разрывались, заплавь утлывали и боецъ оставался не защищеннымъ; иногда заплавь ставились не вѣрно и судно попадало выше или ниже бойца.

Во вторыхъ, онѣ служатъ болышею частью только въ началѣ сплава, до тѣхъ поръ, пока еще не переломаны пружины, а это случается почти каждый годъ и на каждой заплавь; при скорости движенія судна, на примѣръ 6 футовъ въ секунду и вѣсѣ нагруженнаго судна въ 15000 пудовъ, двѣ пружины того сплотка, въ который судно ударилося, должны преодолѣть живую силу судна равную

$$\frac{M}{2} \left(V^2 - V_0^2 \right) = \frac{15000}{2 \times 32,2} 6^2 = 8385 \text{ пудофутовъ.}$$

слѣдовательно, каждая пружина принимаетъ ударъ въ 4200 пудофутовъ или 50400 пудодюймовъ, а между тѣмъ, при расчетѣ прогиба и напряженія крайнихъ волоконъ пружины, соответствующихъ этой работѣ, оказывается *), что прогибъ

*) Работа, соответствующая прогибу f есть $\frac{1}{2} Rf$, а такъ какъ зависимость между силою и прогибомъ для бруса, задѣланнаго однимъ концомъ, выражается уравненіемъ $R = \frac{48}{l^3} EI$, то эта работа есть $\frac{3}{2} EI f^2 : l^3$ и слѣдовательно $\frac{3}{2} EI f^2 : l^3 = 50400$. Здѣсь $E = 50000$, моментъ инерціи бревна восьми вершковатаго или 14 дюймовъ толщины есть $\pi d^4 : 64 = 1886$, а длина l равна 5 саженимъ бревъ 1 аршина 10 вершковъ или 374 дюймамъ; вставляя эти цифры

равенъ 40 дюймамъ, а напряженіе 295 пудамъ на квадрат. дюймъ и слѣдовательно больше чѣмъ вдвое противъ предѣла упругости сосны. Конечно, взятый для примѣра случай есть самый неблагоприятный; кромѣ того, во время движенія судна къ заплавямъ, оно перерѣзываетъ струю воды и преодолеваетъ ея сопротивленіе, что отчасти умѣряетъ ударъ; съ другой стороны, движенію сплотовъ вода также оказываетъ сопротивленіе; наконецъ, въ сопротивленіи удару нѣсколько участвуютъ не только двѣ пружины сплотка, въ который ударилося судно, но отчасти и сосѣднія; все это должно нѣсколько уменьшить полученную выше цифру напряженія волоконъ, но во всякомъ случаѣ эти причины не настолько сильны, чтобы втрое ее уменьшить и сдѣлать ее меньшею предѣла упругости; по крайнѣй мѣрѣ, постоянныя поломки пружинъ указываютъ на крайнюю ихъ слабость сравнительно съ силою возможныхъ и часто случающихся ударовъ. Соединенія пружинъ съ упорными брусками и сплотками, посредствомъ шарнировъ, тоже чрезвычайно слабы; обѣими служащими для прикрѣпленія шарнировъ къ пружинамъ, сминаются дерево, врѣзываются въ него и скоро дѣлаются соединеніе негоднымъ. Все это дѣлаетъ то, что если вначалѣ сплава судно ударится всею своею силою о заплавь, то она дѣлается бесполезною и дѣйствуетъ потомъ какъ боецъ, да еще вдающийся въ рѣку.

Недостатокъ этотъ едва ли устранимъ вполне, при настоящей конструкціи заплавей, такъ какъ увеличеніе прочности пружинъ непремѣнно должно быть соединено съ увеличеніемъ амплитуды ихъ колебанія; въ противномъ случаѣ ударъ сдѣлался бы слишкомъ жесткимъ; и теперь этотъ ударъ, болышею частью, влечетъ за собою сильную течь въ суднѣ, вслѣдствіе про-

въ вышеприведенныя уравненія, получимъ что $f = 39.4$ дюйма. Моментъ, соответствующій этой силѣ, есть $R = 213 \times 374 = 79662$ пудодюйма, а напряженіе крайнихъ волоконъ $R = Mz_0 : I = 295$ пудовъ на квадратный дюймъ.

исходящаго при ударѣ выпучиванія боковой обшивки послѣдняго. А между тѣмъ, амплитуда колебанія обуславливается прогибомъ пружинъ, который для прочности не долженъ превосходить известнаго предѣла и который, съ своей стороны, при увеличеніи числа пружинъ, окажется недостаточнымъ въ видахъ безопасности судна; недостатокъ этотъ, такимъ образомъ, лежитъ въ самой конструкціи пружинъ изъ дерева, а не изъ другого болѣе упругаго матеріала.

Въ третьихъ, заплавы собственно не облегчаютъ прохода судовъ около бойцовъ, а служатъ только предохранительнымъ средствомъ отъ крушенія для тѣхъ судовъ, которыя уже имѣли несчастіе слишкомъ близко подойти къ бойцу и могли бы удариться объ него; случаи эти все-таки исключительные и огромное большинство судовъ, всѣми силами стараясь придержаться мыса, проходятъ благополучно; для этого большинства заплавы не приносятъ рѣшительно никакой пользы и ни сколько не облегчаютъ прохода; были ли поставлены заплавы или нѣтъ, для этихъ судовъ въ концѣ концовъ было все равно.

Наконецъ въ четвертыхъ, способъ защиты бойцовъ посредствомъ заплавей обходится очень дорого и дороговизна эта съ каждою новою постройкою увеличивается, такъ какъ съ вырубаніемъ лѣсовъ отыскиваніе деревьевъ нужныхъ размѣровъ дѣлается все болѣе затруднительнымъ и въ настоящее время ихъ приходится уже привозить за 25 и за 30 верстъ.

Для удешевленія какъ постройки заплавей, такъ взводки и спуска ихъ можно-бы было уменьшить размѣры сплотовъ и сдѣлать ихъ, на примѣръ, изъ 6 брусевъ пяти-вершковой толщины; тогда объемъ и вѣсъ каждого сплота уменьшились бы втрое; но подобное уменьшеніе массы заплавей опасно, такъ какъ ударъ судна не вполнѣ горизонталенъ и дѣйствуетъ иногда выпучивая сплотки вверхъ, а иногда погружая ихъ въ воду; съ уменьшеніемъ массы сплотовъ сопротивленіе, оказываемое ими этимъ вертикальнымъ передвиженіямъ, уменьшится и фронтно повлечетъ за собою частое перевертываніе за-

плавей сплотками къ берегу, какъ это и случилось, на примѣръ, въ 1876 году съ заплатами у Разбойника. Во всякомъ случаѣ уменьшеніе размѣровъ сплотовъ требуетъ предварительнаго испытанія, которое еще не было произведено; въ настоящемъ же видѣ за 8 лѣтъ существованія девяти заплавей, построенныхъ въ 1869 году опѣ обошлись:

Первоначальная стоимость	8739 руб.
Стоимость спасей для взводки и спуска	2949 »
Ремонтъ поврежденій	4300 »
Спускъ къ камнямъ и обратная взводка. . . .	8547 »
Караулъ заплавей.	5184 »
Часть стоимости караульныхъ избъ и ихъ ремонтъ. .	1314 »

31024 руб.

или на каждую заплавъ за все время существованія въ 8 лѣтъ 3447 рублей, а въ годъ 431 руб.

Срѣзка мысовъ. Третій способъ улучшенія бойцовъ долженъ быть признанъ наиболѣе рациональнымъ и дешевымъ; онъ состоитъ въ томъ, что часть противоположнаго берега и спускающійся въ воду наносный мысъ (чер. 12 и 15) срѣзываются правильнымъ закругленіемъ до уровня меженныхъ водъ; послѣ этой срѣзки суда имѣютъ возможность проходить закругленія вплоть у выпуклаго берега, не опасаясь попасть на мель, и избѣгаютъ такимъ образомъ главной струи, изъ которой такъ трудно выбиться. Съ другой стороны и самое направленіе струи послѣ срѣзки дѣлается болѣе благоприятнымъ для сплава, нѣсколько отклоняясь отъ камня и приближаясь къ мысу. Въ противоположность заплатамъ этотъ способъ облегчаетъ проходъ мимо бойцовъ для всѣхъ судовъ безъ исключенія и вполнѣ уничтожаетъ опасность бойца, если только срѣзка мыса была произведена въ достаточной степени. Такъ, на примѣръ, одинъ изъ самыхъ опасныхъ бойцовъ есть Печка сдѣлался послѣ срѣзки, произведенной въ 1869 году, совершенно

безопаснымъ. Опасенія, что срѣзанный мысъ будетъ скоро снова заноситься хрящемъ совершенно не оправдались; всѣ произведенныя срѣзки до сихъ поръ остались почти въ томъ видѣ, въ какомъ были произведены, а если и занесены нѣскольکو, то такъ незначительно, что вся новая подчистка по прошествіи 10 или 12 лѣтъ ограничилась бы съемкою нѣсколькихъ кубовъ. Срѣзка мыса почти совсѣмъ не нуждается въ поддержаніи и произведенная разъ, улучшаетъ мѣстность самымъ радикальнымъ образомъ. Стоимость ея вслѣдствіе этого въ концѣ концовъ обходится несравненно дешевле содержанія заплавей, такъ срѣзка мысовъ у Печки и Стрѣльнаго въ 1869 году стоила 4016 рублей, а содержаніе двухъ заплавей за это время стоило бы 6900 рублей и черезъ каждыя восемь лѣтъ обходилось бы опять столько же. Количество срѣзываемой земли у различныхъ бойцовъ весьма различно; такъ у Узенькаго предположено снять 300 кубич. саженой, а у Горчака 1000 куб. саженой и вообще можно предположить, что среднее количество земли, которое пришлось бы снимать у бойцовъ, ни въ какомъ случаѣ не превзойдетъ этой послѣдней цифры.

Взрывы камней. Въ нѣкоторыхъ случаяхъ, какъ срѣзка мысовъ, такъ и постановка заплавей не могутъ вполне устранить опасность бойца, какъ на примѣръ, около Молокова или Разбойника (чер. 5), но примѣръ этихъ двухъ бойцовъ едва ли не единственный; въ 1875 году Разбойникъ частью уже былъ взорванъ, но все еще недостаточно; Молоковъ же имѣетъ выдающуюся часть какъ разъ въ томъ самомъ мѣстѣ, гдѣ суда подваливаютъ къ нему для того, чтобы выбиться изъ струи и не попасть на Разбойника. Какъ для улучшенія этихъ бойцовъ, такъ и для уборки подводныхъ камней необходимы порохо-стрѣльные работы, которыя въ небольшихъ размѣрахъ на Чусовую производятся ежегодно. Способъ взрыва камней водою у мѣстныхъ мастеровъ чрезвычайно простъ; для приготовления зарядовъ, порохъ заворачивается сначала въ бумагу, а потомъ въ тряпку и обвязывается шнуркомъ; приготовлен-

ный такимъ образомъ патронъ обмакивается въ растопленный варъ; фитиль готовится изъ тесьмы, свернутой въ трубочку и обмокнутый въ олифу.

Нижнее теченіе. Что касается затрудненій сплаву въ низовой части Чусовой отъ с. Камасина до устья, то они ничѣмъ не отличаются отъ затрудненій, существующихъ на луговыхъ рѣкахъ и состоятъ въ меляхъ и перекатахъ. Въ этой части весенній подъемъ воды дѣлается уже значительнымъ и низменные берега по обѣ стороны русла рѣки затопляются на большое разстояніе, такъ что трудно бываетъ опредѣлить, гдѣ именно находится фарватеръ. Кромѣ того выступающая изъ береговъ вода во многихъ мѣстахъ постепенно образуетъ новыя русла или такъ называемыя промоины, въ которыхъ глубина воды еще не на столько велика, чтобы судно могло пройти по нимъ безпрепятственно, но въ которыя направленіе струи уже на столько сильно, что суда часто заносятся въ нихъ и мелѣются. Наконецъ, открытая широкая долина рѣки не защищена горами отъ вѣтра, который нерѣдко наноситъ суда на мелкія мѣста. Улучшеніе всѣхъ этихъ затрудненій можетъ состоять въ разстановкѣ указательныхъ знаковъ и весеннихъ вѣхъ. Нѣкоторыя изъ болѣе значительныхъ промоинъ должны быть запружены или же, въ случаѣ болѣе благоприятнаго расположенія будущаго русла, расширены и углублены искусственными мѣрами.

Эта часть рѣки Чусовой можетъ служить и для взводнаго судоходства и вообще можетъ быть судоходною во всю навигацію. Впрочемъ въ настоящее время потребность въ судоходствѣ ограничивается единичными примѣрами доставки хлѣба изъ Перми въ окрестныя селенія. Въ будущемъ же, на примѣръ въ случаѣ развитія каменноугольной промышленности, луговая часть Чусовой будетъ весьма полезна и безъ особыхъ затрудненій можетъ быть приведена въ болѣе удобное для судоходства состояніе.

Програма улучшеній. Всѣ вышеприведенныя соображе-

нія приводятъ къ тому заключенію, что радикальное улучшение рѣки Чусовой должно состоять въ увеличеніи продолжительности сплава посредствомъ устройства водохранилища, въ срѣзкѣ мысовъ противъ бойцовъ, взрывѣ и уборкѣ нѣкоторыхъ камней. Улучшеніе же переборовъ послѣ устройства водохранилища, говоря вообще, будетъ излишне. Вмѣстѣ съ этимъ примѣръ Чусовой и способъ ея улучшенія достаточно выяснятъ болѣе или менѣе радикальную програму улучшенія вообще уральскихъ горныхъ рѣкъ, которыя весьма сильно въ томъ нуждаются и обратили уже на себя серьезное вниманіе. Въ общемъ, рѣки эти имѣютъ характеръ совершенно одинаковый съ Чусовою, а потому и програма ихъ улучшеній должна быть болѣе или менѣе одинакова. Она касается только улучшенія условій сплава, а не судоходства, для улучшенія котораго потребовались бы столь дорогія сооруженія, что желѣзная дорога обошлась бы дешевле; да и перевозка водою стоила бы дороже провоза по желѣзной дорогѣ, потому что и въ настоящее время сплавъ внизъ по теченію обходится грузоотправителямъ въ 0.02 коп. съ пудо-версты, считая тутъ всѣ расходы какъ на самый сплавъ, рабочихъ, стоимость судна, снастей и проч., такъ и на спасеніе затонувшихъ грузовъ; эта стоимость превосходитъ, слѣдовательно, тарифъ перевозки по желѣзной дорогѣ, не говоря уже о томъ, что длина рѣки обыкновенно больше длины желѣзной дороги. Но если стоимость перевозки сплавомъ внизъ по рѣкѣ обходится такъ дорого, то стоимость взвода грузовъ противъ теченія значительно превзойдетъ тарифъ желѣзной дороги, если даже не считать тѣхъ громадныхъ суммъ, которыя потребовались бы на первоначальное устройство и поддержаніе сооруженій и которыя были бы затрачены правительствомъ не въ видѣ желѣзнодорожнаго долга, а безвозвратно. Для доставленія грузовъ на Уралъ въ направленіи, противоположномъ теченію рѣкъ, въ настоящее время несравненно выгоднѣе прибѣгнуть къ постройкѣ желѣзныхъ дорогъ и ограничиваться только улучшеніемъ сплава по гор-

нымъ рѣкамъ, что потребуетъ затратъ сравнительно весьма незначительныхъ.

При обсужденіи этого улучшенія прежде всего въ каждомъ случаѣ долженъ быть рѣшенъ вопросъ, какую высоту подъема воды слѣдуетъ признать наиболѣе благопріятствующею сплаву и какая продолжительность поддержанія благопріятнаго горизонта воды можетъ считаться достаточною для устраненія всѣхъ затрудненій, происходящихъ отъ кратковременности сплава. Рѣшеніе этого вопроса требуетъ опредѣленія, на какую высоту поднимается горизонтъ воды на плесахъ и переборахъ, при каждомъ данномъ расходѣ, и опредѣленія скоростей теченія воды и судна при различныхъ горизонтахъ въ различныхъ мѣстахъ; полученные данныя укажутъ съ одной стороны наибольшее возможное возвышеніе горизонта въ зависимости отъ возрастанія опасности бойцовъ и наименьшее въ зависимости отъ преобладающей глубины воды на переборахъ; при этомъ обнаружатся всѣ затруднительныя мѣста, требующія улучшенія при выбранной высотѣ и опредѣлится, какіе именно переборы нужно углубить и какіе бойцы обезопасить срѣзкою мысовъ или заплавами. Съ другой стороны, опредѣленіе расхода воды, при которомъ горизонтъ ея держится на высотѣ, признанной благопріятною, и опредѣленіе продолжительности поддержанія этого горизонта дадутъ возможность опредѣлить то количество воды, которымъ необходимо располагать во время сплава для нуждъ судоходства.

Правила сплава. Затѣмъ послѣ устройства водохранилища и улучшенія русла рѣки въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, для самого производства сплава должны быть выработаны правила весьма сходныя съ правилами по эксплуатаціи желѣзныхъ дорогъ. Какъ на желѣзной дорогѣ, такъ и здѣсь скорость движенія чрезвычайно велика и фарватеръ въ нѣкоторыхъ мѣстахъ до того узокъ, что заднее судно, въ случаѣ остановки передняго, не имѣетъ возможности его обойти; при томъ въ колѣнахъ нельзя далеко впередъ видѣть, занять ли фарватеръ или нѣтъ,

а между тѣмъ это необходимо знать заранее, такъ какъ для безопасной остановки судна нужна болѣе значительная длина, чѣмъ для остановки поѣзда тормозами, потому что нужно выбрать мѣсто выбиться изъ струи, схватиться и довольно далеко вытравить снасть. Наконецъ, подобно тому, какъ на желѣзной дорогѣ крушеніе поѣзда портитъ путь и задерживаетъ движеніе, такъ и здѣсь крушеніе на фарватерѣ судна часто задерживаетъ остальные суда до того времени, когда уже вся вода ушла. По этому одновременно съ вышеупомянутыми мѣрами улучшенія сплава, какъ и на желѣзной дорогѣ, крайне необходимо устройство вдоль рѣки телеграфа, наблюдательныхъ станцій и обязательное исполненіе правилъ, которыя должны быть выработаны относительно порядка слѣдованія судовъ другъ за другомъ при проходѣ затруднительныхъ мѣстъ и относительно немедленной постановки вверхъ по рѣкѣ сигнальных знаковъ въ случаѣ крушенія и проч.

Подобно тому какъ на желѣзной дорогѣ необходимъ профиль пути, такъ и здѣсь, и даже еще болѣе, необходимъ подробный планъ рѣки съ показаніемъ всѣхъ опасныхъ мѣстъ, описаніемъ способа ихъ прохожденія, указаніемъ удобныхъ мѣстъ для причала судовъ, времени проплыва отъ одного мѣста до другаго и проч. Та масса различныхъ свѣдѣній, которую въ настоящее время сплавщикъ долженъ удерживать въ памяти, въ подробности должна быть нанесена на планъ; часто сплавщики дѣлаются негодными при ослабленіи памяти въ старости, именно тогда, когда они долгимъ опытомъ достигли большого искусства въ сплавѣ судовъ.

Наконецъ постоянными наблюденіями на устроенныхъ для этой цѣли водомѣрныхъ рейкахъ должна быть доставлена возможность во всякое время знать у водохранилища какое дѣйствіе произвелъ выпускъ, для того чтобы имѣть возможность должнымъ образомъ регулировать его.

Правила выпуска воды. Относительно этого выпуска и самаго водохранилища, на основаніи того, что было сказано

относительно выпуска Ревдинскаго пруда на рѣкѣ Чусовой, необходимо удовлетворить слѣдующимъ условіямъ:

1) Прудъ долженъ быть назначенъ исключительно для цѣлей судоходства, имѣть достаточные размѣры и приспособленія, которыя бы давали возможность производить выпускъ опредѣленнаго количества воды въ данное время.

2) На основаніи наблюденій надъ дѣйствіемъ выпуска при извѣстномъ расходѣ, должно быть опредѣленно, на сколько нужно отворить затворы, для того чтобы въ верховьяхъ рѣки горизонтъ поднялся до наиболѣе благопріятной высоты и сколько времени нужно продолжать выпускъ, для того чтобы эта наиболѣе благопріятная высота сохранялась въ той части рѣки, которая представляетъ затрудненія по мелководью. Эта продолжительность должна быть достаточна для уничтоженія тѣсноты и поспѣшности сплава и опредѣлена сообразно съ тѣмъ, сколько сутокъ продолжается сплавъ, на сколько пущенный валъ уходитъ впередъ въ то время, когда судно стоитъ на ночлегѣ и на сколько судно обгоняетъ валъ въ продолженіи дня, оставляя при этомъ значительный запасъ на случайныя остановки, крушенія и т. п.

3) Во все продолженіе выпуска горизонтъ воды въ рѣкѣ ни въ какомъ случаѣ не долженъ идти на прибыль, а напротивъ на убыль и по этому количество выпускаемой въ единицу времени воды по мѣрѣ продолженія выпуска должно быть постепенно уменьшаемо, на сколько это возможно совмѣстить съ условіемъ поддержанія горизонта воды не выше и не ниже извѣстныхъ предѣловъ.

Подобная выработанная заранее програма дѣйствій крайне необходима при началѣ улучшенія рѣки; въ настоящее время для горныхъ рѣкъ это тѣмъ болѣе необходимо, что потребность въ ихъ улучшеніи уже обратила на себя серьезное вниманіе и для разъясненія вопроса улучшенія рѣки Чусовой недавно былъ собранъ съѣздъ грузоотправителей; на крайнюю необходимость улучшенія рѣкъ Бѣлой, Уфы, Ая, Иса, Сак-

мары и другихъ уже не разъ указывалъ генералъ-губернаторъ оренбургскаго края во всеподданнѣйшихъ отчетахъ. Отсутствие программы заставляетъ дѣйствовать ощупью, безъ всякой связи, и улучшать такія мѣста, которыя впослѣдствіи при измѣненіи условій сплава окажутся совсѣмъ не нуждавшимися въ исправленіи; въ концѣ концовъ эти безсвязныя улучшенія стоятъ дороже единовременной затраты на радикальное улучшенія рѣки и примѣръ Чусовой достаточно ясно это доказываетъ.

Что касается въ частности рѣки Чусовой, то послѣ окончанія постройки желѣзной дороги между Пермью и Екатеринбургомъ, она утратитъ большую часть своего значенія для окружающей мѣстности. Но тѣмъ не менѣе это значеніе будетъ еще на столько велико, что между уральскими горными рѣками она останется одною изъ наиболѣе важныхъ. Къ сожалѣнію я не имѣю данныхъ для сравненія ихъ и долженъ ограничиться обзоромъ значенія одной только Чусовой.

Пристани. По берегамъ рѣка населена весьма рѣдко; на протяженіи 396 верстъ сплавной горной части отъ Ревдинскаго завода до Камасина существуетъ 48 населенныхъ пунктовъ и на протяженіи 181 версты луговой части отъ с. Камасина до устья 40, а всего 88 или одинъ населенный пунктъ на $6\frac{1}{2}$ версты. Населенія эти большею частью мелкія; такъ въ 20 изъ нихъ меньше, чѣмъ по 20 жителей мужскаго пола и только въ 26 болѣе чѣмъ по 100. Изъ этого числа наиболѣе значительны 6 заводовъ: Ревдинскій, Шайтанскій 1-й, Билимбаевскій, Демидово-Утинскій, Шайтанскій 2-й и Кыновской; всѣ остальные заводы, сплавляющіе свои грузы по Чусовой, имѣютъ на самой рѣкѣ 18 и на притокахъ 5, всего 23 пристани. Каждая пристань служитъ для цѣлаго округа заводовъ; онѣ перечислены здѣсь для опредѣленія района, для котораго рѣка Чусовая служила единственнымъ путемъ сбыта произведеній въ европейскую Россію.

1) *Ревдинская* пристань, на 577 верстѣ отъ устья, для ревдинскихъ заводовъ: Ревдинскаго, Маріинскаго и Бисертскаго.

2) *Шайтанская 1-я*, на 557 верстѣ, для Верхне и Нижне-Шайтанскаго завода Берга и Кузьминой.

3) *Билимбаевская*, на 545 верстѣ, для Билимбаевскаго завода графа Строгонова.

4) *Крылосовская*, на 535 верстѣ, купеческая для нагрузки сибирскихъ и уральскихъ товаровъ, сала, коровьяго масла, сѣмени, руды, камней и проч.

5) *Турчаниновская*, на 518 верстѣ, для сысертскихъ заводовъ наслѣдниковъ Турчанинова: Сысертскаго, Верхъ-Сысертскаго, Ильинскаго, Сѣверскаго и Полевскаго.

6) *Уткинская казенная*, на 516 верстѣ, для екатеринбургскихъ казенныхъ заводовъ: Нижне-Исетскаго, Каменскаго, Березовскаго, Пыжминскаго, а также Екатеринбургскаго монетнаго двора.

7) *Нижне-Деревенская*, на 500 верстѣ.

8) *Трекская* на 493 верстѣ, обѣ для купеческихъ сибирскихъ и уральскихъ товаровъ.

9) *Демидово-Уткинская*, на 465 верстѣ, для находящагося въ казенномъ управленіи завода того же названія въ суксунскомъ округѣ.

10) *Шайтанская 2-я*, на 439 верстѣ, верхъ-исетскихъ заводовъ графини Стенбокъ-Ферморъ: Верхъ-Исетскаго, Верхненейвинскаго, Нижненейвинскаго, Нейвинсгорудянскаго, Молебскаго, Верхне-Тагильскаго, Вогульскаго, Шуралинскаго, Шайтанскаго, Утинскаго и Сылвенскаго.

11) *Мартьяновская*, на 427 верстѣ, для купеческихъ сибирскихъ и уральскихъ товаровъ, и

Илимская для постройки барокъ, которыя спускаются на Осянскую пристань для нагрузки казенныхъ грузовъ.

12) *Сулемская*, на 389 верстѣ, для невьянскихъ заводовъ наслѣдниковъ П. Яковлева: Невьянскаго, Быньговскаго и Петрокамскаго.

13) *Усть-Уткинская (Межевая Утка)*, на 371 верстѣ,

нижне-тагильскихъ заводовъ Демидова: Нижне-Тагильскаго, Выйскаго, Нижне-Салдинскаго, Верхне-Салдинскаго, Черноисточенскаго, Висимо-Уткинскаго, Висимо-Шайтанскаго и Лайскаго.

14) *Кашкинская*, на 360 верстѣ, алапаевскихъ заводовъ С. Яковлева: Нейвоалапаевскаго, Нейвошайтанскаго, Верхнеиспачинскаго и Ирбитскаго.

15) *Кыновская*, на 304 верстѣ, Кыновскаго завода графа Строганова.

16) *Ослянская*, на 285 верстѣ, Гороблагодатскихъ казенныхъ заводовъ: Кушвинскаго, Верхне и Нижне Туринскихъ, Баранчинскаго и Серебрянскаго.

17) *Ослянская*, на 285 верстѣ, Елабужскаго купца Ушкова для нагрузки колчедана.

18) *Долговская*, на 170 верстѣ, Лысвинскаго завода графа Шувалова.

На притокахъ рѣки Чусовой расположены пристани:

19) *Суксунская* пристань на Сылвѣ, Суксунскихъ заводовъ, находящихся въ казенномъ управленіи: Суксунскаго, Тисовскаго, Таквинскаго, Молебскаго, Бынговскаго и Ашанскаго.

20) *Торговская* купеческая.

21) *Кунгурская* торговая, тоже на Сылвѣ.

22) *Усть-Вильвенская*, на Вильвѣ, Пашійскаго завода князя Голицина.

23) *Койвинская*, на Койвѣ, Кусье-Александровскаго завода князя Голицина.

Такимъ образомъ по Чусовой сплавляли свои произведенія около 60 горныхъ заводовъ и на 6 пристаняхъ грузились руды и сибирскіе товары. Весь районъ, сплавлявшій свои грузы, кромѣ Сибири, ограничивается линіею, проведенною отъ впаденія рѣки Косъвы въ Каму до Верхотурья, отсюда на Ирбитъ и Камышловъ къ истокамъ Чусовой и отсюда на города Кунгуръ и Пермь.

Товарное движеніе. На перечисленныхъ пристаняхъ за послѣдніе шесть лѣтъ грузилось тысячъ пудовъ:

Пристани.	1871 г.		1872 г.		1873 г.		1874 г.		1875 г.		1876 г.	
	Число судовъ.	Тысячи пуд.	Число судовъ.	Тысячи пуд.	Число судовъ.	Тысячи пуд.	Число судовъ.	Тысячи пуд.	Число судовъ.	Тысячи пуд.	Число судовъ.	Тысячи пуд.
Ревдинская	40	325	59	396	38	321	49	449	44	391	47	421
Шайтанская 1-я	7	68	5	46	7	74	8	90	11	95	11	100
Билимбаевская	38	406	54	510	47	463	50	455	57	541	70	638
Крылосовская	49	584	38	449	65	836	30	364	16	187	37	339
Турчаниновская	37	397	29	460	50	524	50	521	56	585	54	574
Уткинская казенная . .	11	155	19	150	17	163	18	221	15	211	69	203
Нижне-Деревенская . .	59	597	52	526	107	1415	48	453	14	357	19	301
Трекинская	»	»	14	153	15	189	2	25	3	42	»	»
Демидово-Уткинская . .	15	110	13	97	10	81	13	84	22	236	10	90
Шайтанская 2-я	43	495	48	548	49	555	54	611	59	625	55	579
Мартьяновская	16	154	34	454	48	649	15	171	14	169	5	40
Судемская	17	183	21	205	7	60	21	266	»	»	18	215
Усть-Уткинская	83	915	95	514	126	924	75	997	107	1165	108	1043
Кашкинская	37	381	31	305	39	350	44	513	»	»	49	588
Кыновская	9	91	10	99	12	88	9	92	13	121	15	120
Ослянская казенная . .	86	911	134	891	100	999	83	897	56	766	75	860
» Ушкова	12	149	9	112	8	94	14	166	9	144	6	148
Долговская	20	236	19	—	22	214	20	246	19	229	23	153
На притокахъ:												
На Сылвѣ:												
Суксунская	12	99	19	208	12	156	13	143	7	136	19	228
Торговская	3	55	3	45	4	61	5	145	6	91	3	60
Кунгурская	11	83	10	85	8	138	23	331	18	216	10	101
На Вильвѣ:												
Усть-Вильвенская . . .	19	214	15	246	20	209	14	180	12	131	15	168
На Койвѣ:												
Койвинская	8	93	16	126	»	»	»	»	»	»	»	»
Итого	632	6701	747	6625	811	8563	658	7420	558	6438	718	6969

Такимъ образомъ по Чусовой ежегодно сплавляется грузовъ отъ 6¹/₂ до 8¹/₂ милліоновъ въ 550—800 баркахъ. Какъ видно изъ таблицы, это количество грузовъ совсѣмъ не увеличилось за послѣднія 6 лѣтъ, да и вообще даже за большіе промежутки времени увеличеніе грузовъ идетъ весьма медленно; такъ по свѣдѣніямъ, приведеннымъ у Штукенберга, въ 1818 году было сплавлено по Чусовой:

Мѣди.	98 тысячъ пудовъ.
Чугуна	1174 » »
Желѣза	1469 » »
Камней и рудъ.	103 » »
Сѣры	2 » »
Дегтя	19 » »
Масла.	28 » »

Итого. . . 2893 » »

По тому же источнику въ 1821 году сплавлено 454 коломенки и 39 плотовъ и въ 1824 году столько же. Слѣдовательно за 60 лѣтъ количество ежегодно отправляемыхъ грузовъ увеличилось всего въ 2¹/₂ раза.

Въ слѣдующей таблицѣ количество отправленныхъ грузовъ распредѣлено по разрядамъ товаровъ.

Названіе грузовъ.	Количество въ пудахъ.					
	1871 г.	1872 г.	1873 г.	1874 г.	1875 г.	1876 г.
Чугуна	1521792	1689570	1570122	1358552	1268719	1334863
Желѣза	3255131	2924673	3218233	3963216	3370330	3985112
Мѣди	107463	95694	73051	63615	65377	75079
Стали	11717	6460	10995	13219	18140	15016
Свинца	—	—	—	6800	—	—
Платины	—	—	24	38	52	48
Монеты мѣдной	7733	17420	5800	12390	20694	24358
Артилер. принадлежностей	141697	108446	164658	237011	306053	358305
Укупорки	3870	4815	3072	3274	—	—
Рудъ: желѣзной	4524	1473	11672	7900	230	—
» хромоной	472170	387700	164610	156800	91899	11000
» колчедана	123000	112000	94000	166000	144000	148000
» марганцовой	—	1800	693	1190	—	—
» никелевой	—	—	—	8586	16224	5000
Вѣлой глины и бѣлаго кирпича	107830	157724	218517	440430	264000	225000
Песка журавлинскаго	26000	29000	21000	18000	14000	11000
Талька и графита	—	5043	5278	7000	13192	3200
Камней брусн. и кварц.	7640	7497	6183	6645	10963	17726
Малахит, краски	200	—	200	200	1210	1856
Сундуковъ	—	1460	—	4000	3573	6900
Каменныхъ издѣлій	70	—	—	60	558	422
Сала	636910	688864	653672	549278	445286	499843
Масла коровьяго	137690	165736	98900	135617	166817	143900
Мыла	3000	—	—	—	8200	8400
Олеина	300	150	—	—	—	2000
Свѣчей салныхъ	9000	5950	—	1400	100	7565
Спирта	—	—	245412	50072	42737	8000
Кудели	12370	10860	1600	1154	7156	23772
Орѣховъ, кедровыхъ	—	—	—	12000	—	559
Семена льняного	58324	22527	46733	100416	134151	35721
Пшеницы и крупъ	851	167700	1942538	71345	17760	16485
Ржи и ржаной муки	5495	4235	4313	21500	1500	—
Овса	42900	1611	—	—	—	—
Тряпья, мѣшковъ, костей, бумаги и т. п.	2500	4000	1000	1925	5118	—
Дегтя, бураковъ, полушубковъ и посуды	640	2700	625	600	—	—
Итого	6700817	6625048	8562901	7420233	6438039	6969130

Изъ числа $7\frac{1}{2}$ миллионъ пудовъ, ежегодно сплавляемыхъ по Чусовой, около 80—85% составляютъ предметы горнозаводской промышленности и остальные 15—20% сибирскіе товары, сало, масло, пшеница, спиртъ и другіе.

Большая часть чусовскихъ грузовъ идетъ до мѣста назначенія безъ перегрузки и только весьма небольшое ихъ количество перегружается въ устьѣ Чусовой.

Перегрузилось :

въ 1871 году 862 тысячи пудовъ

» 1872 »	728	»	»
» 1873 »	917	»	»
» 1874 »	571	»	»
» 1875 »	842	»	»
» 1876 »	913	»	»

Распределение грузовъ по разнымъ направленіямъ было слѣдующее:

	1871 г.	1872 г.	1873 г.	1874 г.	1875 г.	1876 г.
На заводы и въ города, расположенные по Камѣ, и въ пристои ея	1809	1646	1911	2021	1733	1679
<i>Вверхъ по Волгѣ:</i>						
Въ Казань, Нижній и Москву	1598	1563	2549	3560	2879	3346
Въ Ярославль, Кострому, Рыбинскъ и Петербургъ	2898	3044	3633	1424	1346	1531
<i>Внизъ по Волгѣ:</i>						
Въ города: Симбирскъ, Самару, Сызрань, Саратовъ и Астрахань	60	17 ₂	29	65	56	54
Въ Царицынъ, Ростовъ на Дону и Черное море	336	200	441	350	424	359
Итого тысячъ пудовъ . .	6701	6625	8563	7420	6438	6969

Слѣдовательно изъ средняго за шесть лѣтъ количества сплавленныхъ по Чусовой грузовъ осталось въ предѣлахъ рѣки Камы 25%, пошло по направленію къ Нижнему Новгороду и Москвѣ 37%, къ Рыбинску и Петербургу 32%, къ Черному морю 5% и въ низовые волжскіе города 1%. За послѣдніе годы количество грузовъ, направленныхъ въ Нижній Новгородъ, увеличивается и въ 1876 году дошло до 48%.

Металлы идутъ большею частью въ Нижній, чугуны; руды и камни остаются въ предѣлахъ Камы; а сало, масло и пшеница идутъ въ Петербургъ, Казань и Царицынъ.

По окончаніи постройки желѣзной дороги, Чусовая утратитъ всякое значеніе для заводовъ, расположенныхъ на самой дорогѣ или къ востоку отъ нея; для всѣхъ этихъ заводовъ подвозка къ пристанямъ гужемъ и затѣмъ сплавъ по Чусовой до Перми будетъ обходиться дороже чѣмъ перевозка по желѣзной дорогѣ; это избавитъ ихъ отъ необходимости содержать пристани, строить барки, имѣть смотрителей, караванныхъ и проч. и устранить рискъ благополучной доставки къ сроку. Слѣдующая таблица даетъ приблизительный расчетъ стоимостей провоза по рѣкѣ Чусовой и по желѣзной дорогѣ.

Названіе при- станей и за- водовъ.	Расстояние гужевой подвозки отъ завода до пристани.		Стоимость гужевой подвозки.		Расстояние перевоз- ки водою до устья Чусовой.		Стоимость провоза по Чусовой.		Полная стоимость провоза отъ завода до устья Чусовой.		Расстояние подвозки отъ завода до ближайшей станции желѣзной до- роги.		Стоимость подвозки до желѣзной дороги.		Расстояние перевоз- ки по желѣзной до- рогѣ.		Стоимость перевоз- ки по желѣзной до- рогѣ.		Полная стоимость провоза по желѣзной дорогѣ.	
	Версты.	Коп.	Вер.	Коп.	Коп.	Вер.	Коп.	Версты	Коп.	Коп.										
<i>Ревдинская пристань.</i> Заводы:																				
Ревдинскій . . .	0	1	577	13	14	44	6	468	9	15										
Маринскій . . .	15	3			16	70	8				17									
Бисертскій . . .	40	6			19	108	9				28									
Шайтанскіе . . .	0	1	557	12	13	25	4	430	8 ¹ / ₂	12 ¹ / ₂										
Билимбаевскій . .	0	1	545	11	12	25	4	430	8 ¹ / ₂	12 ¹ / ₂										
<i>Турчаниновская при- стань.</i> Заводы:																				
Сысертскій . . .	120	10	516	10	20	46	5	468	9	14										
Верх - Исетскій .	130					55														
Ильинскій . . .	114					40														
Стверскій . . .	105					44														
Полевской . . .	110					55														
<i>Уткинская казенная.</i> Заводы:																				
Нижнеисетскій .	80	10	512	10	20—22	10—12	2	468	9	11										
Каменскій . . .	153	12																		
Березовскій . . .	80	10																		
Пыжминскій . . .	80	10																		
Демядово - Уткин- скій	0	1	465	9	10	50	5	409	8	13										
<i>Шайтанская</i> Заводы:																				
Верх-Исетскій . .	72	10	439	8	18	0	1	468	9	10										
Верхнейвинскій .	40	8			16	0	1	409	8	9										
Нейвинско-Рудян- скій	56	9			17	0	1	400	8	9										
Верхне - Тагиль- скій	60	9			17	10	2	400	8	10										
Шайтанскій . . .	0	1			9	45	5	400	8	13										
Сыдвинскій . . .	30	3		11	6	6	400	8	14											
Режевскій	160	16		21	97	10	468	9	19											

Названіе при- станей и за- водовъ.	Расстояние гужевой подвозки отъ завода до пристани.		Стоимость гужевой подвозки.		Расстояние перевоз- ки водою до устья Чусовой.		Стоимость провоза по Чусовой.		Полная стоимость провоза отъ завода до устья Чусовой.		Расстояние подвозки отъ завода до ближайшей станции желѣзной до- роги.		Стоимость подвозки до желѣзной дороги.		Расстояние перевоз- ки по желѣзной до- рогѣ.		Стоимость перевоз- ки по желѣзной до- рогѣ.		Полная стоимость провоза по желѣзной дорогѣ.	
	Версты.	Коп.	Вер.	Коп.	Коп.	Вер.	Коп.	Коп.	Вер.	Коп.	Вер.	Коп.	Вер.	Коп.	Коп.	Вер.	Коп.	Коп.		
<i>Суменская.</i> Заводы:																				
Невьянскій . . .	80	10	389	7	17	0	1	382	8	9										
Петроваменскій .	110	13			20	40	5				13									
<i>Усть-Уткинская.</i> Заводы:																				
Нижне-Тагильскій.	74	8	371	6	14	0	1	335	7	14										
Выйскій	74	8			14	0	1				8									
Нижнесалдинскій.	116	10			16	50	7			14										
Верхнесалдинскій.	110	10			16	40	5			12										
Черноисточенскій.	45	6			12	20	4			11										
Висимо-Уткинскій.	25	4			10	40	6			13										
Висимо - Шайтан- скій.	25	4			10	40	6			13										
Лайскій	80	9			15	0	1			8										
<i>Кашиинская.</i> заводы:																				
Нейвоалапаевскій.	150—200	13	350	6	19	80—120	9	300	6	15										
Шайтанскій . . .																				
Верхнесиячин- скій.																				
Ирбитскій.																				

За тѣмъ въ этой таблицѣ не показано сравненіе провоза:

1) для купеческихъ товаровъ, которые будетъ выгоднѣе перевозить по желѣзной дорогѣ, такъ какъ товары эти идутъ изъ Екатеринбурга и слѣдовательно не требуютъ гужевой подвозки къ желѣзной дорогѣ, а до чусовскихъ пристаней перевозятся за 80 и 120 верстъ.

2) Для казенныхъ заводовъ гороблагодатскаго округа, которые, за исключеніемъ Серебрянскаго, расположены вблизи

станцій желѣзной дороги, а разстояніе отъ нихъ до Ослинской пристани отъ 75 до 110 верстъ; съ Серебрянскаго же завода, расположеннаго въ 8 верстахъ отъ Чусовой, будетъ дешевле отправлять грузы по Чусовой.

3) Для расположеннаго на самой Чусовой и удаленнаго отъ желѣзной дороги на 70 верстъ Кыновскаго завода, который по этому будетъ отправлять свои грузы по Чусовой.

4) Для заводовъ Шувалова и Голицина: Бисертскаго, Кусьинскаго, Пашійскаго и Лысвенскаго, которые хотя и расположены по желѣзной дорогѣ, но вѣроятно будутъ сплавлять свои грузы по Чусовой, такъ какъ находятся близъ Камы.

По сравненію стоимости провоза до города Перми водою и по желѣзной дорогѣ, видно, что для слѣдующихъ заводовъ будетъ дешевле возить грузы по Чусовой:

Для Ревдинскихъ	ежегодно	тысячъ пудовъ	400
» Демидово-Уткинскаго	»	»	90
» Верх-исетскихъ: Шайтанскаго и Сылвинскаго	»	»	80
Для Нижне - Тагильскихъ:			
» Висимо-Уткинскаго и Висимо-Шайтанскаго	»	»	200
» Гороблагодатскаго Серебрянскаго	»	»	100
» Кыновскаго	»	»	100
» Лысвинскаго	»	»	200
» Кусьинскаго	»	»	90
» Пашійскаго	»	»	200
Всего тысячь пудовъ . . .			1460

Одинаковая стоимость провоза выходитъ для заводовъ Билимбеевскаго и Шайтанскихъ, ежегодно отправляющихъ около 600 тысячь пудовъ, и если причислить ихъ къ будущимъ чусовскимъ грузамъ, а также тѣ грузы въ количествѣ 400 тысячь

пудовъ, которые сплавлялись съ пристаней на Сылвѣ и причисляются къ чусовскимъ и на которые желѣзная дорога не будетъ имѣть никакого вліянія, то все количество грузовъ, которое можно ожидать къ отправкѣ по Чусовой, по окончаніи желѣзной дороги, составитъ около 2¹/₂ миллионъ пудовъ. то есть третью часть того количества, которое отправляется въ настоящее время. Тѣмъ не менѣе изъ горныхъ рѣкъ Чусовая останется наиболѣе важною рѣкою, такъ какъ вѣроятно ни по одной изъ нихъ количество сплавляемыхъ грузовъ не дойдетъ до этой цифры.

Кромѣ того значенія, которое Чусовая имѣетъ для горныхъ заводовъ въ настоящее время, въ будущемъ она можетъ сдѣлаться весьма важною рѣкою въ случаѣ развитія каменноугольной промышленности. Извѣстныя въ настоящее время мѣсторожденія угля: Луньевское, Владимірское, Ивановское, Косвинское, Усьвенское, Губахинское, Коршунское и другія, расположены по близости рѣкъ Косьвы и Вильвы, впадающихъ въ Каму; послѣ улучшенія этихъ рѣкъ, а также нижней части Чусовой, уголь можетъ быть отправляемъ сплавомъ по Камѣ до устья Чусовой и отсюда вверхъ по ней до Камасина; съ другой стороны и на самой Чусовой найдено нѣсколько мѣсторожденій угля, изъ которыхъ Ванкурское, въ 190 верстахъ отъ устья, особенно замѣчательно по качеству угля, который оказался однимъ изъ лучшихъ на Уралѣ. Кромѣ этого, профессоромъ Головинскимъ открыты мѣсторожденія угля на Чусовой около деревни Родной и въ Казенной Утѣ; наконецъ Усьвенское мѣстороженіе расположено на притоцѣ Чусовой, Усьвѣ.

Сибирскій водный путь. Въ болѣе или менѣе отдаленномъ будущемъ, рѣка Чусовая можетъ дать возможность къ соединенію европейской Россіи съ Сибирью непрерывнымъ воднымъ путемъ. На техническую возможность такого соединенія указалъ въ 1814 году управлявшій Верхъ-Исетскимъ заводомъ Зотовъ, предлагавшій устроить на свой счетъ плотину для подъема воды въ Чусовой на 3 сажени и на проведеніе ка-

нала отъ Чусовой до рѣки Рѣшетки, впадающей въ Исеть, на которой стоитъ Верхъ-Исетскій заводъ и которая принадлежитъ съ Обскому бассейну; въ то время Верх - Исетскіе заводы нуждались въ водѣ и думали воспользоваться для этой цѣли водою изъ Чусовой, предоставляя при этомъ пользоваться водохранилищемъ для сплава судовъ. Произведенныя въ 1863 году въ этой мѣстности изысканія показали, что меженій горизонтъ Чусовой ниже горизонта Рѣшетки на 1.935 саж., что кратчайшее разстояніе отъ Рѣшетки до Чусовой $6\frac{1}{2}$ версты и что наибольшее углубленіе канала, соединяющаго эти рѣки, будетъ 4.38 саж. Затѣмъ, кромѣ этого мѣста было найдено еще два, у деревни Макаровой и у деревни Косаго Брода, которые тоже представляютъ возможность соединенія европейскихъ и азіатскихъ рѣкъ; послѣ оплюзованія часть воды Чусовой направится на восточный склонъ Урала и будетъ питать плюзы маловодной рѣки Рѣшетки; при этомъ въ самой Чусовой, съ уменьшеніемъ расхода воды, скорость теченія уменьшится и будетъ менѣе препятствовать взводкѣ судовъ.

Инженеръ Лохтинъ.

ВОДА ДЛЯ ПАРОВОЗОВЪ.

ПРИМѢСИ ВЪ НЕЙ, ВЛІЯНІЕ ИХЪ НА ПРОЧНОСТЬ КОТЛОВЪ, СРЕДСТВА УСТРАНЯТЬ ВРЕДНОЕ ИХЪ ВЛІЯНІЕ.

(Съ чертежами на листахъ XX—XXIII).

ГЛАВА I.

Вліяніе качества воды на состояніе и дѣйствіе паровыхъ котловъ.

1. **Качества воды.** Жесткость ея. При изученіи паровыхъ котловъ и процесса парообразованія, въ большинствѣ случаевъ, смотрятъ на воду, какъ на опредѣленное химическое соединеніе, состоящее изъ водорода и кислорода, не заключающее никакихъ растворенныхъ примѣсей и полагаютъ, что процессъ парообразованія зависитъ исключительно отъ теплоты и давленія и, кромѣ естественнаго перехода состоянія тѣла отъ жидкаго къ газообразному, не сопровождается болѣе никакими явленіями, зависящими отъ качествъ воды и отражающимися какъ на энергіи парообразованія и расходѣ топлива, такъ равно на прочности и содержаніи паровыхъ котловъ и т. д.

Химически чистая вода въ природѣ не встрѣчается; всѣ воды въ большей или меньшей степени, кромѣ химическихъ

основныхъ элементовъ, водорода и кислорода, содержатъ разные вещества, которыя хотя и не входятъ въ химическій составъ воды, однако своимъ содержаніемъ опредѣляютъ ея качества. Эти качества или достоинства воды бываютъ на столько разнообразны, что не каждою водою можно пользоваться для опредѣленныхъ цѣлей. Такъ, на примѣръ: въ зависимости отъ рода и количества примѣсей — одна вода полезна для пищи, другая вредна; иной разъ вредная вода для пищи бываетъ весьма хорошею для нѣкоторыхъ промышленныхъ цѣлей и на оборотъ.

Въ отношеніи паровыхъ котловъ, свойства воды имѣютъ весьма важное значеніе; отъ этихъ свойствъ зависитъ прочность паровыхъ котловъ и ихъ безопасность, зависитъ расходъ топлива, правильность дѣйствія котловъ, расходы на содержаніе какъ ихъ, такъ и паровыхъ машинъ.

Примѣси въ водѣ бываютъ минеральныя и органическія. Къ минеральнымъ примѣсямъ нужно отнести, главнымъ образомъ, известъ и магнезію въ видѣ углекислыхъ и сернокислыхъ солей, затѣмъ соли натрія, калия и другія, встрѣчающіяся въ большемъ или меньшемъ количествѣ; кромѣ того иногда встрѣчается въ водѣ незначительное количество азотной кислоты, вслѣдствіе окисленія органическихъ азотистыхъ веществъ, а въ большемъ количествѣ углекислый газъ и сернистый водородъ. Последніе два, и особенно углекислый газъ, почти вездѣ встрѣчаются въ природѣ. Къ органическимъ примѣсямъ нужно отнести содержаніе разнаго рода остатковъ гниющихъ растений и микроскопическихъ животныхъ, послѣднія иногда въ обильномъ количествѣ попадаютъ въ болотныхъ стоячихъ водахъ.

Примѣсями различаются воды жесткія отъ мягкихъ, а такъ какъ количество примѣсей до крайности разнообразно, то понятно, что и степень жесткости водъ не менѣе различна. Англійскіе медики и химики опредѣляютъ степень жесткости воды въ зависимости отъ количества растворенныхъ въ ней

известковыхъ и магнезіальныхъ солей. Они составили таблицу жесткости водъ по количеству заключающейся въ нихъ углекислой извести; для этого, принявъ за основаніе таблицы совершенно чистую дистиллированную воду, они считаютъ число градусовъ жесткости по количеству углекислой извести, заключающейся въ 1 литрѣ воды, принимая 0.1 грамма углекислой извести за единицу, такъ что если 1 литръ воды содержитъ 0.3 грамма извести, то вода считается имѣющею 3 градуса жесткости.

Степень жесткости воды опредѣляется весьма удобно и скоро аппаратомъ Бутрона и Буда, называемымъ Гидротиметромъ. При помощи гидротиметра опредѣлили весьма удачно жесткость многихъ водъ во Франціи и въ Англіи; у насъ жесткость нѣкоторыхъ водъ, при помощи этого аппарата, опредѣлялъ г. Гилевичъ.

Чтобы указать на сколько разнообразна степень жесткости различныхъ водъ, мы приводимъ здѣсь цѣлый рядъ жесткостей водъ главнѣйшихъ рѣкъ опредѣленныхъ гидротиметромъ, а именно:

Невы	отъ 4° до 5°	Западной Двины.	22°
Лоары	« 6° «	« Тибра въ Римѣ.	29°
Гароны	« 11° «	« Марны подъ Парижемъ	23
Темзы	12° « 16°	Виліи	48°
Роны	« 15° « 20°	Нарева	48°
Сены	« 15° « 20°	Вислы подъ Варшавою	44°

Отсюда оказывается, что Невская вода самая мягкая и что количество растворенныхъ въ ней солей въ 3 раза менѣе, чѣмъ въ Темзѣ, въ 4 раза менѣе чѣмъ въ Сенѣ, въ 6 разъ менѣе чѣмъ въ Тибрѣ, въ 9 разъ менѣе чѣмъ въ Вислѣ и въ 10 разъ менѣе, чѣмъ въ Виліи и Наревѣ.

Французскіе химики находятъ, что вода, имѣющая по гидротиметру болѣе 18° жесткости, засоряетъ водопроводныя трубы

и весьма вредна для паровыхъ котловъ; они совѣтуютъ снабжать города такою водою, которая имѣетъ жесткость гораздо ниже 18° .

Бутровъ и Буде, дѣлавшіе много наблюдений надъ свойствами различныхъ водъ, говорятъ, что вода съ 20° жесткости требуетъ для стирки бѣлья 2 килограмма мыла на 1 кубическій метръ воды. Англійскіе химики заявляютъ, что если бы въ Лондонѣ замѣнить воду Темзы съ 12° жесткости, водою изъ другихъ источниковъ, имѣющихъ жесткость 3° , то издержки на мыло и стирку бѣлья могли бы быть уменьшены на 50% , а эти издержки въ одномъ Лондонѣ превышаютъ 30 миліоновъ рублей.

Вообще степень расхода мыла (титрированный анализъ) можетъ быть хорошимъ средствомъ для опредѣленія жесткости воды, потому что расходъ мыла растетъ пропорціонально жесткости. Если, на примѣръ, при певской водѣ, очень мягкой можно выстирать данное количество бѣлья однимъ фунтомъ мыла, то для стирки того же количества бѣлья потребуется въ Лондонѣ до $3\frac{1}{2}$ фунтовъ мыла, въ Парижѣ до 4 фунтовъ, въ Римѣ 6 фунтовъ, въ Варшавѣ 9 фунтовъ, а въ Вильнѣ 10 фунтовъ мыла; если же расходуютъ меньшее количество мыла, то это потому только, что прибавляютъ къ водѣ значительную долю щелочей, весьма вредныхъ для прочности бѣлья.

2. Значеніе качествъ воды. Воды сѣвера и юга Россіи. Въ паровыхъ котлахъ вредное дѣйствіе воды, имѣющей много примѣсей, проявляется въ слѣдующемъ:

1) Въ осажденіи преимущественно известковыхъ и магниевыхъ солей на стѣнкахъ котла и дымогарныхъ трубокъ. Этотъ осадокъ ложится или сплошнымъ твердымъ слоемъ и получаетъ названіе котельнаго камня (Kesselstein), или же осаждается въ паровомъ котлѣ въ видѣ грязи. Въ томъ и другомъ случаѣ осадки причиняютъ значительный расходъ топлива, поврежде-

нія топокъ, котловъ и дымогарныхъ трубокъ, уменьшеніе парообразованія въ котлѣ, а слѣдовательно и работы паровоза.

2) Въ крайне не спокойномъ кипѣніи воды въ котлѣ, неправильномъ образованіи пара, въ выкидываніи частицъ воды съ грязью сквозь регуляторное отверстіе въ паровую трубу и оттуда въ цилиндры. Эти обстоятельства затрудняютъ управленіе паровозомъ и не позволяютъ иногда пользоваться полною его силою вслѣдствіе невозможности открывать много отверстій регулятора.

3) Въ развѣданіи металла котла и его частей, коль скоро въ водѣ имѣются свободныя кислоты или сѣрнистый водородъ.

4) Въ быстромъ поврежденіи всѣхъ набивокъ, соприкасающихся съ котловою водою; фланцевыхъ плетенокъ и замковъ, также переѣданіи всѣхъ пробокъ, крановъ и арматуры котла; вслѣдствіе этого нужно часто перемѣнять набивки, переставлять флянцы и притирать пробки.

Кому не приходилось работать при условіяхъ плохой воды, тотъ не можетъ имѣть понятія о тѣхъ ужасающихъ дѣйствіяхъ дурной воды, какія оказываются на дѣлѣ. Многія явленія даже кажутся невѣроятными. Конечно, если бы плохая вода была рѣдкость, если бы она встрѣчалась какъ необыкновенное исключеніе, то была бы возможность или избѣгать ея употребленія, или же при пользованіи ею совместно съ другими станціями, имѣющими хорошую воду, она не принесла бы существеннаго вреда; почему и весь вопросъ о водѣ не имѣлъ бы той важности, какую ему слѣдуетъ придавать въ дѣйствительности.

Безспорно, что не всѣ мѣстности страдаютъ одинаково отъ плохой воды; есть мѣста, гдѣ вредное вліяніе воды почти не замѣчается, но за то встрѣчаются и такіе, гдѣ приходится даже отказаться отъ пользованія водою не въ какомънибудь одномъ пунктѣ, но иногда на цѣломъ участкѣ протяженіемъ въ нѣсколько десятковъ верстъ, если только не принять никакихъ мѣръ для парализованія ея вреднаго дѣйствія. У

пастъ въ Россіи, можно сказать безъ большой ошибки, что чѣмъ сѣвернѣе мѣстность и чѣмъ она лѣсистѣе, тѣмъ вода оказывается мягче; напротивъ того, чѣмъ мѣстность южнѣе и переходитъ въ степи, тѣмъ вода хуже. Вотъ почему всѣ желѣзныя дороги средней и сѣверной полосы Россіи страдаютъ отъ плохой воды сравнительно менѣе, чѣмъ южныя. Если въ сѣверной и средней полосѣ Россіи попадаетъ и весьма жесткая вода, то она встрѣчается болѣею частью гнѣздами; между тѣмъ, какъ на югѣ, на протяженіи цѣлыхъ сотенъ верстъ можно не встрѣтить воды удовлетворительныхъ достоинствъ. Причина этого заключается, частью, въ разницѣ геологической формации этихъ мѣстностей, частью въ недостатокъ на югѣ лѣсовъ и солонцеватости почвы и, наконецъ, вслѣдствіе нѣкоторыхъ особенностей въ атмосферныхъ явленіяхъ. Въ южныхъ мѣстностяхъ, и особенно юго-восточныхъ, накопленіе воды отъ дождей и таянья снѣга случается болѣею частью періодически—въ опредѣленное время года. Тогда степныя дороги дѣлаются почти невозможными для проѣзда; вода несется по балкамъ и буеракамъ, вырывая глубокіе овраги, пока наконецъ не достигнетъ большой рѣки или моря. Въ эти-то періоды во многихъ мѣстахъ сносятся мосты, насыпи дорогъ и затопляются поля, деревни и даже города, какъ напримѣръ, въ 1877 году Кременчугъ. Вслѣдствіе несуществованія лѣсовъ, какъ таянье снѣга, такъ и высыханіе почвы, при дѣйствіи южныхъ лучей солнца, идетъ весьма быстро и на поверхности земли не остается никакихъ хранилищъ для воды, какъ это бываетъ въ мѣстностяхъ обильныхъ лѣсами, прикрывающими почву отъ непосредственнаго солнечнаго дѣйствія.

Вслѣдствіе болѣе частыхъ дождей и прикрытія лѣсомъ многихъ углубленій, сохраняющихъ на поверхности земли обильныя бассейны дождевыхъ и снѣговыхъ водъ, въ сѣверной и средней полосѣ Россіи имѣется вода сравнительно маложесткая, такъ какъ она послѣ дождей и снѣга остается на поверхности земли, а слѣдовательно не растворяетъ столько солей, сколько

должна растворять вода, протекающая глубоко въ землѣ по напластованіямъ, богатымъ растворимыми солями.

Хотя и на сѣверѣ ключевая вода принадлежитъ также къ весьма обыкновеннымъ, но въ большинствѣ случаевъ водопродвижающіе пласты лежатъ тамъ не слишкомъ глубоко, вода испытываетъ меньшее давленіе, а слѣдовательно и менѣе растворяетъ солей; наконецъ, все геологическое строеніе юга Россіи, съ громадными залежами известняковъ и во многихъ мѣстахъ солонцеватостью почвы, заставляетъ воду растворять много солей, такъ что даже южныя проточныя воды ручьевъ и рѣкъ содержатъ гораздо болѣе солей, чѣмъ рѣки и ручьи сѣверной и средней полосы Россіи. Какая бы однако вода ни была, но, какъ уже сказано, въ каждой водѣ существуютъ различныя примѣси въ большей или меньшей пропорціи, которыя въ свою очередь въ большей или меньшей степени оказываютъ неблагоприятное вліяніе на эксплуатацію паровыхъ котловъ и машинъ, какъ въ отношеніи прочности и удовлетворительнаго ихъ дѣйствія, такъ равно и съ экономической стороны.

Вслѣдствіе этого я полагаю, что знакомство съ условіями дѣйствія примѣсей воды не бесполезно даже и въ тѣхъ случаяхъ, когда имѣется вода сравнительно чистая и когда вредное дѣйствіе ея примѣсей, по видимому, едва замѣтно въ отношеніи исправности службы котловъ; но которое, при внимательномъ изслѣдованіи, въ большинствѣ случаевъ, оставляетъ довольно важныя и неблагоприятныя слѣды, отъ коихъ избавиться весьма желательно.

3. Примѣси въ водѣ, ихъ растворимость. Во всѣхъ почти водахъ, въ большемъ или меньшемъ количествѣ, содержатся слѣдующія главнѣйшія соли, а именно:

- 1) Углекислая известь.
- 2) Углекислая магнезія.
- 3) Сѣрникоислая известь.
- 4) Сѣрникоислый натръ.

- 5) Сѣрниокислая магнезія.
- 6) Хлористый магній.
- 7) Хлористый натръ.
- 8) Азотнокислосое кали.
- 9) Кремнещелочныя соли калия и натрія.

Извѣстно, что каждая соль въ данной единицѣ объема или вѣса воды можетъ быть растворена только до извѣстнаго предѣла, называемаго насыщеніемъ, за коимъ дальнѣйшее раствореніе этой соли прекращается и она остается на днѣ сосуда въ нерастворенномъ видѣ.

Предѣлъ насыщенія воды разными солями весьма различенъ и показанъ въ таблицѣ I.

Въ ней буквою γ обозначается количество частей соли, насыщающихъ 100000 частей воды, буквою β число обратное γ или предѣльное количество воды, нужное для растворенія 1 части соли, такъ что всегда

$$\beta\gamma = 100000.$$

Далѣе, при употребленіи этихъ буквъ при нихъ будетъ ставиться всегда N той соли, которая подъ этимъ N значится въ таблицѣ. Буквою k съ номеромъ будетъ означаться количество частей той соли, которое заключается въ данной водѣ; такъ если сказано, что для нѣкоторой воды $k_7 = 435$, это значитъ, что въ 100000 частяхъ ея находятся 435 частей хлористаго натрія, для котораго $\beta_7 = 36000$, т. е. для насыщенія 100000 частей воды нужно 36000 частей хлористаго натрія; $\gamma_3 = 2.78$ для растворенія одной части хлористаго натрія нужно 2.78 части воды.

Въ послѣдней графѣ таблицы показанъ вѣсъ частицы соли, при чемъ вѣсъ углекислой извести принять равнымъ 100.

Таблица I.

Растворимость и относительный вѣсъ солей, встречающихся въ водѣ.						
№ Солей по порядку.	Наименованіе солей, содержащихся въ водѣ.	Химическія формулы состава солей.	Величины γ . Количество солей, растворимыхъ въ 100000 частяхъ воды.		Величины β . Количество воды, требующееся для растворенія 1 части соли.	
			При 15° Цельсія.	При температурѣ кипя.	При 15° Цельсія.	При температурѣ кипя.
1	Углекислая известь . .	Ca C O ³	Почти не растворима.	Почти не растворима.	100	
2	Углекислая магнезія . .	Mg C O ³	Почти не растворима.	Почти не растворима.	84	
3	Сѣрниокислая известь . .	Ca S O ⁴	250	200	400	500
4	Сѣрниокислый натръ . .	Na ² S O ⁴	16320	42650	6.01	2.34
5	Сѣрниокислая магнезія .	Mg S O ⁴	125000	—	0.80	—
6	Хлористый магній . . .	Mg Cl	35000	—	2.86	—
7	Хлористый натрій . . .	Na Cl	36000	40400	2.78	2.47
8	Азотнокислосое кали . .	K ² N O ⁶	32000	335000	3.13	0.30
9	Кремнекислосое кали . .	K ² Si O ²	25000	—	4.00	—
10	Бѣдая известь	Ca O	130	—	770	—
11	Углекислота	C O ²	—	—	—	—
						44

Понятно, что всѣ эти соли могутъ и не заключаться въ каждой водѣ или заключаться въ различныхъ пропорціяхъ и, конечно, самыя вредныя изъ нихъ оказываются тѣ, которыя всего менѣе растворимы въ водѣ; потому что при малѣйшемъ уменьшеніи количества воды отъ испаренія, растворимость этихъ солей доходитъ до предѣла насыщенія, въ слѣдствіе чего онѣ осаждаются на стѣнкахъ котла, топки и дымогарныхъ трубокъ. Особенно вредны въ этомъ отношеніи углекислыя соли извести и магнезіи, ибо онѣ, какъ показано въ предидущей таблицѣ, почти нерастворимы. Но коль скоро находится въ водѣ свободная углекислота, то эти нерастворимыя соединенія превращаются въ дву-углекислыя, весьма растворимыя соли, которыя, впрочемъ, легко разлага-

ются при малѣйшемъ подогрѣваніи, выдѣляя одну часть углекислоты; въ слѣдствіе этого, до того въ изобиліи растворенныя соли быстро осаждаются на стѣнкахъ паровыхъ котловъ въ видѣ одноуглекислыхъ солей—соединеній весьма прочныхъ и, какъ уже сказано, почти нерастворимыхъ и образующихъ накипь въ паровомъ котлѣ.

4. Количество твердаго осадка въ котлѣ. Зная составъ воды, т. е. содержаніе въ ней разныхъ солей, легко опредѣлить продолжительность работы пароваго котла и количество воды, какое можно выпарить въ котлѣ данныхъ размѣровъ до того момента, когда, въ слѣдствіе этого испаренія, содержаніе солей начнетъ доходить до предѣла ихъ насыщенія, то есть до осажденія ихъ изъ воды на стѣнки котла. Понятно, что послѣдующія исчисленія не могутъ относиться къ солямъ, растворяемымъ въ водѣ только въ присутствіи углекислоты, какъ напр. углекислая известь и углекислая магнезія; ибо двууглекислая известь и магнезія весьма непрочныя соединенія, а при кипяченіи часть углекислоты въ видѣ пузырьковъ выдѣляется изъ воды, превращая соли въ почти нерастворимыя соединенія одноуглекислой извести и одноуглекислой магнезии. Сии послѣднія, а не двууглекислыя соли, и должны быть разсматриваемы въ отношеніи образованія осадковъ, согласно выше приведенной таблицѣ растворимости солей въ водѣ.

Обозначу буквами:

Q —вѣсъ воды въ котлѣ до нормальнаго уровня.

q —вѣсъ воды, который можетъ испариться въ промежутокъ времени между двумя накачиваніями ея въ котелъ, т. е. вѣсъ отвѣчающій разности объемовъ воды при нормальномъ уровнѣ и при самомъ низкомъ.

Когда вѣсъ воды q обратится въ паръ, т. е. когда придетъ моментъ пополненія накачиваніемъ убывшей воды свѣжею водою, тогда въ котлѣ останется вѣсъ воды $Q - q$, а вѣсъ солей тотъ же что и прежде Qk ; слѣдовательно растворъ получится

гуще. Но если только вѣсъ солей Qk менѣе $(Q - q)\gamma$, то осадка произойти еще не можетъ. Вводя за тѣмъ въ котелъ свѣжее количество воды q и продолжая обращеніе ея въ паръ, мы получаемъ вѣсъ солей въ котлѣ: $Qk + qk = k(Q + q)$. Накачивая въ котелъ и испаряя еще разъ количество воды q , получимъ вѣсъ солей въ котлѣ $Qk + 2q = k(Q + 2q)$; при четвертомъ испареніи вѣса воды q , вѣсъ солей въ котлѣ будетъ $k(Q + 3q)$ и т. д. Наконецъ послѣ n испареній вѣса воды q , получается вѣсъ солей въ котлѣ $k[Q + (n - 1)q]$. Слѣдовательно, если растворимость солей еще не дошла до предѣла насыщенія, то должно быть $k[Q + (n - 1)q] < (Q - q)\gamma$ (*) а при насыщеніи:

$$k[Q + (n - 1)q] = (Q - q)\gamma \dots \dots (1)$$

вѣсъ всей испаренной воды V до момента насыщенія есть:

$$V = nq = (Q - q)\left(\frac{\gamma}{k} - 1\right) \dots \dots (2)$$

Опредѣливъ вѣсъ воды, какой можно испарить безъ образованія осадковъ въ паровомъ котлѣ и зная работу котла, можно найти продолжительность T дѣйствія котла, а для паровознаго котла и количество верстъ пробѣга паровоза до образованія осадковъ въ котлѣ. Если обозначить буквою D_0 количество воды, испаряемой въ часъ, то число часовъ будетъ

$$T = \frac{V}{D_0} = \frac{Q - q}{D_0} \left(\frac{\gamma}{k} - 1\right) \dots \dots (3)$$

а слѣдовательно приращеніе въ теченіи часа количества солей въ котлѣ есть:

$$K_0 = D_0 k \dots \dots (4)$$

Если же обозначить для паровозныхъ котловъ буквою D расходъ испаряемой воды на версту пробѣга паровоза, а буквою

*) Статьи барона Штейнгеля. Инженерныя Записки, томъ IV, стр. 85.

М число верстъ пробѣга до образованія осадковъ въ котлѣ, то получимъ:

$$M = \frac{B}{D} = \frac{Q-q}{D} \left(\frac{\gamma}{k} - 1 \right) \dots \dots (5)$$

Принимая приблизительно для паровозныхъ котловъ величину $q=0.1Q$, мы получаемъ:

$$M = \frac{0.90 Q}{D} \left(\frac{\gamma}{k} - 1 \right) \dots \dots (6)$$

Обыкновенно $Q = 4200$ килогр., D при курьерскихъ поѣздахъ бываетъ 63, при пассажирскихъ 90, а при товарныхъ 138 килогр., такъ что для опредѣленія числа верстъ пробѣга будутъ служить уравненія

$$\left. \begin{array}{l} \text{при курьерскомъ поѣздѣ } M=60 \left(\frac{\gamma}{k} - 1 \right) \\ \text{при пассажирскомъ поѣздѣ } M=42 \left(\frac{\gamma}{k} - 1 \right) \\ \text{при товарномъ поѣздѣ } M=27.4 \left(\frac{\gamma}{k} - 1 \right) \end{array} \right\} (7)$$

Количество же солей K , какое послѣ каждаго 100 верстъ пробѣга прибавляется въ котлѣ, будетъ:

$$K=100.D.k \dots \dots (8)$$

Если растворъ солей въ котлѣ доведенъ до предѣла насыщенія, то величины K_0 и K въ уравненіяхъ (4) и (8) будутъ показывать количество образующагося въ котлѣ осадка: первая по истеченіи одного часа времени, вторая послѣ 100 верстъ пробѣга.

5. Количество примѣсей въ разныхъ водахъ. Чтобы уяснить на сколько качества воды различны на каждой дорогѣ, привожу ниже три таблицы химическаго анализа водъ Николаевской и Ростово-Владикавказской желѣзныхъ дорогъ.

Такое сравненіе не бесполезно уже потому, что указываетъ на невозможность примѣненія одинаковыхъ нормъ къ

дорогамъ, поставленнымъ въ различныя условія, что при существованіи воды дурнаго качества являются такого рода поврежденія, износъ и денежные расходы, какихъ не знаютъ дороги, имѣющія хорошую воду, и что многихъ изъ этихъ повреждений, износа и расходовъ устранить вполнѣ нѣтъ никакой возможности, если только вода остается тѣхъ же самыхъ качествъ.

Я помѣщаю здѣсь таблицу химическаго анализа воды только 12 станцій Николаевской желѣзной дороги, потому что на другихъ станціяхъ такого анализа произведено не было. Приложенныя здѣсь таблицы анализа водъ Ростово-Владикавказской желѣзной дороги составлены для 24 станцій, взятыхъ подъ рядъ, на протяженіи 400 верстъ отъ Ростова, т. е. между станціями Ростовомъ и Курсавкою, гдѣ вода, за исключеніемъ трехъ послѣднихъ станцій, на всемъ протяженіи необыкновенно плоха. Далѣе, отъ Курсавки къ Владикавказу анализъ воды не дѣлалось потому, что на послѣднемъ участкѣ для питанія паровозовъ большею частью вода берется изъ горныхъ источниковъ, страдающихъ болѣе механическими, нерастворимыми въ водѣ, примѣсями ила, песка и глины, отъ коихъ не получается накипи въ паровыхъ котлахъ, а только грязь.

Таблица II.

Анализъ водъ, снабжающихъ станціи Ро

№ по порядку.	НАЗВАНІЕ СТАНЦІИ.	Откуда по- лучается вода для снабжения станцій.	Въ 1000 частяхъ по вѣсу воды содер- жится примѣсей.	Вещества, со-								
				Углекислый известь.	Сернистый известь.	Сернистый магнезій.	Сернистый натрій.	Хлористый натрій.	Кремнистый кисл. и натрій.	Соли кали.	Соли амміака.	
1	Зарѣчная и Ростовъ	р. Донъ	0.142	+	+	+	+	+	—	—	+	
2	Батайскъ	Колодезь	1.710	0.23	0.17	0.36	0.46	0.25	0.15	+	△	
3	Рѣка Батайка	Рѣка въ раз- ливъ р. Дона.	0.582	+	+	+	+	+	—	△	—	
4	Самарская	Колодезь	2.680	0.32	0.41	0.58	0.80	0.35	0.15	+	—	
5	Степная	Колодезь	1.734	0.37	0.15	0.42	+	+	+	+	—	
6	Куцевка	Колодезь	2.722	0.21	0.79	0.35	+	+	+	+	—	
7	Кисляковка	Колодезь	0.240	+	+	+	+	+	—	—	—	
8	Екатериновка	Колодезь	0.789	+	+	+	+	+	—	—	—	
9	Павловская	Колодезь	2.987	+	+	+	+	+	+	—	—	
10	Павловская	Новый кол.	0.372									
11	Леушевская	р. Тихонькая	2.560	0.29	0.20	0.68	0.93	0.14	0.13	+	—	
12	Тихорѣцкая	Колодезь	1.200	0.22	0.06	0.19	+	+	+	—	—	
13	Архангельская	р. Челбасъ	2.270	0.24	0.22	0.38	0.71	0.32	0.09	+	+	
14	Мирская	Колодезь	2.082	+	+	+	+	+	+	+	—	
15	Кавказская	р. Кубань	0.425	+	+	+	+	+	—	+	—	
16	Гулькевичи	Колодезь	0.744	+	+	+	+	+	+	△	+	
17	Отрада Кубанская	Колодезь	0.496	+	+	+	+	+	+	△	—	
18	Кубанская	Колодезь	0.560	+	+	+	+	+	+	△	—	
19	Армаваръ	р. Кубань	3.120	0.38	0.48	0.90	0.21	0.72	0.15	+	—	
20	Армаваръ	Нов. кол.	1.812									
21	Коноковская	Колодезь	5.124	+	+	+	+	+	+	+	—	
22	Коноковская	Новый кол.	2.764									
23	Николаевская	Колодезь	1.861	+	+	+	+	+	—	+	—	
24	Оагинская	Колодезь	2.633	0.547	0.141	0.425	+	+	+	—	—	
25	Барсуки	Запруда	0.122	—	+	+	+	+	—	—	—	
26	Курсанки	Запруда	0.124	+	+	+	+	+	—	—	—	
27	Невинномысскій	р. Кубань	0.092	+	+	△	+	+	△	—	—	

стово-Владикавказской желѣзной дороги.

державіи въ водѣ.												Прозрачность.	ПРИМѢЧАНІЯ.
Соли же- лѣза.	Соли мар- ганца.	Галіоземъ.	Фосфорно- кислая соли.	Азотно - кис- лая соли, азо- тистая соеди- ненія.	Сѣрнистый водородъ.	Углекислота.	Болотный газъ.	Органическія вещества.	Запахъ.	Вкусъ.			
—	—	—	—	△	—	+	—	+	—	—	□	Станція Барсуки и Кур- савка находится на пути отъ Невинномысской къ Владикавказу; она инте- ресна въ томъ отношеніи, что вода, собранная тамъ при помощи запрудъ, имѣ- етъ уже довольно значи- тельное количество при- мѣсей, которая она приня- ла съ поверхности земли; нужно думать, что съ каж- дымъ годомъ количество солей въ этихъ запрудахъ должно увеличиваться. Рѣчка Батайка на пути между Ростовомъ и Ба- тайскомъ находится въ предѣлахъ разлива рѣки Донъ. Условные знаки. + содержать. — не содержать. △ содержать слѣды. ○ прозрачность. □ непрозрачность.	
△	—	△	—	—	—	0.22	—	0.02	—	—	○		
△	—	—	—	+	—	0.37	—	0.02	—	+	□		
—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	○		
△	—	△	△	—	—	+	+	+	+	—	□		
△	—	△	—	+	—	+	—	+	+	—	○		
△	—	—	—	—	—	+	△	+	—	—	○		
—	—	—	—	△	—	0.34	—	0.07	+	+	□		
—	—	+	—	+	—	0.42	+	0.15	+	+	○		
—	—	—	△	+	—	+	—	+	—	+	○		
△	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	○		
—	—	—	—	+	+	+	—	+	+	—	○		
—	—	—	—	+	—	+	—	+	+	—	○		
—	—	—	—	+	—	+	—	+	—	—	○		
—	—	—	—	+	—	+	—	+	—	—	○		
—	+	+	—	0.14	—	0.50	—	0.09	—	+	□		
—	△	—	—	+	—	+	—	+	—	+	○		
—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	○		
—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	○		
—	—	—	—	—	—	+	—	+	—	—	○		
—	—	—	—	△	—	—	—	—	—	—	○		

Анализъ водъ Ростово-Владикавказской желѣзной дороги, помѣщенный въ таблицѣ II, былъ произведенъ въ 1874 году частью профессоромъ Мендѣлеевымъ, а частью магистромъ фармаціи Стацевичемъ.

Въ таблицахъ III и IV показанъ анализъ, произведенный въ 1875 году докторомъ химіи г. Вроблевскимъ для водъ 19 станцій Ростово-Владикавказской желѣзной дороги и 12 станцій Николаевской, по содержанію въ нихъ сѣрной кислоты, углекислоты, извести и магнезіи.

Таблица III.

Анализъ водъ Ростово-Владикавказской желѣзной дороги.						
№ по порядку.	Названіе станцій.	Мѣсто добыванія воды.	Содержаніе въ процентахъ.			
			Сѣрной кислоты безводной SO ³ .	Углекислоты CO ² .	Извести безводной CaO.	Магнезіи безводной MgO.
1	Батайская	Колодезь	0.07450	0.03265	0.0230	0.00756
2	Самарская	Колодезь	0.09442	0.03576	0.0284	0.01873
3	Степная	Колодезь	0.10884	0.04065	0.0290	0.0267
4	Куцевка	Колодезь	0.14214	0.04374	0.0480	0.02162
5	Кисляковка	Колодезь	0.02712	0.03087	0.0150	0.00864
6	Екатериновка	Колодезь	0.06489	0.03062	0.0320	0.01154
7	Павловская	Колодезь	0.11261	0.04014	0.0370	0.02882
8	Леушевская	р. Тихонькая	0.10987	0.03800	0.0235	0.02190
9	Тихонькая	Колодезь	0.06145	0.04837	0.0146	0.01045
10	Архангельская	р. Челбасъ	0.10266	0.03577	0.0230	0.02180
11	Морская	Колодезь	0.16309	0.04168	0.0410	0.03675
12	Кавказская	р. Кубань	0.04730	0.04711	0.0175	0.00936
13	Гулькевичи	Колодезь	0.08489	0.04194	0.0335	0.02162
14	Отрада Кубанская	Колодезь	0.07416	0.03345	0.0340	0.02450
15	Кубанская	Колодезь	0.04302	0.04062	0.0199	0.00414
16	Армавиръ	р. Кубань	0.11158	0.04502	0.0500	0.03136
17	Копоновская	Колодезь	0.34609	0.10102	0.0710	0.06797
18	Копоновская	Нов. Колод.	0.34025	0.09803	0.0700	0.06306
19	Николаевская	Колодезь	0.18300	0.05686	0.0515	0.02796
20	Ольгинская	Колодезь	0.15553	0.04651	0.0400	0.02591

Анализъ водъ Николаевской желѣзной дороги.					
№ по порядку.	Названіе станцій.	Содержаніе въ процентахъ.			
		Сѣрной кислоты безводной SO ³ .	Углеродной кислоты CO ² .	Извести безводной CaO.	Магнезіи безводной MgO.
1	Спировская	0,000380	0,00152	0,001680	0,000180
2	Калашниковская	0,000276	0,00098	0,003388	0,001534
3	Осташковская	0,000318	0,00472	0,004866	0,000966
4	Кулицкая	0,000456	0,00612	0,007648	0,001790
5	Тверская	0,000277	0,00536	0,002885	0,001369
6	Кузминская	0,000278	0,00278	0,003625	0,001416
7	Завидовская	0,002074	0,00096	0,004768	0,000239
8	Рышетниковская	0,000326	0,00470	0,002160	0,003705
9	Клинская	0,000597	0,00644	0,002566	0,004566
10	Подсолнечная	0,002440	0,00702	0,008000	0,001981
11	Крюковская	0,000180	0,00126	0,002488	0,000708
12	Москва	0,00365	0,01228	0,009225	0,003883

Изъ сравненія химическихъ анализовъ водъ Николаевской и Ростово-Владикавказской дорогъ оказывается, что воды послѣдней весьма богаты минеральными веществами и что онѣ по содержанію сѣрной кислоты въ 1000 разъ, а по содержанію извести и магнезіи отъ 10 до 100 разъ хуже водъ Николаевской дороги. Но при всей недоброкачественности водъ Ростово-Владикавказской желѣзной дороги нужно замѣтить, что онѣ однако не принадлежатъ къ самымъ обильнымъ солями. Есть воды значительно превышающія ихъ содержаніемъ, не столько известковыхъ и магнезіальныхъ, сколько калиевыхъ, натріевыхъ и другихъ солей и доходятъ въ этомъ отношеніи до громаднѣйшихъ цифръ, какъ это видно изъ прилагаемаго перечня важнѣйшихъ водъ, указывающаго на количество въ грамахъ твердаго остатка при испареніи 1 литра (1000 граммовъ) воды.

№ № По порядку	НАЗВАНІЕ ВОДЪ.	Количество твёрдаго остатка.
1	Атлантический океанъ	38.727
2	Средиземное море	125.800
3	Каспійское море	63.000
4	Черное море	177.000
5	Балтійское море	4.920—20.430
6	Рижскій заливъ	57.870—71.270
7	Нева	0.055
8	Днѣпръ	0.187
9	Темза	0.387—0.450
10	Дунай	0.117—0.234
11	Ниль	1.580
12	Иорданъ	1.052
13	Сена	0.247—0.394
14	Рейнъ	0.158—0.317
15	Женевское озеро	152.000
16	Цюрихское озеро	143.000
17	Тайнга-Куль озеро	1.380
18	Лосево озеро, болотное	3.385
19	Берлинскіе колодцы	0.425—2.757
20	Мюнхенскіе колодцы	0.565—3.260
21	Дождевая вода въ Парижѣ	0.022
22	Дождевая вода вне города	0.007

Въ этой таблицѣ, какъ видно, большія цифры содержанія солей относятся только къ морямъ и нѣкоторымъ озерамъ; остальные же воды озеръ, рѣкъ и колодцевъ содержатъ солей меньше или не превышаютъ содержимости водъ Ростово-Владикавказской дороги; такъ что эта дорога должна быть признана одною изъ самыхъ невыгодныхъ въ отношеніи качества воды.

Дѣйствительно, вредное дѣйствіе этихъ водъ поражаетъ и я далѣе укажу на характерные результаты этого дѣйствія, ужасно обременяющіе во всѣхъ отношеніяхъ дорогу.

Знакомство съ условіями дѣйствія воды и съ ниже приведенными фактическими результатами этого дѣйствія на Ростово-Владикавказской желѣзной дорогѣ можетъ указать на многія обстоятельства, крайне важныя по отношенію той роли, какую играетъ вода въ паровыхъ котлахъ и особенно паровозныхъ.

Осажденіе солей на стѣнкахъ котла въ видѣ твёрдаго налета накипи особенно вредно; вредъ этотъ тѣмъ сильнѣе, чѣмъ система котла сложнѣе и доступъ во внутрь его болѣе труденъ. Къ такимъ котламъ безспорно относятся трубчатые паровозные котлы.

6. Толщина слоя накипи въ котлѣ и продолжительность его службы до образованія накипи. Коль скоро при послѣдовательномъ испареніи воды изъ котла, растворъ солей въ водѣ дошелъ до предѣла насыщенія, то начинается тотчасъ ихъ осажденіе на стѣнкахъ котла топки и дымогарныхъ трубокъ.

Если котель не прекращаетъ работы, а слѣдовательно количество воды, обрабатываемой въ паръ, увеличивается, то по мѣрѣ этого должно возрасть и количество солей, осаждающихся въ котлѣ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и толщина слоя накипи, лежащей на стѣнкахъ. При одинаковыхъ размѣрахъ котла, одинаковомъ количествѣ испаряемой воды и одинаковомъ коэффициентѣ растворимости солей γ , въ томъ котлѣ накипь будетъ толще, который питается водою, имѣющею въ своемъ растворѣ больше солей, т. е. гдѣ величина k больше.

Зная количество и родъ солей, находящихся въ данной водѣ и предполагая для простоты выводовъ, что паровозъ пользуется исключительно этою водою, на основаніи выше изложеннаго, легко можно опредѣлить для каждой воды какъ продолжительность работы паровоза до начала осажденія солей, такъ равно и по данной работѣ или по данной продолжительности работы, опредѣлить толщину слоя накипи, который образуется въ котлѣ.

Я приму средній вѣсъ D воды, потребной на одну поѣзду версту:

для курьерскихъ поѣздовъ, при средней скорости
60 верстъ въ часъ 63 килогр.

для пассажирскихъ поѣздовъ при средней скорости 35 верстъ въ часъ 90 »

для товарныхъ, при средней скорости 22 версты въ часъ, 138 »

Возмемъ для примѣра воду, во 100000 частей которой содержится 30 частей трудно растворимыхъ солей, на примѣръ сѣрно-известковой соли, коей растворимость въ горячей водѣ есть 200 на 100000. При этомъ количествѣ соли въ водѣ, она еще считается годною для питанія паровозныхъ котловъ. На основаніи уравненія (6) въ § 4, число верстъ пробѣга паровоза, въ которомъ $k=30$, а $\gamma=200$ (по таблицѣ I) M до образованія осадковъ будетъ:

$$M = \frac{0.90 Q}{D} \left(\frac{200}{30} - 1 \right) = \frac{5.1 Q}{D}$$

Принимая объемъ воды въ котлѣ равнымъ 4.2 куб. метра, а слѣдовательно вѣсъ ея Q въ 4200 килограммовъ, и вставляя это число въ предыдущее уравненіе, получимъ:

при $D = 63$ кил. $M = 340$ верстъ.

$D = 90$ » $M = 268$ »

$D = 138$ » $M = 155$ »

Если разстояніе между двумя депо, гдѣ происходитъ оборотъ паровозовъ, есть 100 верстъ, при курьерскихъ поѣздахъ осажденіе солей начинается ранѣе, чѣмъ паровозъ успѣетъ сдѣлать два оборота; для пассажирскихъ поѣздовъ получается осажденіе вскорѣ послѣ одного оборота паровоза; а для товарныхъ поѣздовъ осадокъ образуется раньше, чѣмъ паровозъ успѣетъ сдѣлать одинъ оборотъ.

Если затѣмъ продолжать ѣзду, не выпуская воды изъ котла, то послѣ каждаго 100 верстъ пробѣга будетъ образоваться осадковъ:

$K = 100. D \times 0.0003 = 0.03 D$ килограм.; слѣдовательно

при $D = 63$ кил. $K = 1.89$ килограм.

$D = 90$ » » = 2.70 »

$D = 138$ » » = 4.14 »

Этотъ осадокъ ляжетъ въ видѣ накипи на стѣнкахъ котла, прилегающихъ къ водѣ, на стѣнкахъ топки и дымогарныхъ трубокъ. Наибольшее осажденіе бываетъ, обыкновенно, на тѣхъ поверхностяхъ, кои соприкасаются съ огнемъ, т. е. на поверхностяхъ нагрѣва; по этому я не сдѣлаю большой ошибки, если приму, что 60% всего осадка будетъ оставаться въ котлѣ частью въ видѣ грязи, а частью въ видѣ налета на стѣнкахъ котла, не прикасающихся къ огню; а остальные 40% покроютъ въ видѣ твердой накипи поверхность нагрѣва, т. е. стѣнки топки и дымогарныхъ трубокъ.

Полагая, что въ разсматриваемомъ случаѣ паровозъ имѣетъ общую поверхность нагрѣва въ 100 кв. метровъ и принимая вѣсъ 1 куб. метра накипи 1680 килограмовъ, оказывается, что послѣ 100 верстъ пробѣга толщина δ образовавшагося слоя накипи будетъ:

При курьерскихъ поѣздахъ $\delta_1 = \frac{0.40 \times 1.89}{1680 \times 100} \text{ м.} = 0.0045$ миллиметра.

» пассажирскихъ » $\delta_2 = \frac{0.40 \times 2.70}{1680 \times 100} \text{ м.} = 0.0064$ миллиметра.

» товарныхъ » $\delta_3 = \frac{0.40 \times 4.14}{1680 \times 100} \text{ м.} = 0.01$ миллиметра

Если предположимъ, что паровозъ дѣлаетъ въ теченіи мѣсяца пробѣгъ съ курьерскими поѣздами въ . . . 4000 верстъ

» пассажирскими » . . . 3000 »

» товарными » . . . 2000 »

и что въ теченіи мѣсяца 2 раза, т. е. послѣ пробѣга 2000, 1500 и 1000 верстъ, выпускается вся вода изъ котла, то въ этотъ промежутокъ времени образуется слой накипи, коего толщина δ будетъ слѣдующая:

При курьерскихъ поѣздахъ $\delta_1 = \frac{2000-340}{100} \times 0.0045 = 0.0747$ мм.

» пассажирскихъ » $\delta_2 = \frac{1500-268}{100} \times 0.0064 = 0.0788$ мм.

» товарныхъ » $\delta_3 = \frac{1000-155}{100} \times 0.0100 = 0.0845$ мм.

Слѣдовательно, по истеченіи года будетъ:

$$\delta_1 = 2 \times 12 \times 0.0747 = 1.8 \text{ мм.}$$

$$\delta_2 = 2 \times 12 \times 0.0788 = 1.9 \text{ мм.}$$

$$\delta_3 = 2 \times 12 \times 0.0845 = 2 \text{ мм.};$$

а такъ какъ разстояніе между окружностями дымогарныхъ трубокъ составляетъ среднимъ числомъ 18 миллиметровъ или $\frac{3}{4}$ дюйма, то промежутки между дымогарными трубками наполнятся сплошь накипью, когда толщина ея будетъ 9 миллиметровъ, что соотвѣтствуетъ приблизительно службѣ паровоза въ теченіи $4\frac{1}{2}$ лѣтъ. Но паровозъ дѣлается неспособнымъ къ службѣ гораздо раньше, чѣмъ накипь достигла столь громадной толщины и потому никогда не слѣдуетъ допускать толщины слоя накипи свыше 3 миллиметровъ или $\frac{1}{8}$ дюйма. При взятой для примѣра водѣ накипь достигнетъ толщины 0.003 м. по истеченіи 19 мѣсяцевъ службы паровоза и тогда должна послѣдовать полная очистка внутренности его отъ накипи съ вынутіемъ всѣхъ дымогарныхъ трубокъ.

Въ приведенномъ примѣрѣ, для простоты, я предполагалъ присутствіе только одного рода соли, между тѣмъ какъ въ водѣ обыкновенно содержится нѣсколько различныхъ солей; и какъ это видно изъ таблицы химическаго анализа водъ Ростово-Владикавказской желѣзной дороги, содержаніе солей значительно превышаетъ принятое въ примѣрѣ количество. По этому возьму еще для изслѣдованія образованія накипи воду станціи Армавиръ Владикавказской желѣзной дороги, коей химическій анализъ помѣщенъ въ таблицахъ II и III п. 5. Въ 100000 частей ея по вѣсу находится слѣдующее содержаніе солей:

Углекислой извести . . . $k_1 = 38$

Сѣрноокислой извести . . . $k_2 = 48$

Сѣрноокислаго натра . . . $k_3 = 21$

Сѣрноокислой магнезій . . . $k_4 = 90$

Хлористаго натрія . . . $k_5 = 72$

Селитры (азотноокислаго кали) $k_6 = 14$

Кремнекислаго кали . . . $k_7 = 15$

Всего $k = 298$

Здѣсь показано 38 частей только одно-углекислой соли извести, потому что при нагреваніи двууглекислая соль выдѣляетъ одну часть углекислоты, которая тотчасъ улетучивается; а всѣ 38 частей одноуглекислой соли цѣликомъ осаждаются изъ воды на стѣнки котла и, слѣдовательно, образуютъ немедленную накипь. По этому, я опредѣлю пробѣгъ до осажденія остальныхъ солей, не обращая вниманія на первую, ибо какъ уже сказано, накипь отъ нея образуется тотчасъ, вслѣдствіе почти совершенной нерастворимости одноуглекислой извести.

Если принять обозначеніе по § 3 таблицъ I, для растворимости солей до насыщенія $\gamma_1 \gamma_2 \gamma_3 \gamma_4 \gamma_5 \gamma_6 \gamma_7 \gamma_8 \gamma_9$; а для потребности воды, чтобы растворить до предѣла насыщенія одну часть по вѣсу соли $\beta_1 \beta_2 \beta_3 \beta_4 \beta_5 \beta_6 \beta_7 \beta_8 \beta_9$, то общая потребность воды Q' для растворенія до насыщенія всѣхъ солей, за исключеніемъ углекислой извести, будетъ:

$$Q' = k_2 \beta_2 + k_3 \beta_3 + k_4 \beta_4 + k_5 \beta_5 + k_6 \beta_6 + k_7 \beta_7 + k_8 \beta_8 + k_9 \beta_9. (+)$$

Обозначая x_2, x_3, x_4, \dots то количество воды, какое необходимо для растворенія 1 части каждой въ отдѣльности изъ рассматриваемыхъ солей, до содержанія ихъ k_2, k_3, k_4 и т. д. въ 100000 частяхъ воды, можно составить слѣдующія пропорціи:

$$k_2 x_2 : k_2 \beta_2 = 100000 : Q'$$

$$k_3 x_3 : k_3 \beta_3 = 100000 : Q'$$

$$k_4 x_4 : k_4 \beta_4 = 100000 : Q'$$

и т. д.

откуда:

$$x_3 = 100000 \frac{\beta_3}{Q}, \quad x_4 = 100000 \frac{\beta_4}{Q}, \quad x_5 = 100000 \frac{\beta_5}{Q} \quad (2)$$

и т. д.

Если $x_3, x_4, x_5 \dots$ изображают количества воды, въ которыхъ растворено по одной части солей k_3, k_4, k_5 и т. д., то на оборотъ $\frac{1}{x_3}, \frac{1}{x_4}, \frac{1}{x_5}$ и т. д. представить количество солей, содержащихся въ одной части воды, а въ 100000 частяхъ воды будетъ $\frac{100000}{x_3}, \frac{100000}{x_4}$, и т. д.

то есть

$$\left. \begin{aligned} k_3 &= \frac{100000}{x_3} = \frac{Q'}{\beta_3} = \frac{k_3 \beta_3 + k_4 \beta_4 + k_5 \beta_5 + k_7 \beta_7 + k_8 \beta_8 + k_9 \beta_9}{\beta_3} \\ k_4 &= \frac{100000}{x_4} = \frac{Q'}{\beta_4} = \frac{k_3 \beta_3 + k_4 \beta_4 + k_5 \beta_5 + k_7 \beta_7 + k_8 \beta_8 + k_9 \beta_9}{\beta_4} \\ k_5 &= \frac{100000}{x_5} = \frac{Q'}{\beta_5} = \frac{k_3 \beta_3 + k_4 \beta_4 + k_5 \beta_5 + k_7 \beta_7 + k_8 \beta_8 + k_9 \beta_9}{\beta_5} \end{aligned} \right\} (3).$$

Но такъ какъ количество этихъ же солей при раствореніи ихъ въ 100000 частяхъ воды до предѣла насыщенія можетъ быть выражено въ слѣдующей формѣ:

$$\gamma_3 = \frac{100000}{\beta_3}; \quad \gamma_4 = \frac{100000}{\beta_4}; \quad \gamma_5 = \frac{100000}{\beta_5} \text{ и т. д.}$$

а слѣдовательно:

$$\beta_3 = \frac{100000}{\gamma_3}; \quad \beta_4 = \frac{100000}{\gamma_4}; \quad \beta_5 = \frac{100000}{\gamma_5} \text{ и т. д.}$$

то, вставляя найденныя выраженія вмѣсто величинъ $\beta_3, \beta_4, \beta_5 \dots$ и т. д. въ уравненія (3), получимъ:

$$\left. \begin{aligned} k_3 &= \gamma_3 \left(\frac{k_3}{\gamma_3} + \frac{k_4}{\gamma_4} + \frac{k_5}{\gamma_5} + \frac{k_7}{\gamma_7} + \frac{k_8}{\gamma_8} + \frac{k_9}{\gamma_9} \right) \\ k_4 &= \gamma_4 \left(\frac{k_3}{\gamma_3} + \frac{k_4}{\gamma_4} + \frac{k_5}{\gamma_5} + \frac{k_7}{\gamma_7} + \dots \right) \\ k_5 &= \gamma_5 \left(\frac{k_3}{\gamma_3} + \frac{k_4}{\gamma_4} + \dots \right) \end{aligned} \right\} \dots (4)$$

и т. д.

откуда:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\gamma_3}{k_3} &= \frac{1}{\frac{k_3}{\gamma_3} + \frac{k_4}{\gamma_4} + \frac{k_5}{\gamma_5} + \frac{k_7}{\gamma_7} + \frac{k_8}{\gamma_8} + \frac{k_9}{\gamma_9}} \\ \frac{\gamma_4}{k_4} &= \frac{1}{\frac{k_3}{\gamma_3} + \frac{k_4}{\gamma_4} + \frac{k_5}{\gamma_5} + \dots} \\ \frac{\gamma_5}{k_5} &= \frac{1}{\frac{k_3}{\gamma_3} + \frac{k_4}{\gamma_4} + \frac{k_5}{\gamma_5} + \dots} \end{aligned} \right\} \dots (5)$$

а изъ этого слѣдуетъ, что:

$$\frac{\gamma_3}{k_3} = \frac{\gamma_4}{k_4} = \frac{\gamma_5}{k_5} = \frac{\gamma_7}{k_7} = \frac{\gamma_8}{k_8} = \frac{\gamma_9}{k_9} \text{ или } = \frac{\gamma}{k} \quad (6)$$

то есть, что всѣ соли начинаютъ осаждаться въ одно и то же время.

Такой выводъ, какъ оказывается на дѣлѣ, не вполне справедливъ, потому что при насыщеніи воды одною солью, она не лишается способности растворять нѣкоторую долю и другихъ солей; но въ виду незначительности этого растворенія, можно съ достаточною точностью для нашихъ изслѣдованій принять вѣрнымъ уравненіе (5), т. е. что всѣ соли начинаютъ осаждаться въ одно и тоже время; хотя впрочемъ химія не даетъ строгаго закона растворимости разныхъ веществъ въ водѣ, но наблюденія надъ накипями показываютъ присутствіе въ нихъ такихъ солей, которыя при сильной своей растворимости не должны были бы осѣдать и если осѣли, то единственно благодаря присутствію въ водѣ солей, осаждающихся изъ воды гораздо раньше, вслѣдствіе меньшей ихъ растворимости и увлекающихъ съ собою соли болѣе растворимыя. Изъ уравненій (4), (5) и (6) также видно, что чѣмъ отношеніе $\frac{\gamma}{k}$ больше, тѣмъ осадка, а слѣдовательно и накипи образуется меньше; но отношеніе $\frac{\gamma}{k}$ увеличивается по мѣрѣ увеличенія γ , т. е. по мѣрѣ того, какъ въ водѣ остаются соли болѣе растворимыя, а соли мало растворимыя устраняются. Въ послѣдствіи будетъ указано, какія существуютъ средства для устраненія малорастворимыхъ солей, а теперь же, не отвлекаясь отъ начатаго вопроса, опредѣлю про-

бѣтъ паровоза до осажденія солей и затѣмъ толщину накипи при употребленіи воды со станціи Армавиръ Ростово-Владикавказской дороги.

Изъ уравненій (5) и (6) слѣдуетъ, что

$$\frac{\gamma}{k} = \frac{1}{\frac{k_3}{\gamma_3} + \frac{k_4}{\gamma_4} + \frac{k_5}{\gamma_5} + \frac{k_7}{\gamma_7} + \frac{k_8}{\gamma_8} + \frac{k_9}{\gamma_9}}$$

Вставляя вмѣсто $k_3, k_4, k_5 \dots$ ихъ численные величины; также вмѣсто $\gamma_3, \gamma_4, \gamma_5 \dots$ численные величины по таблицѣ I § 3, получимъ:

$$\begin{aligned} \frac{k_3}{\gamma_3} &= \frac{48}{200} = 0.24000 & \frac{k_4}{\gamma_4} &= \frac{21}{16320} = 0.00129 & \frac{k_5}{\gamma_5} &= \frac{90}{125000} = 0.00072 \\ \frac{k_7}{\gamma_7} &= \frac{72}{36000} = 0.00200 & \frac{k_8}{\gamma_8} &= \frac{14}{32000} = 0.00044 & \frac{k_9}{\gamma_9} &= \frac{15}{25000} = 0.00060 \\ & & \text{всего} & & & 0.24505 \end{aligned}$$

слѣдовательно:

$$\frac{\gamma}{k} = \frac{1}{0.24505} = 4.08$$

а

$$M = \frac{0.90Q}{D} \left(\frac{\gamma}{k} - 1 \right) = \frac{0.90Q}{D} (4.08 - 1) = 2.77 \frac{Q}{D}$$

Принимая для Q и D тѣ же величины, какъ въ первомъ примѣрѣ, получимъ M для курьерскихъ поѣздовъ въ 185, для пассажирскихъ въ 128, для товарныхъ въ 84 версты.

Это количество верстъ, до образованія осадка, получается, не принимая въ соображеніе углекислой извести, которая осѣдаетъ тотчасъ послѣ того, какъ вода въ котлѣ нагревается до извѣстной степени, по этому, въ сущности, въ этомъ примѣрѣ паровозъ безъ осадка не дѣлалъ ни одной версты пробѣга. Количества осажденной въ котлѣ углекислой соли k , до начала осажденія остальныхъ солей, будетъ въ данномъ случаѣ одно и то же для всѣхъ родовъ поѣздовъ, а именно:

$$K_1 = 2.77 \times 4200 \times 0.00038 = 4.42 \text{ килогр.}$$

Если паровозъ безъ очистки внутренности котла, промывки или даже безъ выпуска изъ него старой воды, будетъ продолжать нести службу послѣ того, какъ пробѣгъ его дошелъ до момента, въ которомъ начинаются осажденія всѣхъ солей; то

кромѣ только что опредѣленнаго количества осадковъ углекислой извести, будутъ пропорціонально дальнѣйшему пробѣгу прибавляться осадки какъ углекислой извести, такъ и всѣхъ остальныхъ солей и толщина слоя накипи станетъ возрастать.

Если предположимъ, что изъ всего количества осаждающихся углекислыхъ солей только 40% осадка ляжетъ въ видѣ твердой накипи на поверхность нагрева паровознаго котла, то, принимая какъ и прежде поверхность нагрева въ 100 кв. метровъ и весь 1 кубическаго метра накипи въ 1680 килограм., легко можно найти толщину слоя накипи, образовавшейся еще до начала осажденія всѣхъ солей, исключительно отъ присутствія въ водѣ углекислѣйшей соли.

Обозначая, какъ и прежде, толщину слоя накипи буквою δ для всѣхъ трехъ родовъ поѣздовъ, получимъ:

$$\delta = \frac{0.4 \times 4.42}{1680 \times 100} \text{ метр.} = 0.0105 \text{ м.м.}$$

Этотъ налетъ самъ по себѣ весьма незначителенъ, но принявъ, въ расчетъ, что годовой пробѣгъ паровоза въ 250 разъ больше, увидимъ, что послѣ одного года толщина слоя накипи достигаетъ 2.6 милиметра или $\frac{7}{64}$ дюйма, т. е. такой толщины, которая уже далеко не безвредна.

Принимая разстояніе между окружностями дымогарныхъ трубокъ, какъ и прежде, 18 м. м., опредѣлю теперь, сколько можетъ быть сдѣлано верстъ паровозомъ, питающимся армавирскою водою, до момента наполненія накипью всѣхъ промежутковъ между дымогарными трубами, то есть до момента когда толщина ея слоя достигнетъ 9 милиметровъ.

Если поверхность нагрева котла есть 100 кв. метровъ, то при толщинѣ слоя накипи въ 9 м. м., весь ея есть $100 \times 0.009 \times 1680$ или около 1500 килограммовъ. Если паровозъ дѣлаетъ съ каждаго рода поѣздомъ число верстъ пробѣга, безъ выпуска воды изъ котла и промывки, обратно пропорціональное количеству испаряемой воды или образующихся осадковъ и, согласно этому, если принять пробѣгъ съ курьерскими поѣздами въ 1430 верстъ, съ пассажирскими поѣздами въ 1000 верстъ и съ

товарными въ 650 верстѣ, то количество осадка для всѣхъ трехъ родовъ поѣздовъ почти одинаково, а именно:

$$K_2 = (1430 - 185) 0,00298 = (1000 - 129) 0,00298 \\ = (650 - 84) 0,00298 = 233 \text{ килограмм.}$$

По этому полное количество осадка вмѣстѣ съ углекислою солью, осѣвшее до насыщенія воды другими солями, будетъ:

$$K = K_1 + K_2 = 233 + 4.40 = 237.4 \text{ килограммовъ.}$$

Слѣдовательно пробѣгъ паровоза до полного засоренія накипью промежутковъ между дымогарными трубами, т. е. до толщины накипи 9 миллиметровъ, принимая, что 40% идетъ на образованіе накипи, будетъ слѣдующій.

для курьерскихъ поѣздовъ:

$$M_1 = \frac{1500}{233} \times 0.4 \times 1430 = 22985 \text{ верстѣ}$$

для пассажирскихъ поѣздовъ:

$$M_1 = \frac{1500}{233} \times 0.4 \times 1000 = 16075 \text{ верстѣ}$$

для товарныхъ поѣздовъ:

$$M_1 = \frac{1500}{233} \times 0.4 \times 650 = 10447 \text{ верстѣ}$$

что составляетъ отъ 4 до 6 мѣсяцевъ службы паровоза.

При толщинѣ же накипи въ 3 м.м. или $\frac{1}{8}$ дюйма, всѣхъ ея въ котлѣ есть 500 килограммовъ, а число верстѣ пробѣга до образованія накипи этой толщины составитъ: при движеніи съ курьерскими поѣздами 7500 верстѣ съ пассажирскими 5350 верстѣ, съ товарными 3475 верстѣ, что соотвѣтствуетъ службѣ паровозовъ отъ $1\frac{1}{2}$ до 2 мѣсяцевъ, послѣ чего слѣдуетъ сдѣлать полную очистку котла съ вынутіемъ всѣхъ дымогарныхъ трубокъ.

7. Вліяніе осадка на теплопроводность стѣнокъ. Отложеніе осадковъ въ разныхъ частяхъ котла. Землистый или каменистый осадокъ, лежащій на стѣнкахъ нагрѣва, какъ плохой проводникъ теплоты, уменьшаетъ полезное дѣйствіе котла и тѣмъ болѣе, чѣмъ слой его толще.

Количество теплоты, проходящей сквозь стѣнку, зависитъ отъ

физическихъ свойствъ тѣла, изъ котораго изготовлена стѣнка, и ея способности проводить въ данное время болѣе или менѣе тепла; а для стѣнокъ, приготовленныхъ изъ одного и того же матеріала, теплопроводность прямо пропорціональна поверхности тѣла, проводящаго тепло, разности температуръ его поверхностей, нагрѣваемой и охлаждаемой, и обратно пропорціонально разстоянію между этими поверхностями, т. е. толщинѣ тѣла.

Для изготовленія паровыхъ котловъ, топокъ и дымогарныхъ трубъ употребляется красная мѣдь, латунь, желѣзо и сталь. Теплопроводность всѣхъ этихъ металовъ различна. Такъ на примѣръ: если принять за единицу относительную способность красной мѣди проводить тепло, то для желѣза способность эта выразится числомъ 0.445.

Накипь, которая покрываетъ стѣнки, проводящія тепло, въ отношеніи вліянія на большую или меньшую передачу тепла горящихъ газовъ котловой воды, играетъ первостепенную роль и теплопроводность ея можно принять приблизительно 0.030. Если 1 кв. метръ поверхности нагрѣва при данной разницѣ температуръ горючихъ газовъ и воды среднимъ числомъ, на версту пробѣга, при мѣдныхъ стѣнкахъ можетъ провести 120000 единицъ тепла, то 1 кв. метръ желѣзной стѣнки той же толщины на версту пробѣга пассажирскаго поѣзда той же скорости можетъ провести только $120000 \times 0.445 = 53400$ единицъ тепла, а такой же толщины и при тѣхъ же условіяхъ слой накипи проведетъ только $120000 \times 0.03 = 3600$ единицъ тепла. Слѣдовательно слой накипи толщиной въ 0.00334 или $\frac{1}{8}$ дюйма въ отношеніи теплопроводности отвѣчаетъ толщинѣ стѣнки изъ красной мѣди въ 0.11 метра или $4\frac{1}{8}$ дюйма, а изъ желѣза 0.049 метра или $2\frac{1}{16}$ дюйма. Но при дурной водѣ весьма часто случается, что паровозные котлы содержатъ накипи значительно толще и если не сплошь, то непремѣнно въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ очистка скребкомъ становится затруднительною или даже невозможною.

Въ предыдущихъ разсужденіяхъ я принималъ, что отложеніе накипи совершаются какъ-бы одинаково въ каждомъ мѣстѣ поверхности котла, но это сдѣлано было только для упрощенія выводовъ. На дѣлѣ же оказывается, что количество образующейся накипи на единицѣ поверхности котла, т. е. толщина слоя накипи, зависитъ отъ температуры, вліянію которой подвержены стѣнки, слѣдовательно и отъ мѣста, какое занимаетъ каждая часть поверхности нагрѣва въ общемъ расположеніи котла. Самая значительная температура проявляется въ нижнихъ частяхъ топки, затѣмъ въ верхнихъ, потомъ на дымогарныхъ трубкахъ, послѣдовательно уменьшаясь къ дымоходной коробкѣ и, наконецъ, самая малая въ тѣхъ частяхъ поверхности котла, которыя не соприкасаются непосредственно съ горючими газами, а напротивъ подвержены еще въ значительной степени внѣшнимъ охлажденіямъ. Чѣмъ выше температурѣ подвержена часть, тѣмъ скорѣе происходитъ отложеніе осадка на ней и тѣмъ скорѣе онъ твердѣетъ; по этому и толщина слоя накипи должна быть наибольшая на внутреннихъ топочныхъ стѣнкахъ и наименьшая на внѣшнихъ котловыхъ стѣнкахъ, расположенныхъ близъ дымоходной коробки.

Такъ какъ двууглекислыя известковыя и магнезіальныя соли, при возвышеніи температуры воды до 30 и 40°, почти немедленно превращаются въ одноуглекислыя и осаждаются, то отложеніе этихъ солей должно происходить главнымъ образомъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ питающая вода встрѣчается съ высокою температурою котловой воды, а именно у питательнаго клапана; здѣсь дѣйствительно, при обиліи въ водѣ углекислыхъ и углемagneзіальныхъ солей, является около отверстія, впускающаго свѣжую воду въ котель, значительная накипь какъ на цилиндрической части котла, такъ равно и на дымогарныхъ трубкахъ.

Форма поверхностей, геометрическое ихъ положеніе въ отношеніи къ горизонту и къ остальнымъ частямъ котла, а также степень шероховатости этихъ поверхностей, имѣютъ

огромное вліяніе какъ на образованіе, такъ и на толщину слоя накипи. Поверхности, расположенныя отвѣсно, менѣе всего способны къ образованію на нихъ толстаго слоя накипи, потому что пузырьки пара, поднимаясь постоянно въ водѣ въ отвѣсномъ направленіи, приводятъ въ движеніе отлагающіеся на этихъ стѣнкахъ осадки и затрудняютъ ихъ отверденіе. Напротивъ того, на стѣнкахъ, расположенныхъ горизонтально, разъ осѣвшій налетъ уже остается въ спокойномъ состояніи и, будучи подверженъ дѣйствію тепла, все болѣе и болѣе твердѣетъ. Такъ какъ частицы осаждающихся солей тяжелѣе воды, то онѣ имѣютъ постоянное стремленіе опускаться и осѣдать на дно сосуда; а если плаваютъ въ водѣ, то благодаря только тому, что или еще не успѣли осѣсть, или же приводятся въ движеніе пузырьками образующагося пара. Вслѣдствіе такого стремленія внизъ, отложеніе осадковъ происходитъ главнымъ образомъ на горизонтальныхъ поверхностяхъ, обращенныхъ къверху, т. е. такихъ, которыя преграждаютъ путь дальнѣйшему паденію осадковъ. На горизонтальныхъ же поверхностяхъ, обращенныхъ книзу, осѣдаютъ или лучше сказать, прилипаютъ къ нимъ только тѣ частицы, которыя, будучи приведены въ движеніе пузырьками пара и вынуждены двигаться вверхъ, встрѣчаютъ на своемъ пути эти поверхности, а разъ осѣвшая или прилипшая частица соли уже не сдвигается съ мѣста, она напротивъ твердѣетъ, и, съ имѣющимися тамъ осадками, соединяется въ одинъ камень.

Понятно, затѣмъ, что всѣ остальныя геометрическія положенія поверхностей, варіируя въ разной степени, въ предѣлахъ указанныхъ трехъ характерныхъ положеній, способствуютъ къ большому или меньшему образованію котельнаго камня, въ зависимости отъ того, къ какому изъ этихъ трехъ положеній онѣ ближе подходятъ.

Если внутри котла имѣется много преградъ къ свободной циркуляціи пузырьковъ пара, какъ на примѣръ дымогарныя трубки и топочные боковые распорные болты, то на нихъ уси-

ливается отложение осадковъ и образованіе накипи—особенно, если эти поверхности, подвергаясь дѣйствию сильнаго огня, мало подвержены ударамъ пузырьковъ пара.

Въ отношеніи состоянія поверхностей, чѣмъ онѣ глаже, чѣмъ на нихъ менѣе углубленій и возвышеній, тѣмъ съ большимъ трудомъ могутъ къ нимъ прилипать частицы солей; а если и прилипнуть, то при малѣйшемъ усилии отдѣлятся отъ стѣнокъ или вслѣдствіе движенія пузырьковъ пара, или же отъ дѣйствія струи воды и скребка при періодической промывкѣ и чисткѣ котловъ. По этому гладкія и даже полированные поверхности внутри котла должны быть признаны самыми выгодными въ отношеніи противодѣйствія образованію котельнаго камня. Въ послѣдствіи будетъ указано, какія средства примѣняются для достиженія возможной гладкости поверхностей.

Совѣршающіяся на дѣлѣ отложенія осадковъ въ видѣ твердой накипи въ паровыхъ котлахъ, подтверждаютъ все сказанное. Въ паровозномъ котлѣ, главнымъ образомъ, получается твердая накипь на горизонтальной, обращенной вверхъ, поверхности потолка огневой коробки; на верхнихъ и нижнихъ поверхностяхъ дымогарныхъ трубокъ; за тѣмъ, особенно сильное отложение на трубчатой топочной стѣнкѣ между дымогарными трубками, а менѣе сильное на остальныхъ топочныхъ стѣнкахъ и у питательнаго отверстія на цилиндрической части котла и, наконецъ, самое слабое на всѣхъ прочихъ поверхностяхъ, не подверженныхъ дѣйствию огня.

На нижнихъ поверхностяхъ дымогарныхъ трубокъ толщина слоя накипи бываетъ обыкновенно больше, чѣмъ на верхнихъ, что по видимому противорѣчитъ предыдущему разсужденію; но это происходитъ потому, что хотя соли и болѣе осѣдаютъ на верхнихъ поверхностяхъ трубокъ, но отвердѣваютъ не сразу, а часть густой, еще не затвердѣвшей, каши при маломъ диаметрѣ дымогарной трубки стекаетъ внизъ. Это стеканіе бываетъ главнымъ образомъ во время стоянки паровоза и по

этому накипь въ поперечномъ сѣченіи трубки имѣетъ форму гриппы (чер. 6 листа XX).

Наименьшая накипь получается на боковыхъ поверхностяхъ топочныхъ стѣнокъ, боковыхъ поверхностяхъ дымогарныхъ трубокъ, ближе къ трубчатой стѣнкѣ дымовой коробки и на боковыхъ поверхностяхъ топочной и цилиндрической части пароваго котла. На нижнихъ поверхностяхъ топочной и цилиндрической части котла образуется не столько твердая накипь, сколько густая незатвердѣвшая грязь.

На чертежахъ 3 и 4 листа XX степень толщины накипи въ разныхъ частяхъ котла представлена цифрами: 1 означаетъ мѣсто, гдѣ толщина накипи бываетъ наименьшая, а цифра 5 означаетъ наибольшую толщину.

Нужно еще прибавить, что кромѣ поверхностей, непосредственно соприкасающихся съ водою, покрываются также, хотя и значительно меньшимъ слоемъ накипи, всѣ остальные поверхности, вслѣдствіе брызгъ воды, содержащихъ въ себѣ соли.

Вода, заключающая въ себѣ много органическихъ примѣсей, большее или меньшее присутствіе въ котлѣ жирныхъ веществъ, на примѣръ масла или сала, ослабляетъ иногда въ значительной степени образованіе на стѣнкахъ твердаго кристаллическаго осадка накипи; въ замѣнъ этого получается аморфный осадокъ грязи, который гораздо легче удаляется изъ котла при его промывкѣ. Дальше подробно будетъ разсмотрѣно дѣйствіе этихъ органическихъ примѣсей, а здѣсь замѣчу только, что многія изъ нихъ причиняютъ до крайности неспокойное кипѣніе воды въ паровомъ котлѣ, сопровождающееся періодическими образованіями большого количества пара (вскипаніями) и вредно отражающееся какъ на прочности паровыхъ котловъ, такъ и на правильномъ парообразованіи, на регулированіи притока пара въ паровые цилиндры, куда увлекается по регулятору весьма много частицъ воды, опасныхъ для прочности цилиндровъ и увеличивающихъ напрасный расходъ топлива. При слишкомъ

большомъ содержаніи нѣкоторыхъ органическихъ примѣсей, управленіе паровозомъ становится невозможно.

3. Накипь, ея свойства и вліяніе. Находящіеся въ водѣ соли, поступивъ съ нею въ котель, частью образуютъ на стѣнкахъ его твердую накипь, частью, выдѣлившись изъ воды, остаются въ котлѣ въ видѣ грязи и наконецъ нѣкоторое ихъ количество остается въ растворенномъ состояніи.

Твердая накипь или котельный камень, смотря по количеству солей въ водѣ, иногда достигаетъ громадной толщины, въ состояніи наполнить всѣ промежутки между дымогарными трубками, а въ нижнихъ частяхъ топки почти все пространство между внутреннею и наружною топочными стѣнками. Конечно, котель, на столько переполненный накипью, нужно считать испорченнымъ, если не въ наружной оболочкѣ, то во всѣхъ внутреннихъ частяхъ, каковы: огневая коробка и дымогарныя трубки. Хотя такое наполненіе сплошною накипью въ дѣйствительности почти не встрѣчается, потому что паровозъ и ранѣе этого откажется отъ службы, но при качествахъ воды, на примѣръ, Ростово-Владикавказской желѣзной дороги и полномъ невниманіи лица, коему паровозъ ввѣренъ, паровозъ можетъ дойти до близкаго къ тому состоянію въ весьма непродолжительный срокъ службы; такъ на примѣръ для воды со станціи Армавиръ этотъ срокъ поразительно коротокъ: два или два съ половиною мѣсяца. Къ счастью, что вода такихъ качествъ можетъ быть отнесена къ исключеніямъ. Но и другія воды содержатъ также большее или меньшее количество солей и въ состояніи образовать въ короткое время большей или меньшей толщины котельный камень, который во всѣхъ отношеніяхъ весьма вреденъ; особенно, когда лежитъ на поверхностяхъ нагрѣва, на коихъ главнымъ образомъ онъ образуется. Какъ худой проводникъ тепла, котельный камень необыкновенно уменьшаетъ полезное дѣйствіе котла, а слѣдовательно и расходъ топлива. При большой толщинѣ котельнаго камня парообразование въ котлѣ идетъ до того медленно, что становится

невозможно имъ пользоваться. Сплошная накипь на поверхности нагрѣва въ 1 миллиметръ уменьшаетъ парообразовательную ея способность почти на 20% и это уменьшеніе идетъ пропорціонально толщинѣ слоя накипи, но только до извѣстной толщины, за которою уменьшеніе парообразования растетъ въ большей степени, чѣмъ увеличеніе толщины слоя накипи.

Стѣнки котла, подверженные дѣйствію жара и прикрытыя слоемъ накипи, весьма слабо охлаждаются водою и быстро перегораютъ, толщина ихъ постепенно уменьшается; а главное, онѣ теряютъ прочность, ибо измѣняется внутреннее взаимное положеніе частицъ металла. Внутренняя порча мѣди и желѣза узнается по тому, что мѣдныя и отчасти желѣзныя стѣнки, отъ дѣйствія пара, начинаютъ выпучиваться, особенно въ топочныхъ листахъ между распорными болтами; появляются опасные перегибы въ топочныхъ углахъ и, наконецъ, при слишкомъ значительныхъ пережegaхъ металла, эти выпучиванія до того усиливаются, что исчезаетъ всякая связь между частями металла и листы даютъ трещины. Всѣ эти поврежденія являются главнымъ образомъ въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ или затруднительно или же нѣтъ возможности очищать періодически поверхности при помощи скребка. Дымогарныя трубки страдаютъ отъ накипи гораздо болѣе, чѣмъ топочныя стѣнки, такъ какъ устранить на нихъ твердый осадокъ нѣтъ никакой возможности, вслѣдствіе слишкомъ малыхъ промежутковъ между ними. Отъ накопленія болѣе или менѣе значительнаго слоя накипи перегораніе металла дымогарныхъ трубокъ идетъ еще быстрѣе, нежели топочныхъ листовъ: ихъ стѣнки становятся все тоньше и тоньше, внутреннее состояніе металла теряетъ прочность, трубки начинаютъ лопаться, особенно желѣзныя въ мѣстахъ сварки; а если желѣзныя или стальные дымогарныя трубки имѣютъ напаянные мѣдные концы, то концы эти при толстомъ слойѣ накипи, не будучи охлаждаемы водою, отпаиваются. Одно изъ самыхъ существенныхъ и постоянно повторяющихся явленій, при питаніи паровозовъ дурною водою,

есть течъ въ мѣстахъ соединенія дымогарныхъ трубокъ съ топочною трубчатой доскою. Причины такъ называемой течи трубокъ заключаются въ слѣдующемъ: при покрытіи накипью, какъ дымогарныхъ трубокъ, такъ трубчатой топочной доски, поверхности ихъ не могутъ достаточно охлаждаться водою изъ котла, поэтому весьма часто температура ихъ бываетъ гораздо выше температуры котловой воды. При малѣйшемъ измѣненіи въ температурѣ газовъ, пролетающихъ по дымогарнымъ трубкамъ въ дымовую коробку, происходятъ тотъ часъ-же измѣненія степени расширенія метала какъ дымогарныхъ трубокъ, такъ и топочной трубчатой стѣнки. Коль скоро, по не вниманію машиниста или вслѣдствіе какихъ либо другихъ причинъ, произошла большая перемѣна въ температурѣ протекающихъ газовъ, на примѣръ, быстрое пониженіе температуры ихъ вслѣдствіе притока усиленной струи холодного воздуха, то немедленно является сжатіе метала дымогарныхъ трубокъ, независимо отъ такого-же сжатія топочной трубчатой стѣнки и вода изъ котла устремляется въ образовавшуюся отъ этихъ движеній щель между дымогарными трубками и стѣнкою. Затѣмъ, вода заливаетъ огонь и остальные дымогарныя трубки, и производитъ еще большія колебанія въ температурѣ топки и слѣдовательно еще стремительнѣе льется изъ котла. Прибѣгаютъ обыкновенно въ такихъ случаяхъ къ трамбованію трубъ, т. е. при помощи особаго орудія стараются ударами прижать окружности трубокъ къ отверстіямъ трубчатой стѣнки, но въ большинствѣ случаевъ эта мѣра, кромѣ вреда въ отношеніи прочности топки и дымогарныхъ трубокъ, совершенно не можетъ прекратить течи послѣднихъ, а если и прекратить, то не надолго.

Если при недоброкачественной водѣ была хотя одинъ разъ допущена течъ дымогарныхъ трубокъ, то уже при сколько-нибудь значительной перемѣнѣ въ температурѣ топки, течъ трубокъ опять повторяется вслѣдствіе того, что въ промежуткахъ между дымогарными трубками и поверхностью отверстій для

нихъ въ трубчатой доскѣ, во время первой течи, вода, увлекаемая съ собою частицы имѣвшихся въ ней солей, образовала пленки накипи, изолирующія концы дымогарныхъ трубокъ отъ непосредственнаго прикосновенія къ металлу стѣнки, а слѣдовательно, при колебаніяхъ въ температурѣ, онѣ не могутъ взаимною передачею теплоты поддерживать по возможности одинаковую температуру; и конечнымъ послѣдствіемъ этого должна явиться течъ, когда только окажется хотя малѣйшая тому причина.

Сильныя колебанія въ расширеніяхъ и сжатіяхъ частей котла, покрытыхъ накипью и подверженныхъ вліянію высокой температуры горючихъ газовъ, не ограничивается однимъ вреднымъ явленіемъ течи трубокъ. Эти колебанія въ расширеніи и сжатіи влекутъ за собою весьма важныя и до крайности сложныя перемѣщенія частей во всемъ корпусѣ котла. Перемѣщаются какъ внутреннія, такъ и наружныя его части, однѣ болѣе, другія менѣе. Всѣ эти перемѣщенія не остаются безслѣдны для прочности не только отдѣльныхъ котловыхъ частей, но всего строенія котла и даже бываютъ причиною взрывовъ. На сколько эти перемѣщенія могутъ быть велики, указываетъ уже то обстоятельство, что при покрытіи дымогарныхъ трубокъ сплошнымъ слоемъ накипи въ 3 милиметра, температура ихъ стѣнокъ возвышается до 300° Ц.; слѣдовательно, принимая на каждые 100° коэффициентъ расширенія для латунныхъ трубокъ въ $\frac{1}{533}$, изъ красной мѣди въ $\frac{1}{582}$, желѣзныхъ въ $\frac{1}{820}$ и стальныхъ въ $\frac{1}{927}$, оказывается, что, при длинѣ дымогарныхъ трубокъ въ 4 метра и возвышеніи температуры отъ 0° до 300° , получается удлиненіе для латунныхъ трубокъ на 22.5 мм., мѣдныхъ 20.6 мм., желѣзныхъ 14.6 мм., и стальныхъ 14 мм.; между-тѣмъ, какъ въ то же время температура наружныхъ листовъ котла не можетъ превышать 150° и соотвѣтственное удлиненіе котла будетъ въ половину; остальная половина удлиненія дымогарныхъ трубокъ отъ 7 до 11.5 мм. должна частью

уравновѣситься собственнымъ ихъ сжатіемъ и перегибомъ, частью же произвести удлиненіе остальныхъ частей котла. Но нерѣдко встрѣчается накипь гораздо толще, такъ что эта разность можетъ достигнуть гораздо большихъ размѣровъ и вызвать болѣе значительныя взаимныя перемѣщенія частей котла. Всѣ эти перемѣщенія могли бы и не имѣть важнаго значенія для прочности и безопасности дѣйствія котла, еслибы они совершались съ большею постепенностью и еслибы разъ совершившееся перемѣщеніе частей въ одномъ направленіи оставалось на болѣе или менѣе продолжительное время, но не являлось бы тотчасъ-же въ какомъ-либо иномъ направленіи. Но на дѣлѣ происходитъ иначе! Нерѣдко являются большія колебанія въ температурѣ и столь частыя, что части котла въ самый непродолжительный промежутокъ времени должны совершить множество различныхъ и быстро одинъ за другимъ слѣдующихъ перемѣщеній. Внимательное и умѣлое обращеніе съ паровозомъ можетъ въ значительной степени уменьшить не только силу, но даже и число колебаній температуры, а слѣдовательно и перемѣщеній частей паровоза. Напротивъ того, при невниманіи и неумѣлости можно заставить котель выносить большія и быстрыя измѣненія во взаимномъ положеніи частей и причинять важныя поврежденія.

Самые большіе скачки внутренней температуры котла обыкновенно имѣютъ мѣсто при затапливаніи и тушеніи паровозовъ. Можно указать на многіе случаи трещинъ въ топкахъ и другія значительныя поврежденія въ котлахъ, образовавшіяся или получившія начало отъ неумѣлаго и невнимательнаго обращенія съ паровозами при тушеніи и затопкѣ. Всѣ эти случаи почти исключительно относятся къ тѣмъ паровозамъ, которые питались водою дурнаго качества. Къ числу поврежденій отъ существованія накипи въ котлѣ относится также течь въ мѣстахъ соединенія распорныхъ болтовъ съ топочными стѣнками и разрывъ этихъ болтовъ. Сказанныя поврежденія суть прямыя послѣдствія взаимныхъ перемѣщеній частицъ

котла отъ усиленныхъ колебаній температуры, при существованіи въ котлѣ накипи и отъ тѣхъ выпучиваній, которыя образуются въ стѣнкахъ тонки, между распорными болтами.

9. Землистая грязь. Грязь, въ видѣ аморфнаго осадка, которая образуется въ котлѣ, устремляется на низъ топочной и цилиндрической частей котла и тамъ залегаеетъ въ полужидкомъ состояніи; она хотя не образуетъ твердаго камня, но, будучи подвержена дѣйствію огня, сгущается и даже засыхаетъ на поверхностяхъ сильно нагрѣтыхъ стѣнокъ.

Вредное дѣйствіе грязи зависитъ непосредственно отъ ея густоты, ибо чѣмъ гуще грязь, тѣмъ она ближе подходитъ по своему дѣйствію къ твердымъ осадкамъ накипи. По этому каждая вода, содержащая въ себѣ растворенныя или нерастворенныя, но плавающія въ ней вещества, въ отношеніи теплопроводимости хуже чистой воды и тѣмъ хуже, чѣмъ болѣе этихъ веществъ въ ней находится.

Вслѣдствіе этого каждую, хотя и жидкую, но видимо густую, грязь нужно причислить къ весьма плохимъ проводникамъ тепла; ибо, нагрѣваемая частицы воды или пузырьки пара съ трудомъ пробиваютъ себѣ путь между частицами твердыхъ веществъ, а слѣдовательно и теплота, воспринимаемая отъ нагрѣваемыхъ стѣнокъ котла, медленно распределяется между остальными частицами воды.

При скопленіи большого количества густой грязи, даже безъ существованія твердой накипи, парообразование уменьшается въ значительной степени, а стѣнки котла, топки и дымогарныхъ трубокъ страдаютъ весьма сильно.

Скопленіе грязи въ котлѣ особенно отражается на состояніи нижнихъ частей топочныхъ стѣнокъ и топочныхъ распорныхъ болтовъ. Такъ на примѣръ, на участкѣ отъ Ростова до станціи Невинномыской, Ростово-Владикавказской желѣзной дороги, достаточно сдѣлать пробѣгъ паровозомъ около 1000 верстъ безъ выпуска воды изъ котла и промывки, чтобы образовались большія выпучины топочныхъ стѣнокъ, течь въ мѣстахъ сое-

диненія распорныхъ болтовъ съ этими стѣнками и, наконецъ, разрывы болтовъ.

Вообще дѣйствіе густой грязи сходно съ дѣйствіемъ котельнаго камня; разница только въ томъ, что грязь дѣйствуетъ болѣе на нижнія части котла, гдѣ она скопляется густою массою; между тѣмъ какъ котельный камень, главнымъ образомъ, залегаетъ на дымогарныхъ трубкахъ, откуда удалить его не имѣется никакой возможности, а слѣдовательно на нихъ болѣе всего отражаются всѣ послѣдствія этого накопленія.

Растворенныя въ водѣ примѣси, если въ ихъ числѣ нѣтъ свободныхъ кислотъ, не приносятъ существеннаго вреда, а только замедляютъ парообразованіе. Насыщенная поваренною солью вода закипаетъ при 109° Ц., селитрою при 116° , поташомъ при 135° , хлористымъ кальціемъ при 180° , тоже при всѣхъ кислыхъ растворахъ. Главный вредъ примѣсей тотъ, что мутная вода, забираясь въ разные швы, фланцы и краны, при испареніи, осаждаетъ въ нихъ свои соли, которыя разѣдаютъ набивку, плетенки и пр., дѣйствуютъ даже, въ присутствіи воздуха, на мѣдь и желѣзо. Болѣе всего способствуютъ окисленію металла соли натрія и калия—хлористыя, сѣрноокислыя и азотноокислыя. На разѣданіе плетенки, набивки и т. п., кромѣ натровыхъ и калиевыхъ солей, дѣйствуютъ еще соли извести; всѣ онѣ разлагаютъ жирныя замазки, образуя въ свою очередь жирнокислыя соли. Въ этомъ нужно искать главную причину такой легкости пропариванія, при плохой водѣ, всѣхъ крановъ, фланцевъ, швовъ и т. п.

Въ отношеніи разѣданія металла котла, нѣтъ никакого сомнѣнія, что натровыя и калиевыя соли, въ присутствіи наружнаго воздуха и воды, разрушаютъ металлъ; въ мѣстахъ закрытыхъ отъ дѣйствія наружнаго воздуха, по видимому, не должно было бы происходить разѣданія; однако совершающіеся факты насъ убѣждаютъ въ существованіи въ котлѣ элементовъ, разрушительно дѣйствующихъ на внутреннія его поверхности. Откуда могли-бы явиться такіе элементы въ водѣ, когда никакихъ

кислотъ въ ней не замѣчается? Дѣйствительно, если подвергнуть взятую изъ котла воду самому точному анализу, кислотъ въ ней найти нельзя; но при всемъ этомъ, разѣданіе металла происходитъ отъ кислотъ, которыя образуются при разложеніи солей существующими въ котлѣ электрическими токами и эти кислоты моментально, послѣ ихъ образованія, дѣйствуютъ на металлъ котла, который въ этомъ случаѣ представляетъ собою отрицательный электродъ.

11. Примѣры пагубнаго дѣйствія дурной воды на паровозы. Если разсмотрѣть таблицу химическаго анализа водъ Ростово-Владикавказской желѣзной дороги, то никому не покажется страннымъ, что накипь въ паровозныхъ котлахъ этой дороги въ самое короткое время достигаетъ громадной толщины и что если не примѣнять никакихъ средствъ, противодействующихъ осажденію накипи, за исключеніемъ обыкновенной промывки и очистки котловъ при помощи скребка, то послѣ 3 или 4 мѣсяцевъ паровозы должны быть выключаемы изъ службы для смѣны всѣхъ дымогарныхъ трубокъ, частью даже топочныхъ распорныхъ болтовъ и полной очистки внутренности котла.

Примѣняя нѣкоторыя, хотя и не радикальныя, анти-инкрустаціонныя средства и дѣлая возможно частую и тщательную промывку и очистку котла, на участкѣ отъ Ростова до Невинномысской срокъ службы паровозовъ, безъ перемѣны дымогарныхъ трубокъ, можетъ быть продолженъ до 6 и даже до 8 мѣсяцевъ. Послѣ этого срока мѣняется также нѣсколько рядовъ нижнихъ топочныхъ стяжекъ болтовъ и выпрямляются внизу топочныя стѣнки, получающія къ тому времени весьма значительныя выдуванія, какъ между стяжками, такъ равно и въ углахъ. Эти выдуванія, особенно въ углахъ, при малѣйшемъ невниманіи, принимаютъ опасную форму. Малѣйшая неаккуратность въ исполненіи промывки и очистки котла, малѣйшее отступленіе отъ опредѣленныхъ сроковъ промывки на означенномъ участкѣ дороги, тотчасъ отражается на паровозѣ. Разъ допущенный пробѣгъ паровоза свыше 500 до 1000 верстъ

безъ промывки, достаточно, чтобы мѣдныя стѣнки топки въ нижнихъ своихъ частяхъ дали пучины, чтобы потекли въ рѣзбѣ стяжки, чтобы потекли дымогарныя трубы и т. д. Всѣ эти явленія имѣютъ мѣсто, не смотря даже на употребленіе анти-инкрустаціонныхъ средствъ, такъ какъ уже сказано, что не только накипь, но и собирающаяся въ котлѣ грязь дѣйствуютъ въ одномъ направленіи, только послѣдняя менѣе энергично.

Какъ примѣръ, до какихъ неблагоприятныхъ результатовъ можетъ довести незнакомство съ свойствами воды и съ дѣйствіемъ накипи и грязи въ паровыхъ котлахъ, приведу слѣдующіе факты.

Примѣръ 1-й. На одной дорогѣ (длиною свыше 600 вер.), гдѣ вода на большомъ протяженіи линіи весьма обильна солями, случилось такъ, что за нѣсколько мѣсяцевъ до начала необыкновенно усиленнаго движенія поступилъ новый управляющій — человѣкъ, хотя энергическій и дѣятельный, но къ сожалѣнію, мало знакомый съ условіями дороги; онъ рѣшилъ увеличить скорость движенія и составъ поѣздовъ, не принявъ въ соображеніе ни времени года, ни профили дороги, ни даже состава поѣздовъ; кромѣ того, онъ прекратилъ правильное товарное движеніе, назначая вмѣсто этого каждый поѣздъ по телеграфному объявленію, почему аккуратная служба паровозовъ, по опредѣленному графику, стала невыполнима. Затѣмъ, начальникъ движенія и даже начальники станцій получили право, по своему усмотрѣнію, перегонять паровозы на любое разстояніе отъ депо, не соображаясь ни съ какими требованіями агентовъ службы подвижнаго состава и тяги, которые были совершенно устранены отъ всякаго участія въ опредѣленіе порядка и продолжительности службы паровозовъ, хотя бы даже въ отношеніи соблюденія сроковъ промывки котловъ.

Должно быть понятно, что, при такихъ условіяхъ, своевременный ремонтъ и промывка котловъ едва-ли могли быть соблюдаемы. Печальныя послѣдствія такого порядка не замедлили

отразиться вскорѣ послѣ того, какъ съ первыхъ чиселъ ноября, въ самое неблагоприятное время года для службы паровозовъ, число поѣздовъ на дорогѣ увеличилось чуть-ли не въ четверо. Не говоря уже объ современномъ растройствѣ правильности движенія, всѣ паровозы пришли послѣ двухъ мѣсяцевъ въ негодность, хотя до начала усиленнаго движенія было до 40 вполне исправныхъ паровозовъ, изъ коихъ около 20 восьми колесныхъ еще новыхъ, ни разу не бывшихъ въ употребленіи. Къ январю мѣсяцу слѣдующаго года въ запасѣ уже не осталось ни одного годнаго паровоза, а тѣ, которые еще находились въ движеніи, постоянно останавливались въ пути съ поѣздами отъ течи и лопанья дымогарныхъ трубъ и топочныхъ стяжекъ. Кромѣ течи трубъ и связей, въ то время на 15 паровозахъ появились трещины въ мѣдныхъ топкахъ, а на всѣхъ, безъ исключенія, топочныхъ стѣнкахъ выпучиванія достигли весьма большихъ размѣровъ. Самъ характеръ поврежденій наглядно указывалъ, что они произошли прямо отъ дѣйствія дурной воды. Что было именно причиною столь страшнаго разрушенія, какое вода произвела на паровозахъ въ теченіи 2 мѣсяцевъ ихъ службы, уяснить не трудно. а) Скорость и составъ поѣздовъ были назначены безъ всякаго соображенія съ временемъ года, съ конструктивными данными паровозовъ и съ профилемъ дороги; поэтому, естественно, всѣ поѣзды должны были запаздывать, паровозы нести службу безъ опредѣленнаго заранее плана, а слѣдовательно не могли быть своевременно промываемы. б) При назначеніи поѣздовъ телеграммами, которыхъ было слишкомъ много, они не могли доходить своевременно, высылка и приготовленіе паровозовъ для пріема поѣздовъ дѣлались также несвое, временно или совершенно не исполнялись; почему многіе прибывающіе паровозы съ поѣздами на станціи съ обратными депо не смѣнялись, а шли дальше. При такомъ сквозномъ движеніи, безъ перемѣны огня и должнаго своевременнаго осмотра, неминуемо должны были послѣдовать остановки паровозовъ съ поѣздами въ пути отъ течи трубъ и другихъ причинъ, запаз-

диваніе поѣздовъ, а слѣдовательно и несвоевременность промывки паровозовъ. в) При большомъ количествѣ хозяевъ, распоряжавшихся движеніемъ паровозовъ, а главное, при незнакомствѣ этихъ лицъ съ нуждами паровоза и при движеніи, совершавшемся съ разною энергіею въ каждомъ изъ двухъ направленій, паровозы не возвращались своевременно въ свои депо. Въ депо ощущался въ нихъ недостатокъ и чтобы только не задерживать движенія, едва вернувшійся домой паровозъ, безъ должнаго осмотра и промывки, отправлялся опять въ путь. Паровозы загонялись по направленію большаго движенія на какую нибудь станцію, гдѣ они по нѣсколькимъ дней оставались безъ должнаго присмотра, а между тѣмъ начальникъ депо не зналъ, гдѣ вѣренныя ему паровозы находятся. При такой путаницѣ, когда только послѣ нѣсколькихъ настоятельныхъ телеграммъ начальника депо, ему наконецъ возвращались паровозы одинъ за другимъ цѣлыми партіями, осмотрѣть ихъ и промыть сразу всѣ паровозы, прибывающіе въ депо, не имѣлось ни средствъ, ни времени. Поэтому не смотря на то, что паровозы до возвращенія въ депо долгое время не промывались, они и въ депо не могли быть ни хорошо промыты, ни осмотрѣны. Понятно, что вслѣдствіе этого какъ накипь, такъ и грязь скоплялись въ котлахъ въ изобиліи, а поврежденія въ паровозахъ и неправильность движенія все увеличивались и не осталось почти ни одного паровоза, въ которомъ бы не текли дымогарныя трубы и связи.

Чтобы сколько нибудь обезпечить правильность движенія, оказалось необходимымъ, послѣ этой отчаянной гонки, поставить въ паровозныя депо и мастерскія множество паровозовъ въ большой ремонтъ, для исправленія и перемѣны перегорѣвшихъ топокъ, перемѣны топочныхъ стяжекъ и дымогарныхъ трубокъ.

Изъ этого примѣра легко усмотрѣть, на сколько всѣ неправильныя и не соотвѣтствующія мѣстнымъ условіямъ распоряженія чувствительно отражаются на состояніи паровозовъ

и правильности движенія. Не будь дурной воды, не образуя она накипи и грязи въ котлѣ, то, даже еще болѣе не обдуманныя распоряженія не привели бы къ такимъ результатамъ; развѣ бы только вызвали частныя опаздыванія и остановки поѣздовъ, которыя не могли бы имѣть чувствительнаго вліянія на ходъ всего дѣла. Между тѣмъ при плохой водѣ, малѣйшее обстоятельство, недопустившее своевременно промыть паровозъ или случайно вызвавшее большія колебанія во внутренней температурѣ котла, достаточны, чтобы сдѣлать паровозъ негоднымъ къ службѣ безъ серіознаго ремонта.

Примѣръ 2-й. Другой не менѣ поучительный примѣръ дѣйствія воды на паровозные котлы можетъ быть взятъ съ Ростово-Владикавказской желѣзной дороги, во время ея постройки.

Какъ при сооруженіи каждой дороги, такъ и Ростово-Владикавказской, паровозы назначались для земляныхъ работъ, баластной возки и для матеріальныхъ поѣздовъ. Въ виду того, что подвозка матеріаловъ должна была производиться для всей линіи только съ одного пункта, именно отъ Ростова, то, чтобы не задерживать работъ, строитель дороги, баронъ Р. Штейнгель организовалъ правильную временную эксплуатацію совѣмъ необходимымъ штатомъ служащихъ. Вслѣдствіе такой организаціи, всѣ паровозы, какъ предназначенные для матеріальной возки, такъ и для земляныхъ и баластныхъ работъ, были ввѣрены вѣдѣнію инженера, временно завѣдывавшаго подвижнымъ составомъ. Организациа временной службы подвижнаго состава подходила къ той, какая дѣлается на дорогахъ, открытых для правильной эксплуатаціи. У каждаго изъ начальниковъ временныхъ депо, хотя и безъ закрытыхъ паровозныхъ сараевъ *), имѣлись необходимые инструменты и штатъ мастеровыхъ; промывка же паровозовъ дѣлалась при помощи инжектора, пользуясь водою тендера промываемаго или даже другого паровоза.

*) Одинъ паровозный сарай на 4 паровоза былъ выстроенъ временно на станціи Ватайскъ, а затѣмъ значительно раньше открытія дороги была окончена постройка постоянныхъ сараевъ, гдѣ затѣмъ и помѣщались паровозы.

Словомъ, было все это организовано гораздо полнѣе и лучше, чѣмъ на многихъ другихъ строящихся дорогахъ. Не смотря на всю эту обстановку дѣла, вновь прибывающіе съ заводовъ паровозы, послѣ самаго непродолжительнаго пробѣга стали останавливаться въ пути отъ течи дымогарныхъ трубъ и связей, стали появляться выпучины и даже трещины въ топкахъ. Въ началѣ никто не предполагалъ, чтобы вода была на столько дурна, какъ она оказалась на дѣлѣ, почему и не принималось всѣхъ мѣръ и предосторожностей. Едва только появились на паровозахъ поврежденія, тотчасъ же было обращено вниманіе на очистку котловъ отъ накипей и грязи, образовавшихся отъ того, что паровозы по цѣлымъ недѣлямъ работали отдѣльно въ карьерахъ и могли собираться въ депо для промывки только въ праздничные дни и то не всѣ, а потому аккуратная и своевременная промывка и очистка дѣлалась невозможны. Съ другой стороны не было примѣнено никакихъ болѣе или менѣе серьезныхъ средствъ для противодѣйствія инкрустаціямъ, потому что еще мало было въ то время извѣстно такихъ средствъ, которыя оказывали бы дѣйствительную помощь и наконецъ все это, поражающее своимъ разрушеніемъ, дѣйствіе воды было еще на столько ново для лицъ, ничего подобнаго не встрѣчавшихъ, что раньше принятія нѣкоторыхъ полумѣръ почти 40 паровозовъ одновременно отказались отъ службы. Они требовали смѣны дымогарныхъ трубокъ, стяжекъ, выпрямленія стѣнокъ топки, а главное очистки внутренности котла отъ грязи. Во многихъ мѣдныхъ топкахъ потолки, имѣвшіе балочныя анкерныя укрѣпленія, дали весьма опасныя выпучины и трещины, требовавшія перемѣны всей топки. Этотъ фактъ доказываетъ несостоятельность укрѣпленія потолковъ балочными анкерами, особенно для дорогъ, имѣющихъ плохую воду, потому что очистка накипи между ними почти невозможна. Напротивъ того, въ паровозахъ, имѣвшихъ топки съ болтовыми потолочными укрѣпленіями, позволявшими весьма удобно проникнуть скребкомъ по всей поверхности потолка, эти укрѣпленія сохра-

нялись превосходно и поврежденія ограничивались только вертикальными топочными стѣнками.

Прилагаемая здѣсь таблица довольно наглядно указываетъ какъ на родъ оказавшихся поврежденій, такъ и на продолжительность службы паровозовъ до образованія этихъ поврежденій. При чемъ нелишнее повторить, что въ указываемый періодъ почти не примѣнялось никакихъ средствъ для уменьшенія образованія накипи въ котлахъ или окончательнаго ея устраненія.

Опись внутренняго состоянія паровозныхъ котловъ Ростово-Владикавказской желѣзной дороги по 3 Октября 1874 года съ указаніемъ срока поступленія паровозовъ на дорогу и продолжительности ихъ службы.

Родъ паровозовъ.	№ № Паровозовъ.	Время поступленія паровозовъ на дорогу.	Продолжительность службы паровозовъ до 3 Октября 1874 года.	Изъ какого матеріала изготовлены топки.	Особенности устройства топки.	Описание характера поврежденій во внутреннихъ частяхъ паровозныхъ котловъ 3 Октября 1874 г.	ПРИМѢЧАНІЯ.
Паровозы Сер. В. товарно-пассажирскіе. Коломенскаго завода.	1	1874 г. 12 Іюня	3 ² / ₃ мѣсяца	С т а л ь н ы й	Б о л ь ш о й	Одна трещина 10 ^m / _m отъ края листа до заклепокъ шва, незначительная течь въ стяжкахъ и трубахъ.	Характерныя поврежденія относимыя по вѣсѣ и распадкѣ въ соединеніи мѣдныхъ наконечниковъ нѣтъ трубъ. Характерныя поврежденія въ топкахъ состояли изъ течь швовъ, топочныхъ листовъ и мелкихъ трещинъ отъ краевъ листовъ до заклепокъ шва.
	2	» » « »	3 ² / ₃ »			Двѣ трещины 10 ^m / _m такая-же слабая течь въ швахъ, стяжкахъ и трубахъ.	
	3	» » 24 »	3 ¹ / ₃ »			тоже.	
	4	» » 25 »	3 ¹ / ₃ »			Исправенъ, но много грязи и накипи въ котлѣ.	
	5	» » » »	3 ¹ / ₃ »			Трещина въ топочномъ листѣ 225 ^m / _m , въ котлѣ много накипи и течь трубъ и стяжекъ.	
	6	» » 6 Іюля	4 »			Течь трубъ, стяжекъ и швовъ, въ котлѣ много накипи, три трещины отъ краевъ листовъ.	
	7	» » 5 Авг.	2 »			Одна трещина 10 ^m / _m отъ края листа топки, слабая течь швовъ и стяжекъ,	
	8	» » 16 »	1 ¹ / ₂ »			Сильная течь трубъ, стяжекъ и швовъ въ топкѣ.	

паровозахъ, заключающихся въ течь трубъ и стяжекъ, въ доныши дымогарныхъ трубъ съ желѣзною дымогарною трубою. На всѣхъ паровозахъ были желѣзные дымогар-

Характерныя поврежденія при желѣзныхъ топкахъ состояли изъ течь швовъ и трещинъ въ листовъ стенокъ (образованіе пленъ), течь швовъ и трещинъ въ листовъ.

Б о л ь ш о й	Отправленъ на заводъ генер. Мальцева для перемѣны топки.
	Всѣ стѣнки топки въ пленкахъ, течь связей и швовъ съ трубъ.
	Тоже самое.
	Тоже самое.
	Отправленъ на заводъ Мальцева для перемѣны топки.
	Всѣ стѣнки въ пленкахъ, течь связей, швовъ и дымогарныхъ трубъ.
	Тоже.
	Тоже.
	Отправленъ на заводъ Мальцева для перемѣны топки.
	Стѣнки топки въ пленкахъ, течь связей и трубъ.
	Плены и трещины въ топочныхъ листахъ, течь трубъ, стяжекъ и швовъ.
	Трещина въ топочномъ листѣ 500 М.М. Течь трубъ и стяжекъ.
	Плены въ топочныхъ листахъ и трещины, течь трубъ, стяжекъ и швовъ.
	Трещина въ топочномъ листѣ 750 М.М. течь трубъ, стяжекъ и швовъ.
	На стѣнкахъ топки много пленъ, двѣ трещины, течь трубъ, стяжекъ и швовъ.
	Плены на стѣнкахъ топки, одна трещина, течь швовъ и стяжекъ.
	Плены на стѣнкахъ топки, течь швовъ.
	Исправенъ.

Ж е л ѣ з н ы й

Стальные

Желѣзн.

Стальные

Ж е л ѣ з н ы й

Паровозы серіи В, товарные пассажирскіе завода генерала Мальцева.

Родъ паровозовъ.	№ паровозовъ.	Время поступленія паровозовъ на до-рогу.	Продолжитель-ность службы паровозовъ до 3 октября 1874 года.	Изъ ка-кого мате-ріала из-готовле-ны топки.	Особый уриваніи по-топки топки.	Описаніе характера поврежде-ній во внутреннихъ частяхъ паровозныхъ котловъ 3 Октября 1874 г.	ПРИМЪЧАНІЯ.
Паровозы серіи Д, товарные шести-коленные завода Русскаго Общества.	145	1874 г. 21 Марта	6 ¹ / ₃ мѣсяца	М ѣ л у н ы я	А н к е р н ы я	Трещина въ топочномъ потолкѣ, вы-пучины на потолкѣ и боковыхъ стѣн-кахъ топки, течъ трубъ и стяжекъ.	Характерныя поврежденія, относящіяся ко всему паровозу, дымогарныхъ трубъ и распайкъ въ соединеніи мѣдныхъ наконечни-паровозахъ были желѣзными дымогарными трубками. Характерныя поврежденія въ мѣдныхъ топкахъ состояли въ особености на потолкѣ, въ стѣнѣ анкерного укрѣпленія потолка,
	146	» » 20 Апр.	6 ¹ / ₃ »			Выпучины на топочномъ потолкѣ и щель на боковыхъ стѣнкахъ, течъ трубъ и стяжекъ.	
	147	» » 28 »	6 »			Тоже.	
	148	» » 15 Июля	3 ² / ₃ »			Трещина въ топочномъ потолкѣ, вы-пучины на потолкѣ и стѣнкахъ топки, течъ трубъ и стяжекъ.	
	149	» » 25 Мая	4 ¹ / ₃ »			Трещина въ топочномъ потолкѣ, вы-пучины на потолкѣ и стѣнкахъ топки, течъ трубъ, стяжекъ и пивовъ.	
	150	» » 9 Мар.	6 ² / ₃ «			Тоже.	
	151	1873 г. 4 Нояб.	11 »			Течъ трубъ, стяжекъ и выпучины на потолкѣ и стѣнкахъ.	
	152	» » 19 «	10 ¹ / ₂ »			Тоже.	
	153	» » 6 Декаб.	10 »			Трещина въ топочномъ потолкѣ, вы-пучины на потолкѣ и боковыхъ стѣ-нахъ, течъ трубъ и стяжекъ.	

Паровозы сер. Ж, т. варные шести-коленные Коломенскаго завода.	137	1874 г. 22 Январ.	8 ¹ / ₃ »	М ѣ л у н ы я	А н к е р н ы я	Выпучины на потолкѣ и боковыхъ стѣнкахъ топки, течъ трубъ и стя-жекъ.	образованіи выпучинъ въ топочныхъ стѣнкахъ и въ такъ образовались и трещины.
	138	» » » »	8 ¹ / ₃ »			Тоже.	
	139	» » 8 Марта	6 ¹ / ₃ »			Тоже:	
	140	» » » »	6 ¹ / ₃ »			Тоже.	
	141	» » » »	6 ¹ / ₃ »			Трещина въ потолочномъ листѣ топ-ки, выпучины, течъ трубъ и связей.	
	142	» » 14 »	6 ² / ₃ »			Выпучины въ потолкѣ топки и стѣ-нахъ, течъ трубъ и связей.	
	143	» » 28 Июля	3 »			Тоже.	
	144	» » 3 Июля	3 »			Трещина въ топочномъ потолкѣ, течъ трубъ и связей, выпучины на стѣнкахъ.	

Изъ таблицы видно, что паровозы послѣ службы отъ 1 до 6 мѣсяцевъ пришли въ окончательную негодность и требовали капитального ремонта. Характеръ поврежденій прямо указываетъ, что они произошли главнѣйшимъ образомъ отъ воды.

Наблюденія въ Америкѣ показали, что на одной и той-же дорогѣ число случаевъ появленія трещинъ въ топкахъ зависитъ отъ состава воды и толщины слоя накипи; такъ на примѣръ: на тѣхъ участкахъ дорогъ въ Иллинойсѣ, гдѣ вода содержитъ въ галлонѣ воды до 84 грам. растворимыхъ солей, въ теченіи двухъ лѣтъ въ 565 стальныхъ топкахъ оказалось 105 листовъ въ трещинахъ. На участкахъ-же съ содержаніемъ солей отъ 8 до 30 грам. въ галлонѣ воды, изъ 380 топокъ оказались трещины только въ 16 топкахъ.

Этихъ примѣровъ достаточно, чтобы, совмѣстно съ предъидущими выводами, уяснилось вполне, на сколько важно для питанія паровыхъ котловъ вообще, а въ особенности паровозныхъ, употребленіе чистой воды, не имѣющей въ растворѣ своемъ солей. Въ природѣ никогда не встрѣчается вода, абсолютно не содержащая никакихъ солей, но этого и не требуется. Нужно только, чтобы солей было мало и чтобы при самой продолжительной работѣ пароваго котла, безъ выпуска воды, осадковъ въ немъ не образовалось; а если наконецъ нельзя получить и такой воды, то необходимо прибѣгнуть къ искусственнымъ средствамъ ея очищенія или-же стараться сдѣлать осадки ея по возможности безвредными какъ для прочности и исправнаго дѣйствія пароваго котла, такъ равно и въ отношеніи расходовъ топлива.

Такъ какъ плохая вода производитъ огромныя разрушенія въ паровозахъ, а слѣдовательно и денежныя убытки, то въ нѣкоторыхъ случаяхъ, даже самое дорогое средство очистки воды въ экономическомъ отношеніи можетъ быть оправдано, если сравнить его стоимость съ расходами, при недоброкачественной водѣ, на ремонтъ паровозовъ и ихъ отопленіе, не говоря уже о тѣхъ убыткахъ, которые являются на дорогѣ отъ остановки по-

ѣздовъ въ пути и ихъ запаздыванія вслѣдствіе порчи паровозовъ. Приведенные примѣры не составляютъ исключительнаго явленія; свойства воды описанныхъ дорогъ мнѣ болѣе извѣстны, а потому я и рѣшился воспользоваться случаями на нихъ бывшими, для возможно нагляднаго разбора вопроса о водѣ. Правда, что едва-ли на какой либо дорогѣ можно встрѣтить какія неблагопріятныя условія, какія существуютъ на Ростово-Владикавказской; но воды дурнаго качества, хотя и въ меньшей степени, есть также на южномъ участкѣ Харьковско-Азовской, частью Воронежско-Ростовской и Одесской желѣзныхъ дорогахъ, на незначительныхъ участкахъ Лозово-Севастопольской дороги, а за тѣмъ не участками, а отдѣльными мѣстами попадаются на всѣхъ дорогахъ.

12. Механическія примѣси. Кромѣ солей, находящихся въ растворѣ, бываетъ иногда въ водѣ весьма много чисто механическихъ примѣсей изъ мельчайшихъ частицъ песка и въ особенности глины, образующихъ въ ней большую или меньшую муть. Песокъ скоро отстаивается въ бакахъ, но глина требуетъ довольно продолжительнаго времени и не рѣдко приходится наполнять тендера мутною водою, а изъ нихъ въ такомъ же состояніи вода поступаетъ въ котель. Хотя всѣ эти механическія, нерастворимыя примѣси не образуютъ котельнаго камня, но за то въ котлахъ накапливается много грязи, которая вредно вліяетъ на парообразованіе и на прочность котловъ. Особенно много грязи бываетъ въ водѣ, протекающей по глинистой почвѣ, и ея тѣмъ болѣе, чѣмъ теченіе быстрѣе; поэтому многія горныя рѣки имѣютъ постоянно мутную воду, какъ на примѣръ на Кавказѣ: Кума, Подкумокъ, Малка, даже Кубань и Терекъ. Во время сильныхъ дождей и періодическихъ разлизовъ, всѣ проточныя воды бываютъ въ большей или меньшей степени мутны, а нѣкоторые ручьи и рѣки несутъ почти одну грязь. Такъ, на примѣръ, на станціи Минеральныя воды Ростово-Владикавказской дороги, снабжаемой водою изъ рѣки Кумы, въ бакахъ водоемнаго зданія въ тече-

ніи недѣли накапливается отъ 200 до 300 пудовъ густой грязи; водопроводныя трубы засоряются и въ самое непродолжительное время истираются цилиндры, поршни и стержни насосовъ, вслѣдствіе чего требуютъ часто обточки, или-же замѣны новыми. Износъ насосовъ, хотя и въ меньшей степени, но все таки весьма значителенъ на всѣхъ тѣхъ станціяхъ, которыя снабжаются водою изъ рѣкъ и источниковъ, въ которыхъ всегда есть муть.

При всемъ томъ мутность воды еще не опредѣляетъ ея качествъ; механическія примѣси удаляются сравнительно весьма простыми и не дорогими средствами, а сама вода можетъ быть прекрасною по незначительному содержанію въ ея растворѣ вредныхъ солей.

Изъ сказаннаго видно, что при устройствѣ водоснабженій все вниманіе должно быть обращено не столько на внѣшній видъ воды, сколько на содержимость въ ней растворимыхъ солей. Весьма часто прекрасная на видъ и прозрачная вода совершенно негодна для питанія паровыхъ котловъ, и на оборотъ вода мутная и темная можетъ оказаться превосходною для питанія паровозовъ, если только удалить изъ нея муть.

ГЛАВА II.

Выборъ источниковъ. Устройство водоснабженій между станціями.

1. Значеніе выбора источниковъ. Одно изъ главныхъ средствъ обезпечить снабженіе паровозовъ по возможности удовлетворительною водою есть выборъ источниковъ для водоснабженія станцій. Съ этою цѣлью должны быть при сооруженіи дороги сдѣланы самыя внимательныя и полныя изысканія, какъ въ отношеніи обилія водъ, такъ равно по содержанію въ нихъ солей. Содержаніе солей въ водѣ должно быть опредѣлено химикомъ самымъ точнымъ образомъ; только имѣя передъ собою таблицы состава водъ, какъ у самой линіи

дороги, такъ и въ нѣкоторомъ разстояніи отъ нея, слѣдуетъ рѣшиться на выборъ того или другого источника. Вообще слѣдуетъ стремиться, по возможности, располагать станціи въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ удобнѣе имѣть воду хорошаго качества, если только другія соображенія это позволяютъ.

2. Водоснабженіе на пути при дѣятельномъ движеніи. Въ тѣхъ случаяхъ, когда мѣсто для станціи нельзя измѣнить по желанію, а оно опредѣляется разными торговыми или другими весьма важными обстоятельствами тогда вмѣсто того, чтобы пользоваться водою, которая имѣется на самой станціи и для паровозовъ не годна, лучше будетъ построить въ сторонѣ отъ дороги, хотя и на довольно значительномъ разстояніи, водоподъемное зданіе и отъ него къ станціи водопроводъ, если только вода того источника оказывается хорошихъ качествъ и можетъ быть добыта въ достаточномъ количествѣ.

Если же кругомъ станціи нигдѣ не встрѣчается воды хорошихъ качествъ, то можно рѣшиться на постановку водоемнаго зданія на пути между станціями и такимъ образомъ основать особую водяную станцію. При большомъ движеніи по дорогѣ, эта станція должна имѣть необходимыя разѣздныя и запасныя пути, также гидравлическіе краны для быстраго наполненія паровозовъ водою.

Если станція, неимѣющая годной для питанія паровозовъ воды, принадлежитъ къ весьма дѣятельнымъ въ отношеніи передвиженія грузовъ, если отъ этой станціи идутъ желѣзнодорожныя вѣтви, если она стоитъ у подошвы подъемовъ и на ней производится смѣна паровозовъ, то при значительномъ удаленіи водяной станціи, когда по какимъ либо причинамъ окажется неудобнымъ устроить водопроводъ, слѣдуетъ даже имѣть особый путь, назначенный исключительно для посылки паровозовъ за водою, дабы не стѣснять движенія поѣздовъ.

3. Водоснабженіе на пути при среднемъ движеніи. Когда движеніе на дорогѣ небольшое, то можно установить водоснабженіе на пути около рельсовъ, не устраивая для этого

спеціальной станціи съ запасными путями, стрѣлками и т. п. Время-же остановки поѣзда въ пути отъ 5 до 15 минутъ для наполненія тендера водою, слѣдуетъ только включить въ росписание хода поѣздовъ. При томъ движеніи, какое существуетъ на большинствѣ нашихъ дорогъ, даже и при большемъ движеніи, такая остановка поѣзда въ пути ни сколько не можетъ мѣшать приходу поѣздовъ во время. Способъ устройства такихъ водоснабженій зависитъ отъ того, находятся-ли источники у самого полотна дороги или же въ нѣкоторомъ разстояніи отъ него. Въ томъ случаѣ, если источникъ находится въ сторонѣ отъ полотна и разстояніе до него довольно велико, и если нельзя провести воды естественнымъ напоромъ, то водяные, вѣтренные, конные или паровые двигатели устанавливаются съ насосами у самого источника и отсюда уже, при помощи водопроводныхъ трубъ, приходится гнать воду до бака, имѣющагося у полотна дороги и служащаго для наполненія тендеровъ водою.

Находятся-ли источники воды у полотна дороги или въ нѣкоторомъ разстояніи отъ него, коль скоро движеніе поѣздовъ можетъ быть причислено къ бойкимъ, то устройство водоснабженій ни чѣмъ почти не разнится отъ находящихся на станціяхъ. Въ обоихъ случаяхъ должны быть устанавливаемы водоемныя зданія съ баками достаточной вместимости, въ которыхъ постоянно находилось бы нужное количество воды для немедленнаго наполненія тендера проходящаго поѣзда и что бы время, требуемое для остановки поѣзда и наполненія тендера, не превышало 5 минутъ. Тутъ водоемныя зданія могутъ быть каменные или деревянные, а баки желѣзные, какъ на всѣхъ станціяхъ; также устраиваютъ баки изъ дерева, какъ и все зданіе, на примѣръ по американскому образцу, представленному на чертежѣ 7 листа XX. Тутъ на прочно поставленныхъ столбахъ *a*, связанныхъ поверху насадками *b* и раскосами *c*, помѣщается деревянный, цилиндрической формы бакъ *d*, вместимостью отъ 5 до 8 куб. метровъ. Устройство

этого бака сходно съ устройствомъ деревянной бочки. Стѣнки его сдѣланы изъ прочныхъ, впущенныхъ одна въ другую досокъ, стянутыхъ вмѣстѣ помощью солидныхъ желѣзныхъ обручей; при чемъ всѣ швы этого бака (какъ стѣнокъ, такъ и днища) должны быть хорошо проконопачены и осмолены. Сверху обыкновенно бакъ прикрывается довольно легкою досчатою или толевою крышею.

Для наполненія тендера, при помощи веревки *e* и рычаговъ *f* и *o*, подымается клапанъ *i*, послѣ чего вода изъ бака устремляется въ колѣчатую трубу *p*, а изъ нея, по устроенному на шарнирѣ изъ листового желѣза стѣнному крану *k*, выливается въ тендеръ. Стѣнный кранъ *k* обыкновенно подвѣшивается на особомъ канатѣ, который перекидывается черезъ блокъ *n*. Если потянуть этотъ канатъ, то кранъ принимаетъ вертикальное положеніе и помѣщается около стѣнки бака, при чемъ движеніе это регулируется противовѣсомъ. Чтобы вода въ бакѣ не замерзала, слѣдуетъ устанавливать подъ бакомъ особый нагрѣватель, коего дымовую трубу можно проводить вверхъ сквозь бакъ; а въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ труба пересѣкаетъ дно бака и крышу, нужно при помощи желѣзныхъ листовъ и войлока ее изолировать отъ деревянныхъ частей. Помѣщеніе подъ бакомъ необходимо также прикрыть отъ дѣйствія непогоды, сдѣлавъ, хотя на зиму, легкую досчатую обшивку вокругъ столбовъ. Описанное зданіе стоитъ весьма недорого, въ особенности, гдѣ имѣется лѣсъ подъ рукою; его установка весьма не сложна и примѣнима на всякомъ мѣстѣ.

4. Водоснабженіе на пути при слабомъ движеніи. Американскіе паровые насосы. При незначительномъ движеніи, когда можно допустить стоянку поѣзда на пути до 15 минутъ и когда имѣются источники у полотна дороги, устройство баковъ не составляетъ необходимости, потому что можно накачивать воду прямо изъ источника въ тендеръ, пользуясь паромъ отъ паровоза. Лучшими машинами для этого могутъ быть американскіе паровые насосы и элеваторы, а также инжекторы.

Американскіе паровые насосы, съ прямолинейнымъ дѣйствіемъ системъ Тайлора, Деккера, и еще лучше дѣйствующіе съ расширеніемъ, системы Валькера, устанавливаются на не большомъ фундаментѣ въ маленькой каменной или деревянной будѣ, устраиваемой для прикрытія ихъ отъ непогоды. Въ такому насосу проводится паропроводная трубка (можетъ быть и газовая), верхній конецъ которой помощью гайки привинченъ къ пожарному крану, имѣющемуся почти у всѣхъ инжекторовъ новыхъ паровозовъ, а если на какихъ-либо паровозахъ такихъ крановъ нѣтъ, то во всѣхъ отношеніяхъ полезно ихъ устроить.

Желая пустить насосъ въ дѣйствіе, закрываютъ на паровозѣ кранъ, проводящій воду къ инжектору, открываютъ паровой кранъ у паровоза, выпускаютъ паръ по пожарному крану въ эту паропроводную трубу, на которой еще у самого насоса устанавливается паровой аппаратъ для выпуска пара въ паровой цилиндръ насоса. Такъ какъ послѣ накачиванія воды необходимо отвести въ сторону верхній конецъ трубы, прикрѣпляемой къ паровозному инжектору во избѣжаніе поломки его, то конецъ этотъ дѣлается вращающимся въ горизонтальной плоскости помощью винтовой рѣзьбы въ муфтѣ, которая соединяетъ обѣ трубы.

Подобно паропроводной, идетъ отъ насоса къ верху водопроводная труба и ей дается видъ гидравлическаго путевого крана; ее такъ располагаютъ, чтобы когда паровая труба соединена съ пожарнымъ краномъ инжектора, то водопроводную трубу можно было бы поставить непосредственно надъ любымъ тендера. Труба эта должна быть тщательно предохраняема отъ мороза и воду изъ нея, а равно и изъ насоса, слѣдуетъ выпускать послѣ каждого накачиванія.

5. Водоснабженіе при помощи инжектора. Накачиваніе воды въ тендеръ при помощи пароваго инжектора еще проще, хотя требуетъ гораздо большаго расхода пара. При этомъ способѣ снабженія водою не зачѣмъ держать особаго водока-

чальнаго машиниста, такъ какъ работа можетъ быть произведена поѣзднымъ машинистомъ: стоитъ только привернуть паропроводную трубу къ паровозному инжектору и впустить въ нее паръ изъ пароваго котла, чтобы водокачальный инжекторъ сталъ дѣйствовать и гнать воду въ тендеръ. Установка паровой трубы и водопроводныхъ трубъ дѣлается также, какъ и въ предъидущемъ случаѣ.

6. Водоснабженіе при помощи элеватора. Примѣненіе всасывающихъ элеваторовъ системы братьевъ Кертингъ еще болѣе упрощаетъ устройство водоснабженія на пути между станціями. Элеваторъ приводится въ дѣйствіе также, какъ инжекторы паромъ паровоза и по простотѣ своего устройства не требуетъ особаго машиниста, потому что накачиваніе воды можетъ быть свободно производимо прямо поѣзднымъ машинистомъ, какъ при инжекторѣ. Способъ проведенія паропроводныхъ и водопроводныхъ трубъ тотъ же, что для инжекторовъ и американскихъ насосовъ. Въ остальномъ, установка элеватора видна на чертежѣ 5 листа XX, гдѣ *A* есть колодезь, *B* элеваторъ, *a* паропроводная труба, *b* всасывающая, *c* сѣтка всасывающей трубы и *d* водоподъемная труба.

Для того, чтобы привести элеваторъ въ дѣйствіе, стоитъ только пустить паръ въ паропроводную трубу *a*; онъ войдетъ въ элеваторъ *B*, куда помощью рукава *b* вода всасывается изъ колодца и гонится въ тендеръ по водоподъемной трубѣ *d*. Впуская паръ изъ котла въ паропроводную трубу, слѣдуетъ въ началѣ открывать по немногу паровой кранъ, пока не начнется всасываніе жидкости и затѣмъ быстро открыть его вполне. Для остановки дѣйствія элеватора, стоитъ только закрыть паровой кранъ котла. Въ виду того, что иногда сѣтка всасывающаго рукава бываетъ засорена, полезно устраивать близъ гидравлическаго крана въ водоподъемной трубѣ особый кранъ; если закрыть этотъ кранъ и прекратить вытеканіе воды изъ гидравлическаго крана въ тендеръ, то при открытіи пароваго кранѣ котла, паръ направится къ всасывающей трубѣ и продуетъ вполне какъ ее, такъ и сѣтку.

Наибольшая подъемная высота, на которой может обазывать дѣйствіе элеваторъ, зависитъ отъ упругости пара въ питающемъ его котлѣ. Зависимость между этими величинами выражается слѣдующими цифрами:

При давленіи пара въ атмосферахъ. 1. 2. 3. 4. 5.

Высота подъема въ метрахъ есть. . 4. 12. 20. 30. 38.

Количество же воды, доставляемой въ часъ, при діаметрѣ паропроводной трубы въ 8 сантим. и всасывающей въ 12 сантиметровъ, составляетъ до 60000 метровъ, т. е. 60 кубическихъ метровъ. Эту цифру можно считать за максимумъ а въ дѣйствительности слѣдуетъ принять только до 40 кубическихъ метровъ, что составитъ для 5 минутъ качанія болѣе 3 кубическихъ метровъ, совершенно достаточныхъ для наполненія тендера.

Польза такого устройства водоснабженія очевидно заключается въ простотѣ и дешевизнѣ исполненія и содержанія. Элеваторъ не имѣетъ не только никакихъ движущихся частей, но даже и клапановъ, не подверженъ изнашиванію, а потому почти не требуетъ ни малѣйшаго ремонта. Кромѣ того, для него нѣтъ надобности возводить какое-нибудь строеніе или дѣлать какія-либо спеціальныя опоры для установки. Его укрѣпляютъ обыкновенно на водоподъемныхъ трубахъ и вмѣстѣ съ ними опускаютъ въ колодезь.

Для усиѣннаго дѣйствія элеватора нужно, чтобы паропроводныя и водоподъемныя трубы были по возможности прямы и соответственнаго, по требуемому количеству воды, діаметра. При значительной длинѣ трубъ, размѣры ихъ сѣченія полезно нѣсколько увеличивать. Крутые повороты въ трубахъ, какъ и во всякомъ водоснабженіи, должны быть тщательно избѣгаемы. Прежде соединенія трубъ съ элеваторомъ, онѣ должны быть хорошо вычищены, всего же лучше продуть ихъ паромъ высокаго давленія.

7. Водоснабженіе Шеренберга. Еще къ числу весьма несложныхъ водоснабженій на пути можетъ быть отнесено

остроумное изобрѣтеніе инженера Шеренберга (чер. 1 и 2 листа XX). Устройство, имъ предложенное, заключается въ слѣдующемъ:

Строится круглый колодезь *A* съ каменными стѣнами *C*; стѣны колодца не оканчиваются у поверхности земли, но выводятся выше въ видѣ башни. Высота этой башни должна быть такая, чтобы вода съ ея вершины могла естественнымъ напоромъ по гидравлическому крану поступать въ бакъ тендера. На верхъ башни поднимаютъ воду въ кругломъ бассейнѣ *B*, вмѣстимостью около 3 кубическихъ метровъ и склепанномъ изъ листового желѣза, при помощи цѣпей или проволочныхъ канатовъ *a* и блоковъ *g*, приводимыхъ въ движеніе силою поѣзднаго паровоза. Въ днѣ бассейна есть два клапана *b*, которые, при его подниманіи, прижимаются къ дну вѣсомъ воды и находятся въ закрытомъ состояніи; а на оборотъ, когда бассейнъ опустится, то клапаны встрѣтятъ воду и откроются ея сопротивленіемъ, когда бассейнъ опустится на кронштейны *h* внизу колодца. Нижнее положеніе бака изображено сплошными линіями, а верхнее пунктиромъ. Чугунная водопроводная труба *d* въ колодцѣ имѣетъ загибъ, который соединяется съ бассейномъ помощью резинового рукава *e*, такъ что по поднятіи бассейна, вода изъ него при посредствѣ этого рукава переливается въ водопроводную трубу *d* и затѣмъ идетъ къ гидравлическому крану.

При описанномъ устройствѣ наполненіе тендера производится такъ, что когда паровозъ поровняется съ мѣстомъ расположенія на пути блока *M*, онъ отцѣпляется отъ поѣзда, затѣмъ конецъ проволочнаго каната или цѣпи, помощью имѣющагося на немъ кольца *k*, надѣваютъ на тяговой тендерный крюкъ, паровозъ идетъ къ гидравлическому крану *f*, помѣщенному на такомъ разстояніи отъ блока *M*, что когда люкъ тендернаго бака подойдетъ къ крану, то бассейнъ достигнетъ мѣста, назначеннаго пунктиромъ. Если-бы оказалось, что одного бассейна воды недостаточно, то машинистъ отъѣзжаетъ на прежнее мѣ-

сто, опять возвращается къ гидравлическому крану и наполняет вторично тендеръ. Окончивъ затѣмъ наполненіе тендера и повернувъ гидравлическій кранъ параллельно пути, паровозъ отбѣзжаетъ на прежнее мѣсто, отцѣпляетъ кольцо каната и беретъ поѣздъ.

Изъ этого краткаго описанія видно, что устройство такого водоснабженія весьма просто и не должно быть дорого; при немъ не нужно держать не только спеціального машиниста но даже и сторожа. Наконецъ вся работа наполненія тендера водою до того не сложна, что требуетъ весьма не много времени, даже меньше, чѣмъ при пользованіи американскими насосами, инжекторами и элеваторами. Видимый-же недостатокъ этого рода водоснабженія заключается въ томъ, что не на всякомъ мѣстѣ его можно примѣнить. Необходимыми для него условіями должна быть близость колодца къ полотну дороги и не слишкомъ большая разниа въ высотѣ между поверхностью рельсовъ и уровнемъ воды въ колодцѣ—иначе нужно строить весьма высокія башни, чтобы имѣть достаточный напоръ воды.

8. Заключение о водоснабженіяхъ. Кромѣ описанныхъ здѣсь средствъ снабженія тендеровъ водою на пути между станціями, имѣется много другихъ, болѣе или менѣе подходящихъ къ каждому данному случаю средствъ, описаніе которыхъ составляетъ предметъ спеціальныхъ по этому вопросу сочиненій. Здѣсь я считаю полезнымъ указать на сочиненія и статьи по этой части инженера Бородина, которыя по ясности изложенія и вопросамъ въ нихъ разбираемымъ, составляютъ не малый интересъ для всѣхъ лицъ, занимающихся этимъ дѣломъ.

Краткое-же описаніе нѣкоторыхъ способовъ водоснабженія на пути между станціями дано здѣсь съ тою только цѣлью, чтобы указать на возможность избѣгать еще при сооруженіи дороги если не вполне, то хотя отчасти, такихъ источниковъ которыхъ вода не годна для паровозовъ и устраивать водоснабженія оттуда, гдѣ окажется вода лучше, не стѣсняясь необходимостью помѣщать его на станціи.

ГЛАВА III.

Очистка воды отъ механическихъ примѣсей.

1. Необходимость очищенія воды. Если вода по содержанію растворимыхъ солей не относится къ плохимъ и не способна или малоспособна образовать въ котлѣ накипь, но зато содержитъ много чисто механическихъ примѣсей, мелкихъ частицъ песку и глины, то во избѣжаніе засариванія водопроводныхъ трубъ, порчи насосовъ и, наконецъ, питанія паровозныхъ котловъ мутною водою, образующею грязь, необходимо прежде поступленія ея изъ источниковъ въ насосы, по возможности очистить, т. е. отдѣлить отъ воды плавающія въ ней частицы земли, послѣ чего вода становится вполне годною для питанія паровыхъ котловъ и при накачиваніи не засоряетъ водопроводныхъ трубъ и не портитъ насосовъ съ ихъ принадлежностями.

Отдѣленіе землястыхъ частицъ отъ воды можетъ быть произведено двоякимъ образомъ: отстаиваніемъ ея и фильтраціею.

2. Отстойные бассейны. Процессъ отстаиванія основанъ на томъ, что землястыя частицы, плавающія въ водѣ, вслѣдствіе большаго ихъ вѣса, чѣмъ вода, опускаются внизъ. Чѣмъ удѣльный вѣсъ частицъ больше и чѣмъ высота паденія на дно сосуда меньше, тѣмъ отстаиваніе совершается скорѣе, такъ что, для возможности отстаивать воду, необходимо имѣть много мѣста, на которомъ было бы удобно устроить довольно обширные и неглубокіе бассейны.

Такъ какъ мутю больше всего страдаютъ проточныя воды, то вообще систему устройства бассейновъ для отстаиванія воды можно изобразить чертежами 11, 12 и 13 листа XX. *A* есть рѣчка, направленіе теченія коей показано стрѣлкою, *B* есть бассейнъ. Если въ рѣкѣ вода течетъ по направленію, показанному стрѣлкою, то она, дойдя до начала рукава *k*, соединяющаго бассейнъ съ рѣкою, т. е. у сѣченія *ab*, переходитъ сразу

въ болѣе широкое русло и скорость ея уменьшается; при чемъ землястыя частицы, какъ имѣющія вѣсъ болѣе, чѣмъ вода, вслѣдствіе инерціи, продолжаютъ движеніе по направленію стрѣлки съ болѣею скоростью, чѣмъ частицы воды того же сѣченія ab , которыя, въ свою очередь, освободившись отъ части отъ землястыхъ примѣсей, дѣлаютъ поворотъ и часть ихъ уходитъ въ бассейнъ. Чѣмъ болѣе въ бассейнѣ помѣщается воды, тѣмъ прибыль изъ рѣки нѣкотораго количества, все еще весьма мутной, воды менѣе отражается на общей чистотѣ всего бассейна; пока совершится полное смѣшеніе прибывшей воды съ имѣвшеюся въ бассейнѣ, землястыя частицы почти всѣ успѣютъ осѣсть на дно и взмучиваніе воды бассейна ограничится лишь на нѣкоторомъ разстояніи отъ впускнаго рукава k , а на противоположномъ его концѣ вода можетъ остаться почти совершенно чистою.

Если мѣсто не позволяетъ имѣть большой бассейнъ, то слѣдуетъ устроить два малыхъ (какъ на чертежѣ 12, первый B —больше, а второй C —меньше). Соединяя ихъ довольно узкимъ рукавомъ m , можно достигнуть того, что въ бассейнѣ C будетъ вода почти совершенно прозрачная.

Для того, чтобы въ бассейнѣ вода дѣйствительно могла останавливаться, нужно рукавъ k направить подъ тупымъ угломъ къ теченію рѣки. При остромъ же углѣ въ широкомъ рукавѣ k струя текущей воды, вмѣстѣ съ содержащеюся въ ней грязью, разложится на двѣ, изъ коихъ одна будетъ бить прямо въ бассейнъ и мутить воду, а другая будетъ слѣдовать по руслу рѣки.

Величина бассейна зависитъ отъ скорости теченія рѣки и должна увеличиваться вмѣстѣ съ увеличеніемъ скорости; ибо чѣмъ въ рѣкѣ теченіе быстрее, тѣмъ въ каждую единицу времени больше протекаетъ воды и тѣмъ большее ея количество входитъ въ бассейнъ. Вообще можно принять, что площадь бассейна около 400 кв. метровъ почти достаточна; но если есть возможность ее увеличить, то этого упускать не слѣдуетъ. Въ

отношеніи очертанія береговъ бассейна можно сказать, что оно зависитъ отъ расположенія береговъ рѣки и опредѣляется также возможно меньшимъ количествомъ работъ. Наивыгоднѣйшее начертаніе береговъ бассейна показано на чертежѣ 11, а именно, когда вода, вступающая изъ рукава въ бассейнъ, встрѣчаетъ возможно широкое его сѣченіе cd : тогда осажденіе землястыхъ частей начинается тотчасъ по вступленіи въ бассейнъ, близъ исходнаго сѣченія рукава ef и не распространяется до противоположнаго узкаго конца g бассейна, по возможности удаленнаго отъ соединительнаго рукава k . Въ этомъ концѣ вода будетъ самая чистая, туда и должно опускать пріемный рукавъ всасывающей трубы водоснабженія. Форму бассейна на чертежѣ 13 нельзя считать хорошею. Площадь поперечнаго сѣченія рукава k должна быть по возможности мала, дабы въ меньшей степени производилось возмущеніе воды въ бассейнѣ.

3. Осадочные колодцы. Вмѣсто отстойныхъ бассейновъ можно употреблять для очищенія воды осадочные колодцы. Идея ихъ устройства заключается въ слѣдующемъ. Мутная вода изъ рѣки помощью трубы a (чер. 8, 9 и 10 листа XX), имѣющей сильный уклонъ, приводится въ колодезь b_1 , при чемъ низъ трубы a не доходитъ до дна колодезя b_1 на 1 или 1.5 метра. Уровень воды въ колодцѣ и рѣкѣ будетъ одинъ и тотъ же, какъ въ двухъ сообщающихся сосудахъ.

Изъ колодца b_1 , ниже низкаго уровня воды, выводится труба a_2 и направляется въ колодезь b_2 ; изъ него выводится труба a_3 съ такой же высоты, какъ и въ предыдущемъ колодцѣ и направляется къ колодцу b_3 и т. д. Сколько бы ни было колодцевъ, они устраиваются всѣ одинаковымъ образомъ и расположеніе входныхъ и выходныхъ отверстій трубъ a_1, a_2, a_3 въ каждомъ изъ нихъ одинаково; только послѣдній колодезь дѣлается нѣсколько болѣе всѣхъ предыдущихъ и въ него опускается всасывающій рукавъ водопровода. Колодцы располагаются, въ зависимости отъ мѣстныхъ условій, въ одну линію

или же въ нѣсколько рядовъ; взаимное расположеніе ихъ и соединительныхъ трубъ довольно ясно видно на чертежахъ.

Когда изъ послѣдняго колодца, куда отпущенъ всасывающій рукавъ, начнется выкачиваніе воды, то по мѣрѣ того какъ уровень ея въ немъ понижается, тотчасъ же для равновѣсія будетъ прибывать такая же доля воды изъ смежнаго колодца; убыль въ этомъ колодцѣ вызоветъ притокъ изъ слѣдующаго и т. д. до тѣхъ поръ, пока наконецъ убыль пополнится водою изъ рѣки; такъ что вслѣдствіе этого переливанія воды изъ одного колодца въ другой, уровень воды во всѣхъ колодцахъ будетъ почти одинъ и тотъ же.

При такой циркуляціи вода каждый разъ, достигая колодца, осаждаетъ часть своихъ примѣсей на дно его, а изъ верхнихъ частей, въ болѣе очищенномъ состояніи, передается слѣдующему колодцу; по этому каждый послѣдующій колодезь имѣетъ воду болѣе чистую, чѣмъ предъидущій и чѣмъ болѣе такихъ колодцевъ, тѣмъ вода въ послѣднемъ колодцѣ будетъ чище. Очищеніе воды, при помощи осадочныхъ колодцевъ, имѣетъ то преимущество передъ бассейнами, что требуетъ менѣе мѣста и менѣе зависитъ отъ очертанія береговъ рѣки.

Для очистки колодцевъ отъ грязи закрываютъ шлюзъ *b*, чтобы не допускать притока воды изъ рѣки въ колодцы и затѣмъ выкачиваютъ изъ нихъ воду, на сколько достааетъ сосокъ водопровода; послѣ этаго производится очистка нижней части колодцевъ отъ грязи. Какъ эти колодцы, такъ и соединительныя трубы могутъ быть деревянные и устройство ихъ не дорого обходится.

4. Фильтрація. Устраивать отстойные бассейны и даже осадочные колодцы не всегда возможно. При высокихъ берегахъ рѣки сооруженіе ихъ обходится слишкомъ дорого и не всегда выполнимо; въ такихъ случаяхъ, для очищенія воды отъ механическихъ примѣсей, прибѣгаютъ къ устройству фильтровъ.

Фильтрація воды основана на томъ, что воду заставляютъ протекать сквозь какое нибудь скважистое вещество; скважины

должны быть такъ мелки, чтобы могли задерживать частицы механическихъ примѣсей или, по крайней мѣрѣ, замедлять ихъ движеніе, вслѣдствіе чего частицы эти отдѣляются отъ воды. Количество примѣсей, проникающихъ сквозь фильтръ вмѣстѣ съ водою, зависитъ какъ отъ рода фильтрующаго матеріала, т. е. большей или меньшей величины скважинъ, такъ равно и отъ толщины него. Чѣмъ скважины фильтрующаго матеріала мельче, чѣмъ фильтръ толще, тѣмъ вода послѣ фильтраціи получается чище, но за то медленнѣе происходитъ фильтрованіе и для полученія большого количества очищенной воды нужно прибѣгать къ увеличенію поверхности фильтра и давленія воды на него. Для очищенія незначительнаго количества воды фильтромъ можетъ служить сукно, холстъ, измельченный древесный уголь или войлокъ; но для такой потребности воды, какая существуетъ на станціяхъ желѣзныхъ дорогъ, эти средства не примѣнимы вслѣдствіе того, что условія очистки воды въ маломъ количествѣ для домашняго обихода значительно разнятся отъ условій очистки въ большомъ количествѣ для снабженія станцій желѣзныхъ дорогъ, гдѣ должно быть очищено большое количество воды возможно скоро и дешево и очистка должна идти непрерывно.

Для устройства фильтровъ необходимо брать самые дешевые матеріалы, имѣющіеся подъ рукою и быстро отнимающіе у воды землистыя частицы; необходимо также, чтобы фильтры скоро не засорялись, а въ случаѣ засоренія, могли быть скоро очищены или возобновлены безъ остановки водоснабженія. Къ такимъ матеріаламъ нужно отнести булыжный камень, щебень, гравій, песокъ, хворостъ, пористыя глиняныя или дренажныя трубы, отчасти войлокъ и сукно. Въ зависимости отъ того, должна ли вода проходить сквозь фильтръ подъ натуральнымъ своимъ давленіемъ или же всасываться при помощи разрыванія воздуха, фильтры подраздѣляются на неподвижные и подвижные. Я даю здѣсь идею устройства тѣхъ и другихъ фильтровъ, оставляя техническія детали исполненія въ сторонѣ; онѣ

опредѣляются въ каждомъ частномъ случаѣ мѣстными условіями.

5. Фильтры изъ мелкаго камня. Постоянные фильтры, подобно осадочнымъ бассейнамъ и колодцамъ, назначаются для очищенія воды источника ранѣе, чѣмъ она начнетъ всасываться насосомъ водопровода; по этому они помѣщаются между источникомъ воды и приемникомъ насоса. Матеріалами для этихъ фильтровъ служатъ: булыжный камень, щебень, гравій и песокъ. Самый простой фильтръ получится, если отъ источника или рѣки *А* (чер. 14 листа XX) вырыть глубокую канаву *С* къ приемному колодцу *В* и засыпать ее довольно мелкимъ камнемъ и щебнемъ; тогда вода, протекая между камнями, встрѣчаетъ сопротивленіе и землястыя частицы осѣдаютъ между камнями; чѣмъ мельче камень и чѣмъ длинѣе канава, при данной площади ея поперечнаго сѣченія, тѣмъ вода оставляетъ въ ней больше примѣсей и тѣмъ чище попадетъ въ колодезь. Но большая длина канавы, особенно если она наполнена мелкимъ камнемъ, слишкомъ затрудняетъ протокъ воды и, при весьма большой длинѣ, можетъ окончательно прекратить прониканіе воды въ приемный колодезь. Вообще существуетъ нѣкоторое отношеніе между длиной канавы, т. е. толщиной фильтра и его способностью пропускать, въ данное время, большее или меньшее количество воды; такъ что фильтры, устраиваемые изъ мелкаго песка, должны быть гораздо короче, чѣмъ фильтры изъ булыжнаго камня, чтобы, при той же площади сѣченія, пропускать въ тоже время въ колодезь одинаковое количество очищенной воды. Длина канавы, т. е. толщина фильтра, убываетъ по мѣрѣ употребленія для него болѣе мелкаго матеріала.

Возвращаясь къ устройству фильтра изъ булыжнаго камня, должно замѣтить, что иногда нельзя оставлять канаву открытою; тогда устраиваютъ деревянную трубу съ деревяннымъ дномъ изъ досчатыхъ щитовъ (чер. 15 листа XX) и заваливаютъ ее камнемъ на такую высоту, чтобы вода протекала въ приемный колодезь только между камнями; верхъ трубы покрываютъ по-

перечными пластинками и засыпаютъ землею. Какъ при первомъ, такъ и при второмъ устройствѣ, во входное отверстіе приемнаго колодца вставляютъ желѣзную или деревянную рѣшетку для удержанія камней отъ паденія въ колодезь.

Эти два рода фильтровъ изъ булыжнаго камня требуютъ для очищенія воды довольно длинныхъ канавъ, очищеніе производятъ весьма неполное и кромѣ того они весьма скоро засоряются; тогда долженъ быть вынутъ камень, вычищена грязь и затѣмъ канава вторично наполнена камнемъ.

6. Составные фильтры. На чертежахъ 1 и 2 листа XXI представленъ фильтръ болѣе совершеннаго устройства; въ немъ *А* есть фильтраціонный бассейнъ, *В* бассейнъ очищенной воды, *С* канава, ведущая воду изъ рѣки въ фильтраціонный бассейнъ. Стѣны, окружающія оба бассейна, дѣлаются каменные на цементѣ или деревянные, при чемъ стѣнка, отдѣляющая фильтраціонный бассейнъ отъ чистаго, должна быть такъ устроена, чтобы нигдѣ не пропускала воды изъ одного бассейна въ другой, за исключеніемъ нижней части, гдѣ сдѣланы сообщающія люки *а* на высотѣ 0.4 метра отъ дна бассейна. Площадь отверстій этихъ люковъ должна быть сообразна количеству расходуемой въ часъ воды изъ чистаго колодца. Днища обоихъ бассейновъ располагаются отъ 4 до 6 метровъ ниже уровня низкихъ водъ и на эти днища, покрытыя досками или бетономъ, насыпается слой щебня на высоту нижнихъ люковъ въ раздѣляющей бассейнъ стѣнѣ, т. е. на высоту 0.4 м. Поверхъ слоя щебня въ фильтрующемъ бассейнѣ насыпается слой песку, толщиной въ 0.5 метра, на него слой мелкаго гравія 0.2 метра, затѣмъ слой крупнаго гравія 0.15 м и наконецъ слой щебня 0.35 метра. При такомъ устройствѣ фильтра, на каждые 1.5 куб. метр. воды въ часъ требуется площадь фильтра въ 1 квадр. метр.; по этому, зная расходъ воды въ сутки, можно опредѣлить площадь всего фильтрующаго бассейна. Если фильтръ засорится, то стоитъ только закрыть шлюзъ *б*, отлить воду, на сколько достаетъ насосъ *а*, и вынувъ фильтрующий матеріалъ, замѣнить его новымъ.

Вынимать фильтрующий матеріалъ приходится впрочемъ весьма рѣдко, а по большей части достаточно ограничиться снятіемъ осадковъ сверху; при чемъ слѣдуетъ нѣсколько пошевелить фильтръ.

7. Фильтръ съ дренажными трубами. Еще могутъ быть примѣняемы къ фильтрованію воды дренажныя трубы, при чемъ фильтръ устраивается, какъ показано на чер. 3 и 4 листа XXI. Около рѣки строится каменный колодезь *A*, къ которому, помощью канавы *C*, проведена вода; кругомъ-же колодца вынимается земля и затѣмъ какъ канава, такъ и окружающее колодезь пространство наполняется гравіемъ, въ которомъ укладываются одновременно дренажныя трубы *a* въ два ряда въ шахматномъ порядкѣ; одинъ ихъ конецъ входитъ въ колодезь, а другой, свободный, закрыть. Вода, поступающая въ канаву и за тѣмъ обхватывающая пространство кругомъ колодца, очищается частью щебнемъ и всасывается дренажными трубами, оставляя всю грязь снаружи ихъ. При большомъ числѣ дренажныхъ трубъ, т. е. при большой ихъ фильтрующей поверхности, вода очищается весьма хорошо и быстро наполняетъ пріемный колодезь. На случай надобности очистить фильтръ, какъ и въ предыдущемъ устройствѣ, имѣется шлюзъ, коимъ прекращается доступъ воды изъ рѣки въ канаву, вода выкачивается черезъ колодезь и затѣмъ производится замѣна щебня или гравія свѣжимъ, если онъ сильно засорился.

Иногда соединяютъ вмѣстѣ для очищенія воды способы осажденія и фильтраціи, дѣлая различныя комбинаціи, которыхъ я разбирать не стану, потому что всякій, которому придется заняться этимъ дѣломъ, зная главные принципы очистки, примѣнитъ къ мѣстнымъ обстоятельствамъ тѣ средства, какія для каждаго даннаго случая окажутся болѣе практичными. По этому я считаю лишнимъ вдаваться въ подробности примѣненія фильтровъ къ мѣстности, имѣя въ виду указать только главнѣйшіе принципы, какими должно руководиться при уст-

ройствъ приспособленій для очистки воды до поступленія ея въ водопроводъ.

8. Подвижной фильтръ. Въ тѣхъ случаяхъ однако, когда горизонтъ воды весьма измѣнчивъ и когда разница въ горизонтахъ бываетъ весьма большая, всѣ вышеописанныя средства оказываются вовсе непримѣнными или же примѣняются съ большимъ трудомъ; по этому, желая очищать воду, необходимо иногда прибѣгать къ такому средству, которое могло бы дѣйствовать при всякомъ горизонтѣ воды съ одинаковою силою: таковъ подвижной фильтръ. Сущность его устройства заключается въ томъ, что онъ замѣняетъ сосокъ всасывающей трубы водопровода, которой конецъ дѣлается также подвижнымъ и затѣмъ фильтрація воды основывается не на натуральномъ давленіи столба воды, но на разряженіи воздуха внутри фильтраціоннаго ящика, вслѣдствіе всасывающаго дѣйствія насоса; изъ бассейна, куда опущенъ этотъ ящикъ, вода съ большою силою устремляется въ него и затѣмъ всасывается насосомъ. Конецъ всасывающей пріемной трубы дѣлается или резиновый, или же составной изъ парусины, кожи и бичевки. Въ обоихъ случаяхъ, стѣнки всасывающаго пріемнаго рукава должны быть жестки, чтобы хорошо сопротивлялись давленію наружнаго атмосфернаго воздуха при разряженіи его внутри трубы, для чего она обхватывается желѣзною спиралью. Однако, при всей жесткости стѣнокъ рукава, онѣ должны быть настолько гибки, чтобы съ перемѣною горизонта воды и для осмотра фильтраціоннаго ящика могли быть поднимаемы и опускаемы. На чертежахъ 16 и 17 листа XX показано расположеніе въ колодезѣ пріемной трубы *b* и фильтраціоннаго ящика *a*. Для удержанія ящика и трубы на определенной высотѣ въ колодезѣ, приспособленъ неподвижный кранъ *C* съ блокомъ, къ которому ящикъ подвѣшенъ помощью цѣпей или канатовъ. Сплошными линіями на чертежѣ показано положеніе фильтра съ рукавомъ въ опущенномъ состояніи, а пунктиромъ въ приподнятомъ для осмотра и перемѣны фильтру-

ющихъ веществъ. Филтраціонный ящикъ *a* дѣлается изъ дерева или изъ желѣза; размѣры его зависятъ отъ количества воды, какое должно быть всасываемо насосомъ въ единицу времени; отъ количества грязи, содержащейся въ водѣ, и также отъ рода фильтрующаго матеріала. Всего удобнѣе устраивать ящикъ въ формѣ куба, коего ребра, какъ уже сказано, дѣлаются изъ дерева или желѣза и при большихъ ящикахъ укрѣпляются крестообразными діагональными тяжами и распорками. Та сторона ящика, которая прикрѣпляется къ приѣмному рукаву, дѣлается сплошною съ отверстіемъ *d*, равнымъ диаметру рукава; остальные-же стѣнки имѣютъ только сѣтки и на нихъ наложенны въ одинъ или два ряда полотнища сукна *e*, кои прижимаются къ ребрамъ ящика рамками *f* при помощи винтовъ *g*. Приспособленіе это, какъ видно изъ чертежа, весьма просто и позволяетъ въ теченіи дня нѣсколько разъ замѣнять суконныя полотнища, при ихъ засореніи грязью, почти не прекращая качанія воды. Въмѣсто описанныхъ ящиковъ могутъ употребляться обыкновенныя бочки, приспособленныя къ филтраціи, и другіе сосуды, имѣющіеся подъ рукою. Вообще этого рода фильтры, при незначительной сравнительно стоимости даютъ весьма порядочные результаты.

ГЛАВА IV.

Удаленіе вредныхъ солей изъ воды.

1. Способы удаленія солей. Противодѣйствовать вредному вліянію растворенныхъ въ водѣ солей можно, удаляя эти соли изъ воды ранѣе, чѣмъ ею станутъ питать паровой котель, или же вводя въ котель элементы, парализирующіе ихъ дѣйствіе. Обѣ эти системы имѣютъ свои выгоды и недостатки и я постараюсь возможно обстоятельнѣе разсмотрѣть каждую изъ нихъ отдѣльно.

Въ настоящей главѣ я займусь разборкомъ только тѣхъ средствъ, которыя устраняютъ вполнѣ или частью вредныя рас-

творимыя соли изъ воды передъ поступленіемъ ея въ котель. Средства-же, противодѣйствія вредному вліянію солей въ самомъ котлѣ, будутъ разсмотрѣны въ слѣдующей главѣ.

Устранить вредныя примѣси въ водѣ до ея употребленія въ дѣло возможно тремя способами:

1. Перегонкою воды.
2. Подогрѣваніемъ ея.
3. Химическою реакціею.

2. Перегонка воды. Операція эта основана на превращеніи жидкости, подъ вліяніемъ теплоты, въ паръ и на сгущеніи образовавшагося пара, при его охлажденіи. Апараты, употребляемые для перегонки или дистилляціи воды, называются перегонными кубами. По своему устройству они могутъ имѣть различныя формы; но всѣ они состоятъ изъ трехъ главныхъ частей: 1) куба или котла, приготовленнаго изъ котельнаго желѣза или мѣди, содержащаго въ себѣ перегоняемую воду и вмазаннаго нижнею частью въ печную кладку; въ немъ должны быть устроены удобные люки для выниманія, постоянно накаплиющихся тамъ осадковъ; 2) шлема, покрывающаго кубъ и ведущаго паръ въ особую трубу, которая соединяется съ змѣвикомъ или холодильникомъ; 3) змѣвика, состоящаго изъ длинной оловянной или мѣдной спиральной трубки, помѣщаемой въ желѣзномъ цилиндрѣ съ холодною водою; назначеніе змѣвика есть сгущать, посредствомъ охлажденія, проходящій по немъ паръ.

Если нужно перегонять воду, то кубъ наполняютъ очищаемою водою до двухъ третей его объема и подогрѣваютъ снизу. Какъ только вода закипитъ, отдѣляющіеся пары переходятъ въ змѣвикъ и, сгущаясь въ немъ, образуютъ дистиллированную воду, которая стекаетъ въ чистый резервуаръ. Сгущенные пары быстро нагрѣваютъ содержащуюся въ охлаждающемъ цилиндрѣ воду, такъ что для безостановочной перегонки необходимо ее постоянно перемѣнять. Возобновленіе воды совершается слѣдующимъ образомъ: изъ расположеннаго выше змѣвика ре-

зервуара, въ который накачивается вода изъ источника, постоянно притекаетъ къ охлаждающему цилиндру змѣвика посредствомъ длинной трубочки непрерывная струя холодной воды, распредѣляющаяся, по своей большей плотности, въ нижнихъ его частяхъ; нагрѣтая-же вода, какъ болѣе легкая и потому занимающая верхніе слои цилиндра, отводится въ такъ называемый теплый резервуаръ посредствомъ спускной трубы, придѣланной въ верхней части цилиндра. Изъ теплаго резервуара нагрѣтая вода идетъ по трубкѣ на пополненіе дистилировочнаго куба. Для регулированія притока воды, въ соединяющихъ резервуары и кубъ трубкахъ сдѣланы особые краны. При такомъ устройствѣ, теплородъ, потраченный при охлажденіи пара въ змѣвикѣ, сохраняется въ нагрѣтой водѣ теплаго резервуара. Вода эта, введенная въ кубъ, требуетъ менѣе тепла для обращенія въ паръ.

Въ перегнанной такимъ образомъ водѣ не будетъ содержаться никакихъ солей, слѣдовательно получится вода абсолютно чистая. При всѣхъ достоинствахъ дистилированной воды, она однако имѣетъ тотъ важный недостатокъ, что легко растворяетъ желѣзо, а слѣдовательно до нѣкоторой степени вредитъ прочности паровыхъ котловъ. Этотъ способъ очистки долженъ считаться самымъ совершеннымъ, но за то онъ весьма дорогъ. Если примемъ, что 1 килогр. каменнаго угля испаряетъ 6.5 килогр. воды, то на перегонку 1 кубическаго метра воды понадобится угля 152 килогр. Принявъ стоимость 1 пуда угля 15 коп., а слѣдовательно 1 килограмма 0.92 коп., найдемъ, что очистка 1 куб. метра воды обойдется въ $0.92 \times 152 = 140$ коп., а 1 килограмма 0.14 коп., и расходъ на версту пробѣга паровоза будетъ:

курьерскаго поѣзда	$0.14 \times 63 = 8.82$ коп.
пасажирскаго поѣзда	$0.14 \times 90 = 9.60$ коп.
товарнаго поѣзда	$0.14 \times 138 = 19.32$ коп.

Среднимъ-же числомъ можно принять около 17 коп. за

версту пробѣга при преобладающемъ, какъ обыкновенно, товарномъ движеніи.

3. Подогрѣваніе воды. При помощи подогрѣванія воды можно достигнуть осажденія нѣкоторыхъ солей ранѣе, чѣмъ начать ею питать паровой котель. Такое подогрѣваніе всегда выгодно, если только теплородъ, употребляемый для этого, не производится нарочно, но есть остатокъ отъ прямыхъ производствъ, который былъ бы совершенно потерянь, если-бы имъ не воспользоваться для подогрѣванія воды. Подогрѣваніе воды, съ цѣлью осажденія нѣкоторыхъ солей, можетъ быть производимо или въ резервуарѣ до наполненія ею тендера, пользуясь, гдѣ это возможно, весьма большимъ количествомъ теплоты, улетающей въ трубу, при нагрѣваніи паровыхъ котловъ водоснабдительныхъ машинъ; или-же, употребляя часть отработавшаго пара въ паровозныхъ цилиндрахъ и вводя его въ бакъ тендера, гдѣ онъ конденсируется и при этомъ передаетъ свой теплородъ водѣ тендера. Въ обоихъ случаяхъ наогрѣваніемъ достигаютъ осажденія углекислыхъ солей при температурѣ около 35° , а при болѣе высокой температурѣ осѣдаетъ также и часть сѣрнокислыхъ солей.

При употребленіи насосовъ, вмѣсто инжекторовъ, для питанія паровозныхъ котловъ можно наогрѣвать воду почти до кипѣнія; тогда какъ при инжекторахъ температура воды не должна быть поднимаема выше 40° , иначе инжекторы не въ состояніи качать воду въ котель.

Такъ какъ для обращенія одного килограмма воды въ паръ нужно 672 единицы тепла, то, наогрѣвая воду до 100° Ц. при насосахъ дѣлается экономія въ топливѣ около 15%, а при подогрѣваніи воды до 40° , т. е. при инжекторахъ, экономія топлива составляетъ только 6%.

Кромѣ осажденія солей и нѣкоторыхъ, хотя незначительныхъ, сбереженій въ топливѣ, подогрѣваніе воды имѣетъ еще свои выгоды въ томъ, что при вводѣ въ котель теплой воды не происходитъ тѣхъ моментальныхъ охлажденій, которыя вредно

дѣйствуютъ на прочность котла и нарушаютъ плотность всѣхъ швовъ; при этомъ также лучше поддерживается постоянно одинаковое давленіе пара въ котлѣ. При употребленіи-же части отработавшаго пара изъ цилиндровъ является сбереженіе въ расходѣ воды до 25% и увеличеніе растворимости имѣющихся въ ней солей; почему можно принять по § 4 главы I, что при каждомъ накачиваніи въ котель q килограммовъ воды, вмѣсто количества kq солей, будетъ каждый разъ вводится только $0.75kq$. Слѣдовательно, на основаніи уравненія 1 § 4 главы I, получимъ:

$$k [Q + 0.75 (n - 1)q] = (Q - q)\gamma$$

Откуда число верстъ пробѣга до образованія осадковъ будетъ:

$$M = \frac{nq}{D} = \frac{1}{0.75} \frac{Q}{D} \left(\frac{\gamma}{k} - 1 \right) - \frac{q}{D} \left(\frac{\gamma}{0.75k} - 1 \right)$$

а принимая $q = 0.1Q$

получимъ:

$$M = \frac{Q}{D} \left(1.20 \frac{\gamma}{k} - 1.23 \right)$$

или безъ большой погрѣшности:

$$M = 1.2 \frac{Q}{D} \left(\frac{\gamma}{k} - 1 \right)$$

Если взять для примѣра воду станціи Армавиръ Ростово-Владикавказской дороги, то согласно § 6 главы I стр. 412 $\frac{\gamma}{k} = 4.08$; а принявъ также величины для Q и D тѣ же, что и въ § 6, найдемъ, что до осажденія солей, вмѣсто пробѣга въ 185, 128 и 84 версты, паровозъ можетъ сдѣлать: съ поѣздами курьерскими 247, съ пассажирскими 172, а съ товарными 112 верстъ.

Отсюда видно, что отъ сгущенія части отработавшаго пара въ тендерѣ, пробѣгъ паровозовъ до образованія осадка въ котлахъ увеличивается довольно значительно: именно для Армавирской воды болѣе, чѣмъ на 30%. И такъ, это средство нужно признать полезнымъ; но къ сожалѣнію при инжекторахъ результаты уменьшаются почти на половину, вслѣдствіе невозможности, какъ уже сказано, нагрѣвать воду свыше 40°, а слѣдо-

вательно и вводить большое количество отработавшаго пара; такъ что примѣненіе этого способа приносить дѣйствительную пользу только тогда, когда для накачиванія воды въ паровозный котель употребляются насосы, а не инжекторы.

4. Химическое очищеніе воды состоитъ въ томъ, что къ водѣ прибавляютъ различные реактивы, дѣйствующие на растворенныя въ водѣ соли; они производятъ большею частью двойное разложеніе; соли, весьма растворимыя, остаются въ водѣ, а мало растворимыя тотчасъ садятся на дно. Изъ § 4 и 6 главы I. можно было видѣть, что образованіе накипи въ котлахъ прямо зависитъ отъ степени растворимости солей въ водѣ; что при сильной растворимости, какъ на примѣръ сѣрноокислой магнезій, паровозъ можетъ сдѣлать большой пробѣгъ безъ образованія осадка въ котлѣ; между тѣмъ какъ соли, малорастворимыя въ водѣ, садятся весьма быстро на стѣнки котла и образуютъ накипь; таковы углекислыя соли извести и магнезій и сѣрнокислая известь.

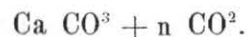
Всѣ реактивы для очищенія воды должны дѣйствовать при обыкновенной температурѣ или при незначительномъ ея возвышеніи, не болѣе 35° Ц. Возвышеніе температуры воды выше 35° Ц. обходится слишкомъ дорого и потому реактивы требующіе высокой температуры, непримѣнимы. Кромѣ того, при выборѣ реактивовъ нужно имѣть въ виду, чтобы ихъ стоимость была не высока, чтобы примѣненіе этихъ реактивовъ не требовало слишкомъ дорогихъ приспособленій, было по возможности просто и чтобы завѣдывать очищеніемъ могло каждое лицо, нѣсколько развитое, безъ спеціальнаго химическаго образованія. Къ такимъ реактивамъ относятся ѣдкая известь, хлористый барій, углекислый натръ и щавелевокислый натръ.

а. Осажденіе изъ воды углекислыхъ солей извести и магнезій при помощи ѣдкой извести.

Ѣдкая известь служитъ только для осажденія двууглекислыхъ солей извести и магнезій, находящихся въ большемъ или меньшемъ количествѣ почти въ каждой водѣ. Дѣйствіе ея

заключается въ томъ, что она двууглекислая, весьма непрочныя соединенія, превращаетъ въ одноуглекислые соли извести, соединенія очень постоянныя и почти совершенно нерастворимыя въ водѣ. Эти соединенія, тотчасъ послѣ ихъ образованія, осѣдаютъ на дно сосуда, въ которомъ производится очистка и такимъ образомъ вода совершенно освобождается отъ примѣси углекислостной соли, весьма вредной въ отношеніи образованія накипи. Процессъ превращенія двууглекислыхъ солей извести въ углекислые происходитъ слѣдующимъ образомъ:

Двууглекислые соли извести образуются изъ углекислыхъ, когда въ водѣ содержится въ свободномъ состояніи углекислый газъ; по этому содержаніе углекислой соли извести и углекислого газа въ водѣ можетъ быть выражено химическою формулою:



Тутъ $n \text{ CO}_2$ означаютъ весь избытокъ углекислоты, который частью можетъ войти въ двууглекислое соединеніе, а излишекъ останется раствореннымъ въ водѣ. Слѣдовательно, если прибавить $n \text{ Ca O}$ чистой извести, то она соединится со всею свободною углекислотою $n \text{ CO}_2$ и получится только одна нерастворимая соль углекислой извести, какъ это видно изъ равенства.



Все это количество $(n+1) \text{ Ca CO}_3$ немедленно послѣ его образованія осѣдаетъ на дно сосуда.

Процессъ реакціи ѣдкой извести на двууглекислую ея соль можетъ быть выраженъ также формулою $\text{H}^2 \text{ Ca (CO}_3)_2 + \text{CaO} = \text{H}^2 \text{ O} + 2 \text{ Ca CO}_3$.

Ѣдкая известь не дѣйствуетъ на другія щелочныя соли, находящіяся въ водѣ, которыя цѣликомъ остаются въ растворѣ; малое исключеніе составляетъ только сѣрноокислая магнезія, отчасти разлагаемая ѣдкою известью.

Изъ этого слѣдуетъ, что одна ѣдкая известь не есть радикальное средство для удаленія всѣхъ вредныхъ растворимыхъ

солей изъ воды и поэтому должна быть употребляема совмѣстно съ другими реактивами, дѣйствующими на остальные соли.

Послѣ углекислой извести самую вредную примѣсь къ водѣ составляетъ сѣрноокислая известь, коей растворимость есть $\gamma = 250$ гр. въ 100000 гр. воды; между тѣмъ какъ для остальныхъ солей, встрѣчающихся обыкновенно въ водѣ, величина γ превышаетъ 16000 гр. на 100000 гр. воды; а слѣдовательно, если въ водѣ не содержится сѣрноокислой извести, то нужно признать за ѣдкою известью способность почти радикальной очистки воды. Подтвержу сказанное примѣромъ, взявъ для сравненія анализъ той же воды со станціи Армавиръ, какъ и въ предыдущихъ случаяхъ, съ тою только разницею, что сѣрноокислой извести не стану принимать въ соображеніе, считая что ея нѣтъ въ этой водѣ.

Допущу также, что при помощи ѣдкой извести, углекислая известь удалена и что въ 100000 частяхъ воды по § 6 главы I остаются:

Сѣрноокислый натръ . . . $k_4 = 21$.

Сѣрноокислая магнезія . . . $k_5 = 90$.

Хлористый натрій . . . $k_7 = 72$.

Селитра $k_8 = 14$.

Кремнекислосое кали . . . $k_9 = 15$.

Всего . . . $k = 212$.

Откуда по § 6 главы I:

$\frac{k_4}{\gamma_4} = \frac{21}{16.320} = 0.00129$	$\frac{k_8}{\gamma_8} = \frac{14}{32.000} = 0.00044$
$\frac{k_5}{\gamma_5} = \frac{90}{125.000} = 0.00072$	$\frac{k_9}{\gamma_9} = \frac{15}{25.000} = 0.00060$
$\frac{k_7}{\gamma_7} = \frac{72}{36.000} = 0.00200$	Всего . . . 0.00505

а слѣдовательно:

$$\frac{\gamma}{k} = \frac{1}{0.00505} = 198$$

Поэтому число верстъ пробѣга паровоза до образованія осадковъ, по уравненіямъ 7 § 4 главы I, получается: для курьер-

скихъ поѣздовъ 11820, для пассажирскихъ 8270, для товарныхъ 5390 верстъ.

Эти выводы показываютъ громадный пробѣгъ паровозовъ до образованія осадковъ, когда въ водѣ не содержится сѣрнокислой извести, и служатъ лучшимъ доказательствомъ того, что ѣдкая известь можетъ, въ такихъ случаяхъ, приготовить совершенно годную для питанія паровыхъ котловъ воду, потому что осаждаетъ углекислыя соли извести изъ воды до употребленія ея въ дѣло. Удаленіе даже одной углекислой соли изъ воды, не смотря на присутствіе всѣхъ остальныхъ, уже приносить большую пользу; это можно было видѣть и изъ § 6 главы I, гдѣ указано, что при томъ содержаніи углекислой соли извести, какое имѣется въ водѣ станціи Армавиръ, послѣ пробѣга паровоза среднимъ числомъ 100 верстъ, получается въ котлѣ около 4.40 килогр. осадка.

Теперь остается опредѣлить расходъ ѣдкой извести какъ на очищеніе одного куб. метра воды, такъ и на версту пробѣга паровоза, взявъ для примѣра ту же самую воду, въ 100000 частяхъ коей содержится.

Углекислой извести . . $k_1 = 38$.

Свободной углекислоты . . 50.

Изъ таблицы I § 3 главы I видно, что для 44 частей CO_2 , по вѣсу, требуется 56 частей Са О; поэтому на одну часть по вѣсу углекислоты требуется $\frac{44}{56} = 1.27$ частей ѣдкой извести. Слѣдовательно на 1 куб. метръ или 1000 килогр. воды потребно ѣдкой извести:

$$\frac{1000}{100000} \times 50 \times 1.27 = 0.635.$$

Если принять стоимость одного килогр. извести около $1\frac{1}{4}$ коп., то окажется, что очистка 1 кубическаго метра воды составитъ отъ 0.75 до 0.80 копѣйки. Расходъ же на версту пробѣга паровоза составитъ:

$$\begin{aligned} \text{Для курьерскихъ поѣздовъ} & \frac{0.80}{1000} \times 63 = 0.0504. \\ \text{Для пассажирскихъ} & \frac{0.80}{1000} \times 90 = 0.0720. \\ \text{Для товарныхъ} & \frac{0.80}{1000} \times 138 = 0.1104. \end{aligned}$$

Въ виду того, что товарное движеніе всегда преобладаетъ на дорогахъ, среднимъ числомъ, можно принять расходъ на версту пробѣга по очисткѣ воды ѣдкою известью около 0.1 копѣйки.

б. Устраненіе вреднаго дѣйствія сѣрнокислой извести.

Самая вредная примѣсь въ водѣ безспорно есть сѣрнокислая известь, на которую ѣдкая известь не дѣйствуетъ. Для выдѣленія, или лучше сказать, превращенія сѣрнокислой извести въ болѣе растворимую соль можетъ быть употребляемъ хлористый барій, углекислый натръ и щавелевокислый натръ. Я разсмотрю дѣйствіе каждаго изъ этихъ реактивовъ отдѣльно.

Хлористый барій Ba Cl^2 дѣйствуетъ на всѣ сѣрнокислыя соединенія, находящіяся въ водѣ вслѣдствіе большаго сродства сѣрной кислоты съ баріемъ. Отъ прибавленія къ водѣ въ достаточномъ количествѣ хлористаго барія, сѣрная кислота всѣхъ сѣрнокислыхъ солей соединяется съ нимъ и образуетъ сѣрнокислый баритъ; хлоръ же соединяется съ кальціемъ, магніемъ и натріемъ, образуя хлористый кальцій Ca Cl^2 , хлористый магній Mg Cl^2 и хлористый натръ 2 (Na Cl). Сѣрнокислый баритъ Ba SO^4 , какъ совершенно нерастворимая соль, осаждается, а всѣ остальные соли, полученные отъ этой реакціи остаются въ растворѣ. Растворимость вновь полученныхъ солей сравнительно весьма большая, какъ видно изъ таблицы I.

Чтобы судить о результатахъ дѣйствія реакціи хлористымъ баріемъ, я возьму опять химическій анализъ Армавирской воды. Полагая, что эта вода уже предварительно очищена отъ углекислой извести и что реакція хлористымъ баріемъ также совершилась, т. е. что содержавшіяся въ водѣ 48 частей сѣрнокислой извести, 21 часть сѣрнокислаго натра, 90 ч. сѣрнокислой магнезій превратились въ хлористыя соединенія, предварительно опредѣлю вѣсъ этихъ новыхъ соединеній.

По таблицѣ I вѣсъ частицы хлористаго кальція есть 111, а вѣсъ частицы сѣрнокислой извести 136; слѣдовательно 48 частей послѣдней превратились въ $\frac{111}{136} \times 48 = 39$ частей

хлористаго кальція; точно также 21 часть сѣрноокислаго натра превратилась въ $2 \times \frac{58.5}{142} \times 21 = 17$ частей хлористаго натрія; 90 частей сѣрнокислой магнезій превратились въ $\frac{95}{120} \times 90 = 71$ хлористаго магнеія.

Поэтому въ растворѣ на 100000 частей воды получится слѣдующее количество оставшихся въ водѣ солей.

Хлористаго магнеія	$k_6 = 71$
Хлористаго натрія	$k_7 = 72 + 17 = 89$
Селитры	$k_8 = 14$
Кремне-кислаго кали	$k_9 = 15$
Хлористаго кальція	$k_{11} = 39$

Всего. $k = 228$

Принимая коэффициенты растворимости γ для всѣхъ солей такими, какими они даны въ таблицѣ I, а для хлористаго кальція, не помѣщеннаго въ той таблицѣ, $\gamma_{11} = 200000$ при 0° получимъ:

$\frac{k_6}{\gamma_6} = \frac{71}{35.000} = 0.00203$	$\frac{k_9}{\gamma_9} = \frac{15}{25.000} = 0.00060$
$\frac{k_7}{\gamma_7} = \frac{89}{36.000} = 0.00248$	$\frac{k_{11}}{\gamma_{11}} = \frac{39}{200.000} = 0.00014$
$\frac{k_8}{\gamma_8} = \frac{14}{32.000} = 0.00044$	Всего = 0.00569

Откуда:

$$\frac{\gamma}{k} = \frac{1}{0.00569} = 175.$$

Слѣдовательно число верстъ пробѣга до образованія осадка получится, по ур. 7 § 4 гл. I:

Для курьерскихъ поѣздовъ 10440 верстъ, пассажирскихъ 7310 вер., товарныхъ 4770 верстъ.

При такомъ числѣ верстъ, дѣлаемыхъ паровозами безъ образованія осадка, можно признать очистку воды помощью хлористаго барія почти совершенною, потому что выпускъ ея изъ котла долженъ за это время совершиться даже по другимъ причинамъ, независящимъ отъ воды. Слѣдовательно, въ котлахъ, которые снабжаются водою, очищенною хлористымъ баріемъ, никогда накипи не бываетъ.

Остается исчислить денежную стоимость очистки при помощи хлористаго барія, какъ на 1 куб. метръ воды, такъ и на версту пробѣга паровоза, для воды вышеприведеннаго химическаго состава.

Принимая вѣсъ частицы хлористаго барія равнымъ 208, а вѣсъ частицъ остальныхъ солей согласно таблицѣ I, окажется, что хлористаго барія потребно на 1 частицу: сѣрнокислой извести $\frac{208}{136} = 1.53$ части, а сѣрнокислой магнезій $\frac{208}{120} = 1.73$, сѣрноокислаго натра $\frac{208}{24} = 1.47$.

Слѣдовательно для очистки 1 кубическаго метра или 1000 килогр. армавирской воды потребуется хлористаго барія: $\frac{1000}{100000} (48 \times 1.53 + 90 \times 1.74 + 21 \times 1.47) = 2609$ килограмовъ. Такъ какъ для полученія полной и возможно быстрой реакціи прибавляется около 5% хлористаго барія противъ исчисленнаго, то на 1 кубическій метръ израсходуется 2.739 килограмма хлористаго барія.

Если принять стоимость одного килогр. хлористаго барія около 11 копѣекъ, то окажется, что расходъ на очистку 1 кубическаго метра составляетъ $2.739 \times 11 = 30$ копѣекъ. Слѣдовательно расходъ на версту пробѣга будетъ:

для курьерскихъ поѣздовъ	$\frac{30}{1000} \times 63 = 1.89$ коп.
для пассажирскихъ »	$\frac{30}{1000} \times 90 = 2.70$ коп.
для товарныхъ »	$\frac{30}{1000} \times 138 = 4.14$ коп.

Среднимъ числомъ можно принять расходъ на версту пробѣга по очисткѣ воды хлористымъ баріемъ въ 3.26 копѣекъ.

При употребленіи углекислаго натра Na_2CO_3 происходитъ взаимный обмѣнъ кислотъ: изъ сѣрнокислой извести и сѣрнокислой магнезій образуются углекислая известь и углекислая магнезія, которая вслѣдствіе своей нерастворимости, садится немедленно на дно сосуда; вмѣсто нихъ остается въ растворѣ сѣрнокислый натръ — соль весьма растворимая въ водѣ. Чтобы совершилась эта реакція, необходимо предварительно помощью фдкой извести осадить двууглекислыя ея соли и сво-

бодную углекислоту, ибо безъ этой мѣры находящаяся въ водѣ свободная углекислота превратитъ получающіяся послѣ реакціи углекислыя соединенія извести и магнезій въ двууглекислыя, которыя вмѣсто того, чтобы осѣсть, останутся въ растворѣ, а слѣдовательно и все дѣйствіе углекислаго натра не будетъ имѣть значенія.

Полагая, что находившаяся въ водѣ углекислая известь и свободная углекислота, при помощи ѣдкой извести, совершенно удалены и что реакція углекислаго натра на сѣрнокислыя соли извести и магнезій также окончена, можно при помощи таблицы I, опредѣлить количество сѣрнокислаго натра, вновь полученнаго и оставшагося въ водѣ въ растворенномъ видѣ.

Изъ 48 частей сѣрнокислой извести получается:

$$\frac{142}{136} \times 48 = 50 \text{ частей сѣрнокислаго натра.}$$

Изъ 90 частей сѣрнокислой магнезій получается:

$$\frac{142}{120} \times 90 = 160 \text{ частей сѣрнокислаго натра.}$$

Поэтому въ 100000 частяхъ воды остается въ растворѣ нижеслѣдующее количество солей-

Сѣрнокислаго натра $k_1 = 21 + 50 + 106 = 177$ частей

Хлористаго натра $k_7 = 72$

Селитры $k_8 = 14$

Кремнекислаго кали. $k_9 = 15$

Всего . $k = 278$

За симъ:

$$\frac{k_1}{77} = \frac{177}{16320} = 0.01084$$

$$\frac{k_7}{74} = \frac{72}{36000} = 0.00200$$

$$\frac{k_8}{78} = \frac{14}{32000} = 0.00044$$

$$\frac{k_9}{79} = \frac{15}{25000} = 0.00060$$

всего 0.01388

Слѣдовательно:

$$\frac{1}{k} = \frac{1}{0.01388} = 72$$

а число верстъ пробѣга до образованія осадковъ въ котлѣ будетъ, по уравненію 7 § 4 главы I, для курьерскихъ поѣздовъ 4052, для пассажирскихъ 2903 и для товарныхъ 1893 версты. Исчисленное количество верстъ пробѣга показываетъ, что въ

паровозномъ котлѣ не образуется накипи при выпусканіи воды изъ котла два раза въ мѣсяцъ; а это вовсе не обременительно, даже необходимо и въ томъ случаѣ, если вода совершенно неспособна образовать накипь въ котлѣ.

Денежный расходъ на очистку воды, принимая вѣсь частицы углекислаго натра равнымъ 106 и считая, какъ и въ предыдущихъ случаяхъ, только стоимость реактива, есть

$$\text{на 1 часть по вѣсу сѣрнокислой извести} \frac{106}{136} = 0.78 \text{ частей углекис. натра}$$

$$> 1 > > > \text{сѣрнокислой магнезій} \frac{106}{120} = 0.88 > > >$$

Слѣдовательно, для очистки 1 куб. метра или 1000 килограмм. воды, съ вышеуказаннымъ содержаніемъ солей, потребно:

$$\frac{1000}{100000} (48 \times 0.78 + 90 \times 0.88) = 1.166 \text{ килограмм. углекислаго натра}$$

Если прибавимъ для полученія болѣе полной и скорой реакціи еще 5%, то полный расходъ углекислаго натра на 1 куб. метръ воды окажется 1.224 килограмма. При цѣнѣ 12 коп. за килограммъ углекислаго натра, стоимость очистки 1 куб. метра обойдется въ 14.69 коп., а расходъ на версту пробѣга будетъ:

$$\text{съ курьерскими поѣздами} \frac{14.69}{1000} \times 63 = 0.925 \text{ коп., съ пас-}$$

$$\text{сажирскими поѣздами} \frac{14.69}{1000} \times 90 = 1.322 \text{ коп., съ товарными}$$

$$\text{поѣздами} \frac{14.69}{1000} \times 138 = 2.027 \text{ коп.; среднимъ числомъ, можно}$$

принять стоимость очистки углекислымъ натромъ на версту пробѣга паровоза около 1.35 коп.

Щавелевокислый натръ $\text{Ca C}^2\text{O}^4$ дѣйствуетъ только на сѣрнокислую известь, оставляя сѣрнокислую магнезію въ растворѣ, если предварительно будетъ прибавлено самое незначительное количество хлористаго аммонія. Передъ введеніемъ щавелевокислаго натра необходимо удалить изъ воды углекислую известь. Отъ дѣйствія этого реактива на сѣрнокислую известь получается совершенно нерастворимая соль щавелевокислой извести, осѣдающая тотчасъ на дно сосуда и сѣрнокислый натръ, который остается раствореннымъ въ водѣ.

Количество полученнаго такимъ образомъ сѣрноокислаго натра, принимая вѣсъ частицъ по таблицѣ I, будетъ: $\frac{142}{136} \times 48 = 50$ частямъ.

Слѣдовательно, послѣ совершенія реакціи щавелевокислымъ натромъ, количество солей во 100000 частяхъ воды останется слѣдующее:

Сѣрноокислаго натра	$k_4 = 21 + 50 = 71$
Сѣрноокислой магнезій	$k_5 = 90$
Хлористаго натрія	$k_7 = 72$
Селитры	$k_8 = 14$
Кремнекислаго кали	$k_9 = 15$

всего . . $k = 262$

За симъ:

$$\frac{k_4}{\gamma_4} = \frac{71}{16320} = 0.00435$$

$$\frac{k_5}{\gamma_5} = \frac{90}{125000} = 0.00072$$

$$\frac{k_7}{\gamma_7} = \frac{72}{36000} = 0.00200$$

$$\frac{k_8}{\gamma_8} = \frac{14}{32000} = 0.00044$$

$$\frac{k_9}{\gamma_9} = \frac{15}{25000} = 0.00060$$

$$\text{всего} \quad 0.00811$$

откуда:

$$\frac{\gamma}{k} = \frac{1}{0.00811} = 123$$

а число верстъ пробѣга паровоза до образованія осадковъ въ котлѣ будетъ, по уравненію 7 § 4, главы I:

для курьерскихъ поѣздовъ 7320 верстъ, для пассажирскихъ 5123, а для товарныхъ 3342 версты.

Изъ этого видно, что накипь въ паровозныхъ котлахъ образоваться не будетъ и что достаточно выпускать воду изъ котла одинъ разъ въ мѣсяцъ, и щавелевокислый натръ можетъ быть признанъ отличнымъ средствомъ для очистки воды отъ сѣрноокислой извести.

Количество щавелевокислой соли, нужной для реакціи 1 части по вѣсу сѣрноокислой извести, считая вѣсъ частицы этого реактива $\frac{134}{136} = 0.99$. По этому, для очищенія 1 кубическаго метра воды необходимо $\frac{1000}{100000} \times 0.99 \times 48 = 0.475$

килогр., а съ прибавкою 5% для болѣе быстрой и полной реакціи, 0.499 щавелевокислаго натра.

Если принять стоимость одного килограмма 94 копѣйки, то окажется, что стоимость очищенія 1 кубич. метра будетъ 46.90 коп., а слѣдовательно расходъ на 1 версту пробѣга паровоза:

$$\text{для курьерскихъ поѣздовъ} \quad \frac{4690}{1000} \times 63 = 2.955, \text{ для пассажирскихъ}$$

$$\frac{4690}{1000} \times 90 = 4.221 \text{ и для товарныхъ } \frac{4690}{1000} \times 138 = 6.472 \text{ коп.}$$

Среднимъ числомъ можно принять расходъ на очистку воды помощью щавелевокислаго натра около 6 коп. на версту пробѣга паровоза.

5. Сравненіе способовъ химической очистки воды. Изъ вышеизображеннаго дѣйствія каждаго изъ реактивовъ, употребляемыхъ для очистки воды, видно, что они, въ большинствѣ случаевъ, взятые въ отдѣльности, не могутъ произвести полной очистки воды до той степени, чтобы устранить возможность образованія накипи въ паровомъ котлѣ, потому что ни одинъ изъ этихъ реактивовъ не дѣйствуетъ на всѣ находящіяся въ водѣ соли, а только на нѣкоторыя, и для полного устраненія вредныхъ солей слѣдовало-бы дѣйствовать нѣсколькими реактивами въ одно время.

Изъ числа разныхъ солей, имѣющихся въ водѣ, только углекислыя соли извести и магнезій и сѣрноокислая известь приносятъ существенный вредъ; вслѣдствіе слабой ихъ растворимости въ водѣ, онѣ образуютъ обильную накипь въ паровыхъ котлахъ, между тѣмъ, какъ всѣ остальные соли, обладая большою способностью растворяться въ водѣ, не даютъ накипи въ тѣ сроки службы пароваго котла безъ выпуска воды, какіе обусловливаются уже не образованіемъ накипи, а другими обстоятельствами. А потому нѣтъ никакой надобности выдѣлять изъ воды всѣ находящіяся въ ней соли, а слѣдуетъ только ограничиться дѣйствіемъ на углекислыя соли извести и магнезій и сѣрноокислую известь.

Всѣ реактивы, о которыхъ тутъ говорилось, относятся

именно къ этимъ солямъ: изъ нихъ ѣдкая известь осаждаетъ только углекислыя соли извести и магнезін, а остальные—сѣрно-кислую известь. Для полного очищенія воды необходимо пользоваться ѣдкою известью и однимъ изъ остальныхъ реактивовъ и различать три способа химическаго очищенія воды:

- 1) ѣдкою известью и хлористымъ баріемъ,
- 2) ѣдкою известью и углекислымъ натромъ
- и 3) ѣдкою известью и щавелевокислымъ натромъ.

Выше было обстоятельно указано на сколько дѣйствительнымъ оказывается каждый изъ реактивовъ, а также во что обходится очищеніе воды, принимая стоимость только реактива. Для большей наглядности и для лучшаго сравненія каждаго изъ трехъ способовъ химической очистки, я соединяю найденные отдѣльно для каждаго реактива, численные выводы въ одну общую таблицу и выражаю сравнительныя достоинства каждаго способа въ процентахъ, принимая очистку ѣдкою известью съ хлористымъ баріемъ за сто.

Способъ очистки.	Пробѣгъ паровоза до образованія накипи.		Стоимость реактива на версту пробѣга въ копейкахъ.			
	Версты.	Проц.	Ѣдкая изв.	Друг. реакт.	Сумма.	Проц.
Ѣдкая известь съ хлористымъ баріемъ. . .	4770	100	0.11	4.14	4.25	100
Ѣдкая известь съ углекислымъ натромъ. . .	1893	40	0.11	2.03	2.14	50
Ѣдкая известь съ щавелево кислымъ натромъ	3342	70	0.11	6.47	6.58	155

Изъ этой таблицы, составленной для товарнаго движенія при армавирской водѣ на Ростово-Владикавказской желѣзной дорогѣ, видно, что въ отношеніи степени очистки воды первое мѣсто занимаетъ ѣдкая известь съ хлористымъ баріемъ и послѣднее—ѣдкая известь съ углекислымъ натромъ. Въ отношеніи же стоимости очистки всего дешевле ѣдкая известь съ углекислымъ натромъ, а всего дороже ѣдкая известь съ ща-

велевокислымъ натромъ. На основаніи этого нужно отдать предпочтеніе способу очистки при помощи ѣдкой извести съ углекислымъ натромъ, не смотря на значительно меньшій пробѣгъ паровозовъ до образованія осадковъ, въ сравненіи съ хлористымъ баріемъ. Но въ Германіи предпочитаютъ очистку воды хлористымъ баріемъ въ виду того, что образующаяся при реакціи сѣрнobarитовая соль осѣдаетъ весьма быстро и также способствуетъ болѣе скорому осажденію образовавшихся при дѣйствіи ѣдкой извести углекислыхъ солей извести и магнезін. Что же касается способа очистки воды при помощи ѣдкой извести со щавелевокислымъ натромъ, то онъ менѣе удовлетворителенъ, чѣмъ первые два, какъ по своей дороговизнѣ, даже въ сравненіи съ хлористымъ баріемъ, такъ и по скорости и степени очистки.

6. Осадочные и чистые бассейны. Очистка воды производится въ особыхъ бассейнахъ, называемыхъ осадочными, откуда послѣ окончанія операціи спускаютъ чистую воду въ такъ называемые чистые бассейны и уже изъ этихъ послѣднихъ проводятъ ее въ станціонные водоемы. Размѣры и число бассейновъ зависятъ отъ количества воды, требуемой станцією въ теченіи сутокъ, и можетъ быть для каждаго даннаго случая опредѣлено вычисленіемъ. Начну съ того случая, когда предполагается имѣть одинъ осадочный бассейнъ.

Пусть:

W—означаетъ объемъ осадочнаго бассейна.

V—объемъ воды, накачиваемой насосомъ изъ источника въ осадочный бассейнъ въ теченіи 1 часа.

P—расходъ воды на станціи въ сутки въ кубическихъ метрахъ.

T—число часовъ работы машины въ теченіи сутокъ.

Предполагая, что какъ насосъ, накачивающій воду изъ источника въ осадочный бассейнъ, такъ равно и другой насосъ, качающій ее изъ чистаго бассейна въ станціонный водоемъ, будутъ дѣйствовать въ одно и тоже время и что къ началу работы

каждаго дня бассейнъ съ чистою водою будетъ полонъ, то время наполненія осадочнаго бассейна выразится отношеніемъ $W:V$; а время, необходимое для производства полной операціи очищенія воды, не считая наполненія осадочнаго бассейна, опредѣляется, если принять:

на переѣзженіе реактивовъ съ водою	10
» образованіе осадковъ	30
» опоражниваніе осадочнаго бассейна.	20
всего минутъ	60

или 1 часъ.

Слѣдовательно время t отъ начала одного наполненія осадочнаго бассейна до начала втораго наполненія будетъ въ часахъ

$$t = \left(\frac{W}{V} + 1 \right) \dots \dots \dots (1).$$

Означая буквою n число разъ наполненія осадочнаго бассейна въ теченіи сутокъ, имѣемъ:

$$n = \frac{T}{\frac{W}{V} + 1} = \frac{TV}{W + V} \dots \dots \dots (2)$$

но такъ какъ $nW = P$,

$$\text{то } \frac{TV}{W + V} \times W = P$$

$$\text{откуда } W = \frac{PV}{TV - P} \dots \dots \dots (3)$$

Насосъ, качающій воду изъ источника въ осадочный бассейнъ, не будетъ работать непрерывно въ теченіи T часовъ, но съ остановками, необходимыми для совершенія полного процесса очищенія воды въ бассейнѣ; по этому время дѣйствительной работы этого насоса въ теченіи сутокъ будетъ:

$$T_1 = \frac{P}{V} \dots \dots (4).$$

Полагая, что въ чистомъ бассейнѣ при началѣ дневной работы находится объемъ воды W , равный вмѣстимости осадочнаго бассейна, что насосъ, накачивающій воду въ станціонные водоемы, работаетъ непрерывно въ продолженіи T_1 часовъ, доставляя объемъ воды P , равный суточной потребности дан-

ной станціи, то въ періодъ времени $\frac{W}{V} + 1$ часовъ, между двумя накачиваніями въ осадочный бассейнъ, будетъ взятъ изъ чистаго бассейна объемъ воды

$$\frac{P}{T} \left(\frac{W}{V} + 1 \right) = \frac{P}{TV} (W + V)$$

а такъ какъ, въ тоже время, прибудетъ въ чистый бассейнъ количество воды W , то чтобы вода могла въ немъ помѣститься, нужно, чтобы объемъ его былъ

$$W_1 = 2W - \frac{P}{TV} (W + V)$$

или

$$W_1 = \frac{W}{TV} (2TV - P) - \frac{P}{T}$$

а вставляя величину W изъ уравненія (3) получимъ:

$$W_1 = \frac{PV}{TV - P} = W \dots \dots (5)$$

т. е. объемъ чистаго бассейна равенъ объему осадочнаго бассейна. Такъ какъ при одномъ осадочномъ бассейнѣ наполненіе чистаго бассейна происходитъ только черезъ каждые $\frac{W}{V} + 1$ часовъ, то при большомъ суточномъ расходѣ воды на станціи пришлось бы строить большихъ размѣровъ осадочные бассейны, дабы на это время дать надлежащій запасъ чистой воды для станціи. Размѣры осадочныхъ бассейновъ обусловливаются удобствомъ операціи очищенія, а для этого размѣры не должны быть велики и при большой потребности въ водѣ, вмѣсто одного большого бассейна, прибѣгаютъ къ постройкѣ двухъ малыхъ.

Опредѣлю теперь какъ объемъ, такъ и другія данныя для одного изъ такихъ осадочныхъ бассейновъ, оставляя тѣже обозначенія что и прежде.

Положимъ, что при началѣ ежедневной работы, одинъ изъ осадочныхъ бассейновъ W наполненъ водою, а другой пусть; время полного оборота втораго бассейна, т. е. время его наполненія и очистки воды со спускомъ ея въ чистый бассейнъ, по предъидущему есть $\frac{W}{V} + 1$ часовъ, если только время $\frac{W}{V}$ не болѣе 1 часа. Но такъ какъ во время накачиванія воды во

второй бассейнъ, въ первомъ производится операція очистки, то необходимо окончить наполненіе свѣжею водою втораго бассейна въ тотъ моментъ, когда изъ перваго будетъ выпущена вся вода; поэтому въ каждый періодъ времени, равный $\frac{W}{V} + 1$ часовъ, будетъ очищено и спущено въ чистый бассейнъ 2 W объема воды.

Слѣдовательно для каждаго бассейна по прежнему будетъ,

$$n = \frac{TV}{W+V} \dots \dots \dots (6)$$

а

$$P = n 2W \text{ и } W = \frac{PV}{2TV-P} \dots \dots \dots (7)$$

слѣдовательно

$$2W = \frac{2PV}{2TV-P} \dots \dots \dots (8)$$

Для опредѣленія объема чистаго бассейна, при существованіи двухъ осадочныхъ, предположу, что въ началѣ работы въ чистомъ бассейнѣ находится объемъ воды W, равный объему одного осадочнаго бассейна и что насосъ, накачивающій воду въ станціонные водоемы, работаетъ непрерывно, какъ и въ предыдущемъ случаѣ, т. е. въ продолженіи T часовъ доставляетъ объемъ воды P; а въ періодъ въ теченіи $\frac{W}{V} + 1$ часовъ, между двумя накачиваніями въ одинъ изъ осадочныхъ бассейновъ, будетъ взято изъ чистаго бассейна воды

$$\frac{P}{T} \left(\frac{W}{V} + 1 \right) = \frac{P}{TV} (W + V)$$

а такъ какъ въ это время прибудетъ въ чистый бассейнъ количество воды W, то чтобы вода не могла изъ него вылиться, необходимо, чтобы объемъ его былъ

$$W_1 = 3W - \frac{P}{TV} (W + V)$$

или

$$W_1 = \frac{W}{TV} (3TV - P) - \frac{P}{T}$$

Вставляя сюда величину W изъ уравненія 7 получу

$$W_1 = \frac{PV}{2TV-P} = W \dots \dots \dots (9)$$

т. е. объемъ осадочнаго бассейна равенъ объему чистаго; но на дѣлѣ объемъ W чистаго бассейна дѣлается отъ 1.3W до 1.5W.

На основаніи выведенныхъ формулъ опредѣлю. размѣры какъ осадочныхъ, такъ и чистыхъ бассейновъ для станцій разныхъ классовъ, при среднемъ движеніи поѣздовъ, какъ бываетъ на большинствѣ русскихъ желѣзныхъ дорогъ.

1. Для станцій II класса.

P = 200 куб. метровъ, T = 18 часовъ; V = 12 куб. метр.

Объемъ осадочнаго бассейна есть

$$W = \frac{PV}{TV-P} = \frac{200 \times 12}{18 \times 12 - 200} = \frac{2400}{16} = 141 \text{ куб. метръ.}$$

Въ бассейнѣ такого громаднаго объема очистка воды невозможна и надобно сдѣлать два осадочныхъ бассейна; тогда

$$W = \frac{PV}{2TV-P} = \frac{200 \times 12}{2 \times 18 \times 12 - 200} = \frac{2400}{232} = 10.34 \text{ куб. метра.}$$

$$2W = 20.68 \text{ куб. метр.}$$

$$W_1 = 1.5W = 1.5 \times 10.34 = 15.51 \text{ куб. метр.}$$

2. Для станцій III и IV класса.

а) Стоящихъ въ долинахъ при подъемахъ въ обѣ стороны.

P = 120 куб. метра, T = 15 часовъ и V = 10 куб. мет.

Объемъ осадочнаго бассейна

$$W = \frac{PV}{TV-P} = \frac{120 \times 10}{16 \times 10 - 120} = \frac{1200}{30} = 40 \text{ куб. метромъ.}$$

Объемъ этотъ очень великъ и слѣдуетъ устроить два осадочныхъ бассейна.

Тогда

$$W = \frac{P.V}{2TV-P} = \frac{120 \times 10}{2 \times 16 \times 10 - 120} = \frac{1200}{200} = 6 \text{ куб. метр.}$$

$$2W = 12 \text{ куб. метровъ.}$$

а

$$W_1 = 1.5W = 9 \text{ куб. метр.}$$

б) Стоящихъ на покатости, слѣдовательно имѣющихъ въ одну сторону подъемъ, а въ другую покатъ.

$P = 80$ куб. метр.; $T = 14$ часовъ и $V = 10$ куб. мет.

Объемъ одного осадочнаго бассейна

$$W = \frac{PV}{TV - P} = \frac{80 \times 10}{14 \times 10 - 80} = \frac{800}{60} = 13.33 \text{ куб. метра.}$$

$$W_1 = 13.33 \text{ куб. метра.}$$

Объемъ этотъ тоже великъ.

При *двухъ* осадочныхъ бассейнахъ:

$$W = \frac{PV}{2TV - P} = \frac{80 \times 10}{2 \times 14 \times 10 - 80} = \frac{800}{2000} = 4 \text{ куб. метр.}$$

а

$$W_1 = 1.5W = 6 \text{ куб. метровъ.}$$

в) Стоящихъ на горѣ и имѣющихъ въ обѣ стороны движенія покаты.

$P = 40$ куб. метр., $T = 10$ часовъ и $V = 8$ куб. метр.

При *одномъ* осадочномъ бассейнѣ

$$W = \frac{PV}{TV - P} = \frac{40 \times 8}{10 \times 8 - 40} = \frac{320}{40} = 8 \text{ куб. метр.}$$

$$W_1 = 8 \text{ куб. метр.}$$

При *двухъ* осадочныхъ бассейнахъ

$$W = \frac{PV}{2TV - P} = \frac{40 \times 8}{2 \times 10 \times 8 - 40} = \frac{320}{160} = 2 \text{ куб. метр.}$$

$$2W = 4 \text{ куб. метр.}$$

$$W_1 = 1.5W = 3 \text{ куб. метр.}$$

Принимая во вниманіе, что осадочные бассейны, имѣющіе объемъ болѣе 10 куб. метровъ, неудобны для производства очистки воды въ слѣдствіе затруднительности перемѣшиванія реактивовъ, а съ другой стороны, что при двухъ осадочныхъ бассейнахъ требуется больше вниманія со стороны занимающагося очисткою; на основаніи полученныхъ выводовъ, можно назначить слѣдующую вмѣстимость и число осадочныхъ бассейновъ по классамъ станцій и ихъ положенію относительно профиля пути.

1) На станціяхъ II класса по 2 бассейна, вмѣстимостью каждый въ 10 куб. метр.

2) На станціяхъ III и IV класса:

а) Если отъ станцій идутъ подъемы въ обѣ стороны: по 2 бассейна, каждый вмѣстимостью въ 6 куб. метр.

б) Если отъ станцій идетъ въ одну сторону, скатъ, въ другую подъемъ: по 2 бассейна, каждый вмѣстимостью въ 4 куб. метра

в) Если отъ станцій идутъ въ обѣ стороны скаты: 1 бассейнъ вмѣстимостью въ 6 куб. метр.

Лучшая форма осадочнаго бассейна есть прямоугольная; высота воды надъ нижнимъ краемъ выпускнаго отверстія должна быть 1 метръ, а стѣнки бассейна должны возвышаться надъ поверхностью воды еще на 0.2 метра, чтобы при перемѣшиваніи вода не переливалась черезъ край. Ниже выпускнаго крана углубляютъ также бассейнъ на 0.2 метра для помѣщенія въ немъ осадковъ, такъ что общая глубина осадочнаго бассейна отъ верхнихъ краевъ до днища доходитъ до 1.4 метра.

Осадочные и чистые бассейны слѣдуетъ располагать по возможности близко одинъ къ другому, при чемъ первые должны быть расположены на столько выше вторыхъ, чтобы очищенная вода изъ осадочнаго бассейна могла по нижнему выпускному крану переливаться въ чистый бассейнъ; для этого оба эти бассейна соединяютъ трубою съ краномъ. Діаметръ трубы и отверстіе крана должны быть такъ рассчитаны, чтобы вода могла перелиться изъ осадочнаго въ чистый бассейнъ въ теченіи 20 минутъ; по этому, для выше указанныхъ нами бассейновъ, діаметръ трубъ можно принять отъ 60 до 80 миллиметровъ.

Осадочные бассейны обыкновенно располагаются выше земли, а чистые зарываются въ землю. Полезно, если осадочный и даже чистый бассейнъ помѣщаются въ томъ же зданіи, въ которомъ находится паровой котель съ машиною; только слѣдуетъ смотрѣть за тѣмъ, чтобы угольная пыль и разныя нечистоты не попадали въ эти бассейны, а для этого не мѣшаетъ ихъ располагать въ разныхъ отдѣленіяхъ одного и того же зданія. Расположеніе осадочныхъ и чистыхъ бассейновъ въ нѣкоторомъ удаленіи отъ зданія, въ которомъ помѣщается паровой котель и машина, имѣетъ тѣ неудобства, что

для очистки воды нужно, кромѣ машиниста при водоснабженіи, держать еще отдѣльнаго человѣка; кромѣ того для накачиванія воды въ станціонные водоемы нельзя пользоваться паромъ изъ одного и того же котла.

Для накачиванія воды изъ источниковъ въ осадочные бассейны можно употреблять насосы и инжекторы; послѣдніе имѣютъ то преимущество, что подаютъ воду уже нѣсколько нагрѣтую, въ слѣдствіе чего какъ химическая реакція, такъ и осажденіе солей происходитъ быстрѣе, но за то расходуется лишнее топливо. Изъ чистыхъ бассейновъ вода подается въ станціонные водоемы насосами, которые могутъ быть различнаго устройства, но при помѣщеніи подъ станціонными водоемами пароваго котла, назначеннаго для дѣйствія насосовъ, которые забираютъ воду изъ источника, удобнѣе всего употреблять американскіе насосы, потому что они дѣйствуютъ паромъ изъ котла безъ ооныхъ приводовъ и маховиковъ, занимая весьма мало мѣста.

7. Очищеніе воды производится слѣдующимъ образомъ.

Зная объемъ воды, какой долженъ помѣщаться въ осадочномъ бассейнѣ и химическій составъ ея, опредѣляютъ количество реактивовъ какое должно быть прибавлено къ водѣ для полнаго очищенія ея отъ вредныхъ примѣсей. Эти реактивы, въ растворенномъ состояніи, помѣщаются въ чанахъ близъ осадочнаго бассейна.

Наполняютъ осадочный бассейнъ водою, если возможно подогрѣтою, такъ какъ при теплой водѣ операція очищенія идетъ гораздо быстрѣе. Можно подогрѣвать воду также и въ осадочномъ бассейнѣ, впуская на примѣръ струю мятаяго пара изъ паровой машины.

Приготовивъ такимъ образомъ воду, вливаютъ немедленно известковое молоко, т. е. не гашеную известь, частью въ разбухнушемъ, частью въ растворенномъ видѣ. Известь для этого должна быть взята лучшаго достоинства по чистотѣ и, при ея гашеніи, нужно вливать достаточное количество воды,

чтобы она не осталась въ полурасворенномъ состояніи, въ видѣ порошка, потому что молоко, приготовленное изъ плохо гашеной извести, будетъ содержать въ себѣ крупинки, не равномерно распределенныя въ водѣ.

Налитое въ бассейнъ, въ должной пропорціи, известковое молоко хорошо взбалтывается, при чемъ наблюдаютъ, чтобы не образовались хлопья, т. е. не начинается ли въ водѣ выдѣленіе осадка. Для того чтобы узнать достаточно-ли налито известковаго молока, дѣлаютъ пробу красною лакмусовою бумагою; при содержаніи 1 части извести въ 100000 частяхъ воды, эта бумага окрашивается спустя $\frac{1}{4}$ минуты въ свѣтло голубой цвѣтъ. Исчисленіе и опытъ показываютъ, что вода, имѣющая столь незначительную примѣсь извести, неспособна образовать накипи и что даже при содержаніи извести 1 на 50000 накипи долго не образуется; слѣдовательно, внимательная проба лакмусовою бумагою вполне обезпечиваетъ отъ излишняго прибавленія къ водѣ ѣдкой извести. Здѣсь слѣдуетъ обратить вниманіе на то, что окрашиваніе лакмусовой бумаги можетъ иногда произойти отъ прикосновенія съ нею руки того лица, которое дѣлаетъ пробу, если она не чиста; по этому слѣдуетъ погружать въ воду конецъ бумажки, не бывшій въ рукахъ.

Какъ только получилось на лакмусовой бумагѣ легкое окрашиваніе, то въ слѣдъ за этимъ начинается выдѣленіе осадка хлопьями, идущими ко дну такъ быстро, что черезъ 10 или 15 минутъ можно выпустить изъ осадочнаго бассейна всю воду, если только не требуется прибавлять другіе реактивы. Если по составу воды нужно дѣйствовать другими реактивами, кромѣ ѣдкой извести, то ихъ вливаютъ почти одновременно съ известковымъ молокомъ и также тщательно перемѣшиваютъ мѣшалкою (чер. 6 листъ XXI). Отъ хорошаго перемѣшиванія зависитъ какъ полнота, такъ и быстрота реакціи, такъ что на это обстоятельство должно быть обращено особое вниманіе. Кромѣ обыкновенной мѣшалки, рекомендуютъ аппараты Кертинга, вдвигаютъ въ жидкость воздухъ и тѣмъ приводящіе очищенную

воду въ весьма дѣятельное движеніе, что заставляетъ ее прекрасно смѣшиваться съ реактивами. Этими аппаратами также вдвигается углекислота съ дымомъ отъ пароваго котла, если присутствіе ея окажется нужнымъ для очищенія.

Чтобы убѣдиться въ правильномъ прибавленіи реактивовъ къ водѣ, т. е. не прибавлено-ли ихъ слишкомъ много или очень мало, полезно брать въ чистый стаканъ очищенную воду и дѣйствуя на нее, сообразно съ принятымъ методомъ очистки, разными реактивами, можно видѣть много или мало прибавлено было къ водѣ требуемыхъ предметовъ. Весьма много способствуетъ достиженію хорошихъ результатовъ очистки, если одно и то же лицо продолжительное время занимается очисткою одной и той же воды, потому что оно въ состояніи хорошо изучить очищаемую воду и, слѣдовательно, основательно выработать пропорціи, въ какихъ должны быть прибавляемы реактивы, а также и замѣтить другія особенности, ускоряющія и улучшающія очистку.

Если при изложенномъ общемъ процесѣ очистки воды не будетъ упущено ни одно обстоятельство, способствующее правильному ея очищенію, то безспорно такая вода накипи въ котлахъ производить не будетъ; но такого правильнаго очищенія достигнуть крайне трудно.

Недостатки въ химической очисткѣ воды, вообще, происходятъ отъ ниже слѣдующихъ причинъ:

1. недостаточной примѣси необходимыхъ реактивовъ.
2. недостатка иногда въ водѣ углекислоты.
3. слишкомъ низкой температуры очищаемой воды.
4. недостаточнаго ея взбалтыванія.
5. недостаточнаго изслѣдованія состава воды.
6. переменчивости состава воды.
7. невнимательности неопытности и недостаточной смѣтливости лица, занимающагося очисткою воды.
8. Очистка воды по способу de Наеп'а. Въ Германіи начали примѣнять въ довольно обширныхъ размѣрахъ химиче-

ское очищеніе воды при помощи ѣдкой извести и хлористаго барія. Сравнительно широкое примѣненіе этого способа очистки воды въ послѣднее время обязано доктору де-Хену, который, примѣнивъ его къ очисткѣ воды на своемъ химическомъ заводѣ въ Листъ около Гановера, опубликовалъ полученные имъ результаты въ 1872 году и далъ на счетъ этого довольно обстоятельныя наставленія.

Въ слѣдствіе весьма удовлетворительныхъ результатовъ, которые получались въ нѣкоторыхъ мѣстахъ отъ примѣненія этихъ способовъ очистки воды, я даю краткое описаніе процесса очистки воды, производимаго самимъ де-Хеномъ у себя на заводѣ.

Служащая для питанія заводскихъ котловъ вода выпускается для очищенія въ два осадочные бассейна и уже оттуда поступаетъ въ чистый бассейнъ, изъ котораго питательный насосъ ее забираетъ и гонитъ въ паровой котель. Осадочные и чистый бассейны располагаются на разныхъ горизонтахъ, такъ что вода, содержащаяся въ первыхъ, стоящихъ на высотѣ, можетъ безъ остатка перелиться въ послѣдній, который установленъ такимъ образомъ, что верхніе края его приходятся вровень съ дномъ выше его стоящихъ осадочныхъ бассейновъ.

На чер. 5 листа XXI показаны размѣры и расположеніе дѣйствующихъ на заводѣ бассейновъ и очищающихъ въ теченіи 22 часовъ по 280 куб. метровъ воды.

Бассейны *a* и *b* имѣютъ по 8 куб. метр., а *c* 12 куб. метровъ въ объемѣ. Вода въ бассейнахъ *a* и *b*, если возможно, подогревается паромъ.

Бассейны *a* и *b*, на высотѣ 0.150 метр. отъ дна, имѣютъ краны *d* для спуска очищенной воды въ бассейнъ *c*, а у самаго ихъ дна помѣщены краны *e* для выпуска накопляющейся въ бассейнѣ грязи. Если возможно, вблизи бассейновъ помѣщаются чаны съ известковымъ молокомъ и хлористымъ баріемъ. Очертаніе бассейновъ, показанное на чертежѣ, не составляетъ необ-

ходимости; оно можетъ быть и иное, сообразно съ имѣющимся мѣстомъ. Де-Хенъ не совѣтуетъ употреблять бассейны, коихъ вмѣстимость болѣе 10—13 куб. метровъ.

Для приготовленія известковаго молока берется хорошая, жирная строительная известь и гасится въ большомъ количествѣ воды; такъ, чтобы образующаяся при этомъ масса, имѣла видъ полужидкаго тѣста. Въ такомъ видѣ переливается она въ деревянный чанъ, у котораго на $\frac{1}{3}$ высоты вдѣланъ деревянный кранъ. Здѣсь масса разбавляется водою, которую наливаютъ до краевъ чана, а когда нужно взять известковое молоко для реакціи, то все содержимое въ чанѣ взбалтывается деревянными мѣшалками для образованія равномерной смѣси: послѣ сего смѣсь оставляется въ покоѣ на полминуты, въ теченіе которой всѣ крупныя части изъ жидкости осаждаются на дно и затѣмъ можно черпать известковое молоко ведрами. При нѣкоторомъ навыкѣ зачерпывается ведромъ постоянно одно и тоже количество извести, такъ что повѣрка становится лишнею. Въ чанъ ежедневно добавляется то количество гашеной извести, которое, по расчету, было изъ него взято въ теченіи предыдущаго дня. Въ другомъ, подобномъ же чанѣ растворяютъ, перемѣшивая должнымъ образомъ, въ 200 килогр. воды около 40 килогр. хлористаго барія. Когда послѣдуетъ полное раствореніе соли, то перемѣшиваніе прекращаютъ, такъ какъ растворъ и безъ того сохраняетъ равномерность. Прежде чѣмъ приступить къ валовому очищенію воды этимъ способомъ, необходимо тщательными опытами въ маломъ видѣ опредѣлить требуемое количество їдкой извести и хлористаго барія для полнаго ея очищенія. Опыты эти несложны и заключаются въ слѣдующемъ.

1. Въ сторонѣ смѣшиваютъ пробное количество испытуемой воды съ чистою известковою водою. При этомъ почти всегда является муть — отъ выдѣляющейся углекислой извести, ибо почти не существуетъ воды, которая бы не содержала въ растворѣ большее или меньшее количество углекислостной соли.

2. Такимъ же образомъ смѣшиваютъ небольшое количество прозрачной испытуемой воды съ растворомъ хлористаго барія. Отсутствіе осадка въ этомъ случаѣ указываетъ на бесполезность дальнѣйшаго прибавленія хлористаго барія къ этой водѣ.

3. На каждые три кубическіе метра воды прибавляютъ пол-ведра жидкаго известковаго молока и столько же раствора хлористаго барія, старательно размѣшивая жидкость въ продолженіе одной минуты. Затѣмъ часть жидкости отцѣживаютъ и прибавляютъ къ ней прозрачной известковой воды.

Если жидкость при этомъ тотчасъ или по прошествіи $\frac{1}{4}$ минуты даетъ муть, то это значитъ, что известковаго молока было прибавлено недостаточно. Отсутствіе мути доказываетъ, что половины ведра на 3 куб. метр. воды было слишкомъ много и тогда при слѣдующемъ опытѣ, количество известковаго молока уменьшаютъ. Лучшее всего для опредѣленія настоящаго количества требуемыхъ водою реактивовъ вливать ихъ мало-по-малу и каждый разъ жидкость тщательно перемѣшивать и затѣмъ отцѣживать часть для пробы. Разъ опредѣливъ это количество, уже при малѣйшемъ навыкѣ не представляется никакого труда отмѣривать потребное количество реактива прямо по объему, такъ что дальнѣйшія провѣрки дѣлаются совершенно излишними.

Валовая операція производится слѣдующимъ образомъ: къ водѣ прибавляютъ опредѣленное по опыту количество раствора хлористаго барія, а за тѣмъ, при постоянномъ перемѣшиваніи, приливаютъ известковое молоко до тѣхъ поръ, пока замѣтятъ, что осадокъ начинаетъ свертываться, т. е. плавать въ освѣтляющейся жидкости въ видѣ хлопьевъ послѣ того, какъ перестали ее мѣшать. Перемѣшиваніе продолжаютъ еще одну минуту, при чемъ легко можно замѣтить, какъ известковые хлопья увлекаютъ съ собою на дно мелкія частицы сѣрнокислаго барита. Освѣтляющуюся воду можно затѣмъ безопасно спускать изъ осадочнаго бассейна въ чистый. Образованіе хлопьевъ на-

ступаютъ только послѣ прибавленія достаточнаго количества ѣдкой извести. Явленіе это, при правильномъ ходѣ операціи, обнаруживается вполне ясно даже для всякаго неопытнаго глаза, почему и не требуетъ никакихъ контрольных опытовъ. Въ водѣ, нагрѣтой отъ 35° до 40°, освѣтленіе оканчивается по прошествіи 10 минутъ. Въ холодной же водѣ слабая муть остается иногда даже въ теченіи нѣсколькихъ часовъ; впрочемъ, вода въ этомъ состояніи заключаетъ въ себѣ такое ничтожное количество солей, способныхъ образовать накипь, что ее смѣло можно вводить въ котель, если по какимъ либо обстоятельствамъ нельзя дожидаться окончательнаго ея освѣтленія.

Для перемѣшиванія жидкости служатъ какъ механическія, такъ и ручныя мѣшалки, на концѣ которыхъ устроено овальное расширеніе въ 0.1 квадратнаго метра. Взбиванія воды мѣшалками, попеременно входящими и выходящими изъ воды нужно избѣгать, такъ какъ осадокъ при этомъ дѣлается слишкомъ мелкимъ.

Такое очищеніе воды производится въ особо устроенныхъ для этого осадочныхъ бассейнахъ, изъ которыхъ послѣ очистки вода спускается въ чистые бассейны и уже оттуда приводится въ станціонные водоемы, при чемъ прибавленіе нужнаго количества реактивовъ дѣлается въ ручную. Этотъ методъ очистки воды требуетъ спеціальнаго рабочаго, но за то, при акуратномъ исполненіи, даетъ весьма хорошіе результаты, потому что тутъ всегда имѣется возможность прибавить къ водѣ столько реактивовъ, сколько ихъ дѣйствительно нужно. Но одинъ изъ важнѣйшихъ недостатковъ этого метода заключается въ томъ, что правильное исполненіе зависитъ отъ личныхъ качествъ рабочаго, на что не всегда можно полагаться. По этому я опишу другой методъ химической очистки, менѣе зависящей отъ опытности рабочаго.

9. Автоматическое подмѣшиваніе реактивовъ. Чтобы по возможности устранить вліяніе качествъ рабочаго на подмѣ-

шиваніе реактивовъ, къ стержню насоса, нагнетающаго воду въ станціонные водоемы, прибавляется съ боку его другой стержень, помощью котораго приводится въ движеніе поршень втораго малаго насоса. Всасывающая труба этого насоса опускается въ сосудъ съ растворомъ реактивовъ, а нагнетательная труба проводится въ трубу, доставляющую воду въ станціонные баки. Діаметръ малаго насоса рассчитывается такъ, чтобы онъ въ данное время нагнеталъ столько раствора съ реактивами, сколько требуется для очищенія воды, смотря по ея составу и количеству, нагнетаемому въ тоже время питательнымъ насосомъ въ станціонные водоемы. Осажденіе получаемыхъ при этомъ въ напорной трубѣ нерастворимыхъ солей происходитъ отчасти въ самой трубѣ, а главнымъ образомъ въ станціонныхъ водоемахъ и затѣмъ даже въ тендерѣ паровоза.

Этотъ методъ очищенія воды имѣетъ большія преимущества въ отношеніи простоты устройства, но обладаетъ, однако, важными недостатками, а именно:

1. Трубы, ведущія воду въ станціонные водоемы, засоряются нерастворимыми солями, которыя въ нихъ осаждаются.

2. Измѣнять количество реактивовъ весьма трудно и возможно только увеличеніемъ или уменьшеніемъ степени густоты раствора реактива. Это обстоятельство въ особенности важно въ отношеніи ѣдкой извести, избытокъ которой весьма вреденъ, потому что известь, обладая слабою способностью растворяться въ водѣ, именно 130 частей извести на 100000 частей воды, вмѣсто очистки, сама можетъ образовать накипь въ котлѣ. Между тѣмъ назначеніе постоянной нормы, въ какой ее слѣдуетъ прибавлять къ водѣ, не возможно, въ слѣдствіе измѣнчивости состава воды одного и того же источника въ разное время года.

3. Осажденіе нерастворимыхъ солей изъ воды въ станціонныхъ водоемахъ крайне неполно, такъ какъ вода въ нихъ бываетъ рѣдко въ спокойномъ состояніи; она поступаетъ въ тендеръ съ значительною механическою примѣсью не осѣвшихъ

солей, которыя также не могут осѣсть и въ тендерѣ, въ слѣдствіе еще большаго движенія воды, чѣмъ въ станціонныхъ водоемахъ.

Указанные недостатки на столько важны, что, не смотря на большую дороговизну устройства осадочныхъ и чистыхъ бассейновъ съ необходимыми принадлежностями, не смотря на трудность выбора лицъ, коимъ можно поручать очистку воды, слѣдуетъ, однако, отдать предпочтеніе первому методу.

10. Аппаратъ *Letellier* служитъ для очистки воды при помощи ѣдкой извести и углекислаго натра. Онъ состоитъ изъ двухъ вертикальныхъ цилиндрическихъ сосудовъ А и В (чер. 1 и 2 листа XXII), изъ коихъ меньшій А назначенъ для реактивовъ, а большій В для окончательной очистки воды. Очищенная вода изъ расположеннаго нѣсколько выше резервуара М (чер. 4) стекаетъ по трубамъ *a* и *m* (чер. 1) въ цилиндръ А и растворяетъ помѣщенные тамъ химическіе реактивы, назначенные для очищенія воды. Какъ только цилиндръ А наполненъ, такъ вода, стекающая изъ резервуара по трубѣ *a*, въ слѣдствіе давленія сверху, устремляется по инжектору *b* въ трубы *c* и *d*, куда также изъ цилиндра А, въ слѣдствіе давленія сверху столба воды *a* и дѣйствія инжектора *b*, поступаетъ по трубѣ *e* определенное количество раствора реактивовъ и смѣшивается съ водою, производя въ ней реакцію и осадокъ.

Труба *d* входитъ въ осадочный цилиндръ В и загибается въ немъ книзу, такъ что вода вмѣстѣ съ реактивами и образующимся осадкомъ входитъ въ нижнюю часть осадочнаго цилиндра. Внутри трубы *d* имѣется много загражденій для лучшаго перемѣшиванія проходящей съ реактивами воды. Въ осадочномъ цилиндрѣ В поставлено нѣсколько вертикальныхъ фильтрующихъ трубъ, которыя состояются изъ чугунныхъ цилиндровъ *f*, имѣющихъ множество отверстій и обложенныхъ кружками *g*, изъ хорошо фильтрующаго матеріала. Остальное устройство фильтрующихъ трубъ видно на чертежѣ. Нижніе концы чугунныхъ цилиндрическихъ фильтраціонныхъ трубъ

обтачиваются по конусу и плотно вставляются въ муфты *h*, которыя находятся въ горизонтальной перегородкѣ, отдѣляющей осадочный цилиндръ В отъ цилиндра D, куда собирается чистая вода изъ всѣхъ фильтрующихъ трубъ. Нижнее дно этого цилиндра при помощи трубъ *E* и *l*₁ соединяется съ насосомъ L (чер. 4 и 5), накачивающимъ воду въ станціонный водоемъ N. Фильтрація идетъ дѣлательно, какъ слѣдствіе давленія столба воды изъ резервуара М, вмѣщающаго очищаемую воду, и какъ слѣдствіе разрѣженія воздуха внутри фильтрующихъ трубъ отъ всасыванія насосомъ L, который снабжаетъ водою чистый станціонный водоемъ N.

Для безостановочнаго и скорого растворенія реактивовъ, вода, вытекающая изъ трубы *m*, падаетъ на пластину *o* (чер. 1), поддерживаемую спиралью *n*, въ слѣдствіе чего сія послѣдняя находится въ постоянномъ колебаніи и перемѣшиваетъ реактивы съ водою, отъ чего растворъ получается болѣе однородный. Для регулированія притока воды служитъ при инжекторѣ запорный коническій клапанъ *p*, а для регулированія притока раствора реактивовъ кранъ *q*. На верху осадочнаго цилиндра помѣщается также воздушный клапанъ *r* для выпуска накопляющагося тамъ воздуха и газовъ, которые всегда образуются въ большемъ или меньшемъ количествѣ при химическомъ очищеніи воды.

Для очистки осадочнаго цилиндра В, въ днѣ его или перегородкѣ, отдѣляющей его отъ цилиндра D, сдѣлано отверстіе, откуда проведена труба внаружу съ краномъ S (чер. 2). Этотъ кранъ въ теченіи дня нужно открывать по нѣсколько разъ для выпуска накопляющейся въ цилиндрѣ грязи.

Для очистки фильтрующихъ трубъ отъ резервуара М съ неочищеною еще химически водою, проводится особенная труба *i* (чер. 3, 4 и 5) до соединенія съ трубою *l*₁, ведущею чистую воду изъ D къ насосу L, который накачиваетъ ее въ чистый водоемъ N. На соединеніи этихъ трубъ устанавливается кранъ R съ тремя отверстіями, помощью которыхъ

цилиндръ D можно соединить или съ насосомъ L, или съ резервуаромъ M.

Если выпустить помощью крана S воду изъ цилиндра B, поставить кранъ R такъ, чтобы онъ соединялъ трубы i и l_1 , и разобщалъ послѣднюю отъ насоса L, то вода изъ резервуара M устремится по трубамъ i , l_1 и E въ цилиндръ D, откуда тѣмъ же напоромъ поднимется во внутренность фильтрующихъ трубъ и черезъ пористыя ихъ стѣнки вступить въ цилиндръ B. При такомъ направленіи давленія воды всѣ частицы, засорившія поры фильтра, вгонятся обратно въ цилиндръ B и фильтрующія стѣнки трубъ очистятся вполне; послѣ чего слѣдуетъ только выпустить грязную воду изъ цилиндра B. Такая операція прочистки фильтрующихъ трубъ весьма не сложна и почти не прекращаетъ работы аппарата. Эту прочистку фильтрующихъ трубъ слѣдуетъ дѣлать отъ одного до двухъ разъ въ недѣлю, а при водѣ очень дурнаго качества и каждый день, тогда аппаратъ будетъ дѣйствовать исправно. Когда вода слишкомъ плоха, то вышеописаннымъ способомъ прочистки фильтрующихъ трубъ ограничиться нельзя: приходится по крайней мѣрѣ разъ въ мѣсяцъ смѣнять эти трубы, которыя для этого должны всегда имѣться въ запасѣ. Смѣна ихъ дѣлается весьма быстро: стоитъ только отнять крышку осадочнаго цилиндра B, выдернуть за рукояти старыя трубы и на мѣсто ихъ поставить новыя. Вынутыя трубы нужно очистить щеткою, промыть и тогда онѣ опять становятся годными къ употребленію.

Для выпусканія же реактивовъ и грязи изъ цилиндра A служить кранъ K (чер. 2).

Матеріалъ, идущій на приготовленіе фильтрующихъ кружковъ, составляетъ тайну изобрѣтателя.

Эти аппараты примѣнены на многихъ заводахъ Германіи, Франціи и Англіи, но на желѣзныхъ дорогахъ еще не примѣнялись въ большихъ размѣрахъ.

На чер. 3, 4 и 5 листа XXII показано приспособленіе

этихъ аппаратовъ къ желѣзнодорожной станціи водоснабженія и состоитъ въ слѣдующемъ. Вода изъ источника при помощи трубы k_1 , насоса P и трубы k_2 накачивается въ резервуаръ M, подъ которымъ помѣщенъ аппаратъ для очистки воды. Къ цилиндру A по трубѣ a изъ того же резервуара M проводится вода для очистки. Очищенная же вода, выходящая изъ нижней части аппарата по трубѣ l_1 насосомъ L и по трубѣ l_2 гонится въ резервуаръ N, откуда водопроводными трубами l приводится на станцію къ пастѣнному и гидравлическимъ кранамъ. Паровой котель P съ машиною здѣсь помѣщенъ въ томъ же зданіи.

Достоинство аппарата Летелье заключается въ томъ, что послѣ химической реакціи не нужно выжидать освѣтленія воды, потому что осадокъ отдѣляется фильтрами отъ очищенной воды. Недостатокъ же этого аппарата тотъ, что растворы реактивовъ поступаютъ въ смѣшеніе съ водою автоматически; слѣдовательно нельзя надѣяться, чтобы ихъ количество было введено согласно съ содержаніемъ въ водѣ солей, которыя требуется изъ нея выдѣлять и поэтому иной разъ можетъ быть прибавлено реактивовъ мало и не произойдетъ полного выдѣленія вредныхъ солей, другой разъ можетъ быть введено очень много реактивовъ, что также не безвредно.

11. Заключение о химической очисткѣ. Во всѣхъ случаяхъ, когда количество реактивовъ прибавляется къ водѣ согласно дѣйствительной потребности и когда соблюдаются всѣ необходимыя предосторожности, то можно достигнуть весьма блестящихъ результатовъ; но прибавленіе необходимаго количества реактивовъ, а также соблюденіе всѣхъ предосторожностей, обуславливающихъ успѣхъ очищенія воды, до крайности трудны, въ особенности на желѣзнодорожныхъ станціяхъ. Причины такихъ затрудненій заключаются въ постоянной измѣнчивости состава водъ, въ особенности по содержанію свободной углекислоты и вообще углекислыхъ солей извести и магнезій; поэтому на основаніи разъ опредѣленнаго состава воды нельзя

дать постоянной нормы для прибавленія къ очищаемой водѣ реактивовъ. Составъ воды источниковъ измѣняется не годами, даже не по временамъ года, а еще чаще; случается, что въ началѣ и концѣ дня есть замѣтная разница въ количествѣ углекислоты. Все это не имѣло бы важнаго значенія, если бы очисткою воды руководили спеціалисты, потому что для опытнаго химика и даже всякаго развитаго человѣка не составляетъ большаго затрудненія примѣниться къ такимъ колебаніямъ въ составѣ воды, если только производить очистку въ особо устроенныхъ осадочныхъ бассейнахъ, не автоматическимъ способомъ. Но такихъ лицъ невозможно поставить на всякой станціи, гдѣ имѣется плохая вода. Непосредственному ихъ наблюденію развѣ можетъ быть поручена очистка воды на большихъ первоклассныхъ или второклассныхъ станціяхъ, а также на заводахъ. На остальныхъ станціяхъ по неволѣ нужно поручать веденіе очистки воды машинистамъ при водокачальныхъ или особымъ рабочимъ, на добросовѣстность и на смѣтливость которыхъ полагаться трудно, а слѣдовательно и трудно надѣяться, чтобы вода была хорошо очищена. Разъ можетъ быть прибавлено реактивовъ слишкомъ мало и слѣдовательно очистка произойдетъ неполная, другой разъ слишкомъ много и тогда эти реактивы не только не принесутъ должной пользы, но даже вредъ. Растворимость ѣдкой извести весьма мала, а именно 130 ея частей на 100000 воды; и такъ, прибавленная въ излишество, она сама будетъ производить накипь въ котлѣ. Излишекъ хлористаго барія въ водѣ, при употребленіи послѣдней въ пищу, вредно отражается на здоровьѣ. Излишекъ соды (углекислаго натра) производитъ выбрасываніе воды въ регуляторъ и вообще крайне не спокойное ея состояніе въ котлѣ, особенно когда въ послѣднемъ находятся остатки разныхъ жировъ, солей, масла и т. д.

Въ отношеніи денежныхъ расходовъ, химическій способъ очистки воды нельзя отнести къ дешевымъ средствамъ, какъ это можно видѣть по стоимости однихъ реактивовъ. Но кромѣ

того нужно затратить не малыя суммы на сооруженіе бассейновъ, устройство паровыхъ котловъ, насосовъ и также на содержаніе рабочихъ, занимающихся очисткою воды.

Передъ введеніемъ химической очистки воды все это должно быть весьма внимательно взвѣшено и сдѣлано сравненіе съ тѣми выгодами, какія можно ожидать отъ большей долговѣчности паровыхъ котловъ, меньшаго расхода топлива и наконецъ большей правильности движенія.

Для воды весьма плохихъ качествъ, какъ на примѣръ Ростово-Владикавказской желѣзной дороги, какой бы способъ очистки ни былъ примѣненъ, стоимость его будетъ ниже тѣхъ косвенныхъ расходовъ, какіе влекутъ за собою быстрое изнашиваніе частей паровоза, соприкасающихся съ огнемъ и водою, громадная потребность топлива и наконецъ неминуемыя неправильности въ движеніи поѣздовъ.

ГЛАВА V.

Устраненіе вреднаго дѣйствія солей въ котлѣ.

1. **Способы устранять дѣйствіе солей.** Очистка воды химическимъ способомъ, во всякомъ случаѣ, должна быть признана послѣ перегонки наилучшимъ средствомъ для устраненія вреднаго вліянія растворенныхъ солей въ водѣ и если не получаетъ широкаго примѣненія, то единственно въ слѣдствіе дороговизны и трудности выбора лицъ, которымъ эта операція могла бы быть вѣряема. Потому усилія техникувъ были направлены къ изысканію другихъ, болѣе дешевыхъ средствъ для парализованія вреда, какой приносятъ избыточныя соли воды. Эти усилія направлены не къ тому, что бы выдѣлять вредныя соли изъ воды, но къ тому, чтобы сдѣлать ихъ присутствіе возможно менѣе вреднымъ для паровыхъ котловъ, т. е. чтобы эти соли не образовали твердаго осадка на ихъ стѣнкахъ. Эти средства основаны на механическомъ дѣйствіи, препятствующемъ инкрустаціи осаждающихся изъ воды солей. Много разныхъ спосо-

бовъ было предлагаемо для этого: одни оказались болѣе дѣйствительными, другіе менѣе, но вообще, результаты далеко уступаютъ химической очисткѣ. Даже въ томъ случаѣ, если бы инкрустація была совершенно устранена, то плавающія въ водѣ частицы до крайности препятствовали бы хорошему паровому образованію и расходъ на топливо всегда былъ бы сравнительно большой.

Механическая анти-инкрустація достигается въ большей или меньшей степени: 1) соотвѣтственною подготовкою поверхностей котла и дымогарныхъ трубокъ, соприкасающихся съ водою; 2) прибавкою къ водѣ такихъ примѣсей, которыя препятствуютъ кристаллизаціи осадковъ и 3) возбужденіемъ въ котлѣ нѣкоторыхъ физическихъ явленій.

2. Подготовка поверхностей котла. Чѣмъ глаже поверхности котла и дымогарныхъ трубокъ, соприкасающихся съ водою, т. е. чѣмъ меньше на нихъ углубленій и выпуклостей, тѣмъ съ большимъ трудомъ задерживаются на этихъ поверхностяхъ осадки. Они смываются циркулирующею водою и паромъ. Опытъ вполне доказалъ, что на полированныхъ поверхностяхъ накипь или вовсе не бываетъ, или она значительно меньше, чѣмъ на рядомъ лежащихъ, шероховатыхъ поверхностяхъ.

Если на гладкой поверхности и образуется накипь, то она отъ малѣйшей причины сама отдѣляется, не будучи съ нею связана никакими ея неровностями. На желѣзныхъ дымогарныхъ трубкахъ, поставленныхъ въ первый разъ на паровозъ, при той же продолжительности работы, накипь всегда меньше, чѣмъ на трубкахъ, хотя и вновь поставленныхъ, но уже ранѣе бывшихъ въ употребленіи и имѣющихъ шероховатую поверхность. Желѣзные трубы отчасти окисляются въ водѣ и послѣ нѣкотораго времени службы, ихъ поверхность принимаетъ матовый видъ; тогда начинается отложеніе на нихъ накипи. Поверхность латунныхъ и мѣдныхъ трубокъ сохраняется лучше и на нихъ слой накипи обыкновенно бываетъ меньше, чѣмъ на желѣзныхъ трубкахъ.

Изъ сказаннаго видно на сколько важно, чтобы внутреннія поверхности котла и дымогарныхъ трубокъ были по возможности ровныя. Для этого при каждой новой постановкѣ дымогарныхъ трубокъ въ котлѣ необходимо ихъ поверхность, равно какъ и поверхности котла и топки очищать весьма тщательно; также нужно заботиться, чтобы при храненіи дымогарныхъ трубокъ не подвергались ржавчинѣ, ибо послѣдняя, кромѣ уменьшенія прочности, портитъ ихъ поверхность.

Для того, чтобы поверхностямъ котла, топки и дымогарныхъ трубокъ придать по возможности ровный видъ, ихъ нужно натирать графитомъ. Это средство весьма способствуетъ уменьшенію инкрустаціи и пренебрегать имъ никогда не слѣдуетъ.

Если поверхности, подверженныя инкрустаціи, покрыть какою нибудь аморфною масою, которая могла бы, хотя бы не продолжительное время, держаться на нихъ, то образующаяся накипь, будучи отдѣлена отъ металлическихъ стѣнокъ налетомъ упомянутой массы, не пристаетъ къ стѣнкамъ и отъ малѣйшей причины отдѣляется отъ нихъ. Къ такимъ средствамъ нужно отнести покрываніе внутренности котла и поверхности дымогарныхъ трубокъ слоемъ масляной краски. Масляная краска, хотя и растворяется въ горячей водѣ, но не сразу и налетъ осадковъ образуется на ней, а не на металлической поверхности и не даетъ осадкамъ возможности приставать къ стѣнкамъ. Здѣсь нужно замѣтить, что слѣдуетъ покрывать именно краскою, а не одною олифою, потому что краска лучше противостоитъ дѣйствію горячей воды и образуетъ болѣе толстый слой между накипью и металлическою поверхностью. Покриваніе стѣнокъ масляною краскою имѣетъ однако тотъ недостатокъ, что въ началѣ работы котель сильно бросаетъ воду.

3. Противу-инкрустаціонные составы. Всѣ вещества аморфныя, неспособныя соединяться въ одну кристаллическую массу, будучи подмѣшаны къ водѣ, препятствуютъ образованію въ паровыхъ котлахъ твердой накипи и осаждаютъ на мѣсто этого грязь.

Если котелъ питается водою, которая даетъ обильную накипь, то стоитъ только подмѣшвать къ ней илъ или просто глину, чтобы вмѣсто твердой накипи получить въ котлѣ грязь, состоящую изъ подмѣшаннаго ила или глины вмѣстѣ съ частицами выдѣляющихся изъ воды солей, которыя безъ этой подмѣси образовали бы на котловыхъ стѣнкахъ твердый котельный камень. Но какъ анти-инкрустаціонными средствами илъ и глина не употребляются, ибо они сильно засоряютъ котелъ и, какъ всякая въ большомъ количествѣ примѣсь, замедляютъ парообразование. Для достиженія тѣхъ же результатовъ подмѣшиваютъ къ водѣ другія вещества, менѣе засоряющія котелъ, но которыхъ дѣйствіе тождественно съ иломъ и глиною и основано на томъ, что частицы не кристаллической массы, лежа въ вмѣстѣ съ имѣющими кристаллическія свойства, препятствуютъ ихъ соединенію и вся масса получается разъединенною въ видѣ грязи.

Изъ сказаннаго понятно, что средствъ противъ инкрустаціи, основанныхъ на такомъ процесѣ, должно быть весьма много. Дѣйствительно, практика выработала множество болѣе или менѣе годныхъ рецептовъ и секретныхъ средствъ, основанныхъ частью на указанномъ явленіи и частью на химическомъ дѣйствіи подмѣшиваемыхъ веществъ на соли, находящіяся въ водѣ. Въ большинствѣ случаевъ прибавляютъ такіа вещества, которыя содержатъ свободныя кислоты, увеличивающія степень растворимости солей въ водѣ. Многія изъ этихъ кислотъ весьма опасны, ибо онѣ хотя и растворяютъ накипь, но вмѣстѣ съ тѣмъ разъѣдаютъ металлъ котла, тонки и дымогарныхъ трубокъ, а также производятъ сильное волненіе и вспыски при кипѣніи воды. Въ слѣдствіе этого нужна большая осторожность въ выборѣ того или другаго средства; въ особенности слѣдуетъ относиться критически ко всѣмъ предложеніямъ, составляющимъ секреты изобрѣтателей, потому что не однократно въ нихъ попадались соляная, сѣрная и азотная кислоты или же ѣдкія щелочи, разрушающія котелъ.

Впрочемъ, при незначительномъ количествѣ кислотъ, на примѣръ соляной, металлъ котла почти не страдаетъ. Органическія же кислоты: дубильная и уксусная, при употребленіи ихъ даже въ достаточномъ количествѣ, или вовсе не дѣйствуютъ на металлъ или дѣйствуютъ весьма слабо, поэтому и примѣсь ихъ можетъ быть допускаема.

Я дѣлаю здѣсь довольно обширный перечень разнаго рода анти-инкрустаціонныхъ средствъ, основанныхъ частью на воспрепятствованіи кристаллизованію осадковъ, частью на химическомъ дѣйствіи.

а. Жирныя вещества. Сало и вообще жирныя вещества противодѣйствуютъ весьма удовлетворительно кристаллизаціи осадковъ, но производятъ сильныя выбрасыванія воды изъ котла въ регуляторъ, такъ что употребленіе одного сала для паровозныхъ котловъ признается неудобнымъ; впрочемъ, класть его въ незначительномъ количествѣ отъ $\frac{1}{2}$ до 1 фунта въ котелъ не бесполезно, при неимѣніи лучшихъ средствъ.

б. Слизистыя и студенистыя вещества менѣе волнуютъ воду въ котлѣ, чѣмъ сало и многія изъ нихъ дѣйствуютъ удовлетворительно, уменьшая какъ количество, такъ и качество накипи, которая легче отдѣляется отъ стѣнокъ и получается болѣе мягкаго сложенія, чѣмъ безъ употребленія этихъ средствъ. Къ такимъ веществамъ относятся:

1) Картофель, который хотя и употребляется какъ средство анти-инкрустаціонное для постоянныхъ котловъ въ размѣрѣ около 3 гарнцевъ на паровую лошадь въ мѣсяцъ, но для паровозныхъ котловъ совершенно негодится, въ слѣдствіе легкости засоренія котла, въ особенности промежутковъ между дымогарными трубками.

2) Отруби и конопляная мука дѣйствуютъ почти также, какъ картофель, но менѣе засоряютъ паровой котелъ.

3) Крахмаль, клей, черная патока, декстринъ, т. е. картофельная мука, обработанная сѣрною кислотою, и тому подоб-

ныя средства лучше указанныхъ прежде, но и тѣ и другія производить въ котлѣ неспокойное кипѣніе.

в. *Рыхлыя разбѣднующія вещества*, употребляемыя для анти-инкрустаціи:

1) Толченое стекло, глина, мелкій песокъ противоѣдствуютъ образованію вновь сплошной твердой накипи и даже отчасти дѣйствуютъ на старую накипь, стирая ее при движеніи въ водѣ своими угловатыми поверхностями; но эти вещества увлекаются паромъ вмѣстѣ съ водою и попадаютъ по регулятору въ цилиндры, гдѣ причиняютъ быстрое изнашиваніе парораспреѣлительныхъ золотниковъ, паровыхъ цилиндровъ и поршневыхъ колецъ.

2) Мелко-истолченный графитъ, дѣйствуя противъ инкрустаціи какъ и предыдущія средства, не имѣетъ ихъ недостатковъ въ отношеніи изнашиваемости паровыхъ цилиндровъ и золотниковъ, и долженъ быть имъ предпочитаемъ.

г. *Химически-дѣйствующія вещества*.

1) Отвары веществъ съ богатымъ содержаніемъ дубильной кислоты, къ какимъ относятся асафетида, дерево катеху, кампешевое дерево, чернильные орѣхи, кора ивы и дуба, желуди и др. Отъ дѣйствія этихъ веществъ въ котлѣ образуется основная дубильно-кислая известь, осѣдающая въ видѣ рыхлаго порошка и не плотно пристающая къ котловымъ стѣнкамъ. Вмѣсто отвара перечисленныхъ веществъ, ихъ можно употребить въ измельченномъ видѣ, насыпая въ мѣшечки, помѣщаемые въ паровой котлѣ. Эти вещества дѣйствуютъ весьма удовлетворительно, не слишкомъ бросаютъ воду въ котлѣ и могутъ быть рекомендуемы какъ достаточно дѣйствительныя анти-инкрустаціонныя средства.

2) Теплый насыщенный растворъ нашатыря или окристаллизованной соды уничтожаетъ существующую въ котлѣ накипь, растворяя ее.

3) Древесный уксусъ также растворяетъ накипь.

4) Соляная кислота, сильно разбавленная водою, чтобы

не могла портить металлическихъ стѣнокъ котла, дѣйствуетъ еще лучше уксуса. Можно принять, что 100 частей по вѣсу продажной кислоты, въ 22° крѣпости, растворяютъ 46 частей чистой углекислой извести.

д. *Составы, основанные частью на химическомъ, частью на механическомъ противоѣдствіи кристаллизаціи осадковъ*, болѣею частью содержатъ вышеописанныя вещества и близкіе къ нимъ по дѣйствию.

1) Составъ Бавено содержитъ 83 части поваренной соли, 14 частей соды въ порошокъ и 3 части сухаго экстракта дубовой коры.

2) Составы Зигера № 1 и № 2. Изобрѣтатель совѣтуетъ дѣйствовать сначала посредствомъ № 1, а если дѣйствіе окажется не вполне удачнымъ, то взять № 2. Первый составъ готовится изъ 10 частей стеарина, сплавленного съ 6 частями пика; сплавъ этотъ смѣшивается до совершенной однородности съ 2 частями древеснаго угля. Второй составъ представляетъ смѣсь изъ 2 частей мыла, 12 частей сала, 3¹/₂ частей древеснаго угля и 1¹/₂ части сажи. Оба эти состава готовятся въ видѣ шариковъ, которые опускаются въ бакъ тендера, гдѣ растворяются и съ водою поступаютъ въ котель. По произведенному мною опыту дѣйствіе обоихъ составовъ въ количествѣ 2 фунтовъ на 100 верстъ пробѣга, оказалось одинаково удовлетворительнымъ; хотя впрочемъ это средство и не устранило образованія накипи, но она была землистаго сложенія и легко отдѣлялась отъ стѣнокъ котла и дымогарныхъ трубокъ. Здѣсь нужно замѣтить, что при второмъ составѣ бросаніе воды въ котлѣ было сильнѣе, чѣмъ при первомъ.

3) Металинь Зибольта составляется изъ 8 частей графита, 1 части древеснаго угля и 8 частей растопленного сала, смѣшанныхъ и растертыхъ съ небольшимъ количествомъ варенаго масла до густоты мази. Этимъ составомъ обмазываютъ стѣнки котла и дымогарныхъ трубокъ, даже безъ очистки отъ прежней накипи, которая, по мнѣнію изобрѣтателя, отъ дѣйствія

этого металина отдѣляется, осаждаясь на дно въ рыхломъ видѣ. При испытаніи этого вещества, я не замѣтилъ отдѣленія старой накипи, но образованіе новой до нѣкоторой степени уменьшилось. При употребленіи этого состава въ большомъ количествѣ, какъ на примѣръ при обмазкѣ всѣхъ поверхностей котла, вода до того сильно выбрасывалась, что дѣйствіе паровоза становится невозможнымъ.

4) Составъ Кеннеди изъ 1 части графита и 6 частей соли, назначается изобрѣтателемъ также для обмазки стѣнокъ паровыхъ котловъ; подобно металину Зиболта, нельзя допускать употребленія его въ большомъ количествѣ въ паровозахъ, но вводить въ котель отъ 1 до $1\frac{1}{2}$ фунта этого состава на 100 верстъ пробѣга не бесполезно, при неимѣніи лучшихъ средствъ.

5) Секретные составы Аллея, Блюменберга и другихъ по своему дѣйствию близки къ вышеописаннымъ и хотя приносятъ нѣкоторую пользу, но не устраняютъ окончательно инкрустаций.

6) Я приготовилъ и испыталъ составъ изъ 5 частей сала, сплавленныхъ съ 6 частями пика и смѣшанныхъ съ 25 частями графитоваго порошка и 20 частями асафетиды, — все это съ прибавкою 46 частей глицерина фирмы Крестовниковыхъ; тщательно растертая до густоты мази, такая масса въ количествѣ 2 фунтовъ на 100 верстъ пробѣга вводилась въ котель.

При этомъ достигнуто весьма удовлетворительныхъ результатовъ; количество накипи значительно уменьшилось и та, которая существовала, получилась землистаго сложенія и легко отдѣлялась отъ стѣнокъ. Это средство можно рекомендовать какъ одно изъ весьма дѣйствительныхъ для предупрежденія инкрустаций.

е. *Глицеринъ* въ послѣднее время сталъ примѣняться какъ анти-инкрустаціонное средство. Его для этого употребляютъ въ томъ видѣ, въ какомъ онъ извѣстенъ въ промышленности или же готовятъ специально для противодѣйствія накипи и тогда онъ носитъ названіе *глицерината*, способъ

приготовленія котораго, до настоящаго времени, составляетъ секретъ изобрѣтателей.

Я постараюсь обстоятельно изложить дѣйствіе глицерина и глицеринатовъ, потому что результаты, достигаемые при помощи этихъ средствъ, сравнительно весьма утѣшительны и интересны.

1) Глицеринъ обыкновенный, сырой содержитъ въ растворѣ фдкую известь, которая повидимому сама должна бы образовывать накипь въ котлѣ, но опыты, произведенные мною надъ глицериномъ Крестовниковыхъ, убѣдили меня въ несомнѣнныхъ анти-инкрустаціонныхъ его свойствахъ. При употребленіи его въ количествѣ отъ $1\frac{1}{2}$ до 3 фунтовъ на 100 верстъ пробѣга паровоза оказалось, что образованіе накипи въ котлахъ значительно уменьшилось, что уже существовавшая накипь по немногу стала отдѣляться отъ нагреваемыхъ стѣнокъ и что наконецъ свойство накипи, вновь образовавшейся, существенно разнилось отъ накипи, существовавшей прежде; новая накипь получалась землистаго, мягкаго сложенія и легко отдѣлялась отъ стѣнокъ котла. Надобно полагать, что анти-инкрустаціонныя свойства глицерина происходятъ отъ того, что онъ, будучи растворимъ въ водѣ, смачиваетъ всѣ частицы образовавшагося осадка, въ слѣдствіе чего этотъ осадокъ не можетъ плотно приставать къ стѣнкамъ и образовывать сплошную твердую кристаллическую массу.

2) Глицеринатъ есть жидкое вещество, приготовленное исключительно для противодѣйствія образованію накипи въ паровыхъ котлахъ. Онъ также растворимъ въ водѣ, какъ и глицеринъ, но дѣйствуетъ гораздо энергичнѣе его. При тщательномъ употребленіи глицерината и незначительномъ количествѣ солей въ водѣ, накипь вовсе не образуется. При большомъ содержаніи солей, накипь хотя и образуется, но въ несравненно меньшемъ количествѣ, рыхлаго сложенія и легко отдѣляется отъ стѣнокъ при помощи скребка и даже сильной струи воды во время обычной промывки котла. Кромѣ

воды при промывкѣ. Прежде, безъ употребленія глицерината, на двухъ сѣверныхъ участкахъ тяги, паровозъ не могъ сдѣлать правильной службы болѣе 6000 или 8000 верстъ безъ перемѣны дымогарныхъ трубокъ; а когда стали употреблять глицеринатъ, то пробѣгъ паровозовъ безъ смѣны дымогарныхъ трубокъ на новыя, увеличился до 13000 и 14000 верстъ.

Дѣйствіе глицеринатовъ Асселена и Оссоветакаго въ отношеніи анти-инкрустаціи оказались вполне одинаковыми; эти два вещества разнятся только цвѣтомъ и дѣйствіемъ на лакмусовую бумагу. Глицеринатъ Асселена темнаго цвѣта и называется совершенно нейтральною жидкостью, не дѣйствующею на лакмусовую бумагу; между тѣмъ какъ глицеринатъ Оссоветакаго имѣетъ бурый цвѣтъ и обладаетъ явною щелочною реакціею: красную лакмусовую бумагу быстро окрашиваетъ въ синій цвѣтъ. Однако не смотря на одинаковыя достоинства обонхъ глицеринатовъ, преимущество должно быть отдано послѣднему, ибо онъ замѣчательно дешевле глицерината Асселена.

Вообще глицеринаты указанныхъ двухъ фирмъ имѣютъ громадное преимущество передъ многими другими средствами еще въ томъ, что они совершенно безвредны для металловъ. Такъ какъ глицеринатъ главнымъ образомъ есть средство, предупреждающее образованіе накипи, то употребленіе его должно быть непрерывно; необходимо, чтобы вода въ котлѣ постоянно содержала въ своемъ растворѣ определенное количество этой жидкости и тогда только можно быть увѣреннымъ въ его дѣйствіи. Хорошіе результаты отъ употребленія глицерината могутъ быть получены только въ томъ случаѣ, когда котель тотчасъ послѣ смѣны дымогарныхъ трубъ начинаетъ пользоваться этимъ средствомъ, т. е. когда въ немъ еще нѣтъ накипи, которую глицеринатъ навсегда устраняетъ; наконецъ даже и въ томъ случаѣ, еслибы старая накипь стала отдѣляться, въ паровозномъ котлѣ могутъ быть недостатки отъ накопившейся въ немъ ранѣе накипи, какъ на примѣръ,

ослабленіе заклепокъ или швовъ. Эти недостатки, при существованіи большого слоя накипи, могутъ быть незамѣтны, потому что ею прикрыты; но коль скоро глицеринъ начнетъ отдѣлять накипь отъ стѣнокъ, то неплотности и даже трещины откроются и тотчасъ явится течь дымогарныхъ трубокъ, швовъ и т. п. что не можетъ быть ни подъ какимъ видомъ отнесено къ дѣйствію глицерина.

Для того, чтобы глицеринатъ постоянно находился въ водѣ паровознаго котла, нужно въ извѣстной пропорціи вливать его при каждомъ наполненіи тендера, дабы онъ вмѣстѣ съ водою непрерывно поступалъ въ той же определенной пропорціи въ котель; ибо какъ слишкомъ малое количество глицерината въ котлѣ можетъ не вызвать его полезныхъ дѣйствій, такъ съ другой стороны слишкомъ большое его количество можетъ имѣть слѣдствіемъ беспокойное кипѣніе воды. На Ростово-Владикавказской желѣзной дорогѣ, на 100 верстъ пробѣга товаро-пассажирскаго паровоза клали отъ $1\frac{1}{2}$ до 2 фунтовъ, товарнаго шестиколеснаго отъ 2 до $2\frac{1}{2}$ фунтовъ и товарнаго восьмиколеснаго отъ $2\frac{1}{3}$ до 3 фунтовъ глицерината. Эти нормы оказались вполне дѣйствительными, когда глицеринатъ употреблялся непрерывно. Во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда имѣется въ котлѣ старая накипь, пропорція должна быть увеличена вдвое и даже болѣе. Нужно замѣтить, что машинисты вообще относятся враждебно ко всему новому; поэтому при введеніи глицерината трудно было надѣяться, чтобы они аккуратно вливали его въ должной пропорціи въ бакъ тендера. Разъ машинистъ могъ совсѣмъ не налить, въ другой разъ—много, третій разъ мало, контроль же за ними въ этомъ отношеніи крайне труденъ; поэтому нужно было ихъ убѣдить осозательно въ пользѣ глицерината и начальникамъ депо предложено было лично, послѣ каждой промывки котла, вливать прямо въ котель до 8 фунтовъ этой жидкости. Такое значительное количество, введенное сразу въ котель, производило въ началѣ не спокойное кипѣніе воды въ котлѣ, что крайне затрудняло управленіе

паровозомъ; но за то въ отношеніи анти-инкрустаціи дало весьма удовлетворительные результаты; а главное, машинисты убѣдились въ несомнѣнной пользѣ глицерината и послѣ этого опыта можно было довѣрять имъ самимъ вливаніе не въ котель, а въ бакъ тендера, отъ чего дѣйствіе глицерината было еще лучше. Польза отъ глицерината была такъ очевидна, что машинисты сами стали заботиться о томъ, чтобы имѣть его всегда въ достаточномъ количествѣ на паровозѣ. При большомъ содержаніи солей въ водѣ, глицеринатъ не можетъ устранить образованіе накипи; она хотя и въ меньшемъ количествѣ, но образуется. Главное достоинство глицерината состоитъ въ томъ, что въ его присутствіи накипь значительно мягче обыкновенной и легко отдѣляется при помощи скребка и струи воды, какъ отъ стѣнокъ топки, такъ и отъ дымогарныхъ трубокъ, если только возможно достать ее скребкомъ или направить на нее сильную струю воды. При періодической акуратной очисткѣ и промывкѣ внутренности котла, стѣнки топки сохраняютъ металлическую поверхность; но между дымогарными трубками накипь скопляется, потому что нѣтъ никакой возможности достать ее ни при помощи скребка, ни также ударомъ струи воды. При дѣйствіи глицерината накипь образуется только до извѣстной толщины, послѣ чего она отстаетъ отъ стѣнокъ дымогарныхъ трубокъ. Такая отставшая накипь виситъ отдѣльными кусками на трубахъ или ущемляется между ними, въ слѣдствіе чего со временемъ промежутки между трубами зарастаютъ сплошь накипью. Изъ этого видно, что глицеринатъ не можетъ вполне устранить вредное вліяніе воды, при условіяхъ Ростово-Владикавказской дороги, а только дѣлаетъ накипь болѣе мягкой и увеличиваетъ въ большей или меньшей степени срокъ службы паровоза до замѣны дымогарныхъ трубокъ новыми. А стѣнки топки сохраняются при глицеринатѣ гораздо лучше, чѣмъ безъ него и не покрываются толстымъ слоемъ накипи и ту, которая образуется, легко удалять, потому что она мягка. Вообще при употребленіи всѣхъ анти-инкрустаці-

онныхъ средствъ, на сколько уменьшается толщина слоя, на столько увеличивается скопленіе грязи въ котлѣ. Эта грязь можетъ быть устранена продуваніемъ котла и возможно чистою промывкою: только при такомъ обращеніи съ котломъ можно ожидать пользы отъ анти-инкрустаціонныхъ средствъ; они не уменьшаютъ количества твердыхъ веществъ въ котлѣ, а только не позволяютъ имъ скопляться въ сплошныя массы на стѣнкахъ нагрѣва и даютъ возможность легче устранять осадки. Чѣмъ продолжительнѣе паровозъ работаетъ безъ перемѣны воды, тѣмъ болѣе будетъ накопляться въ немъ осадка и тѣмъ это будетъ вреднѣе какъ для парообразованія, такъ равно и для прочности котла.

4. **Физическія противодѣйствія инкрустаціи.** Замѣчено, что въ котлѣ вода и паръ составляютъ подобіе гальваническаго элемента, въ которомъ паръ заключаетъ отрицательное электричество, а вода положительное. Эти электрическія свойства воды и пара проявляются при существованіи нѣкотораго давления въ котлѣ.

а. Антиинкрустаторъ Бекера «Bakers Patent». Основываясь на электрическихъ свойствахъ пара и воды Бекеръ устроилъ антиинкрустаторъ, дѣйствующій на накипь возбужденнымъ въ котлѣ гальваническимъ токомъ.

Въ верху передней части котла ввинченъ столбикъ *a* (чер. 10 листа XXII), въ концѣ котораго зажата, при помощи гайки, проволока *c*, она идетъ къ другому столбику *b*, укрѣпленному на кроштинѣ *e*; къ котельному листу подъ куполомъ; въ паровомъ колнакѣ, противъ отверстія регулятора, столбикъ этотъ долженъ быть изолированъ посредствомъ дурного проводника электричества отъ того котельнаго листа, къ которому онъ прикрѣпленъ. Проволока *c*, идущая отъ *a*, зажимается также гайкою на одномъ концѣ столбика *b*, а на другомъ его концѣ есть кольцо съ сіяніемъ изъ заостренныхъ лучей. (чер. 1 и 2 листа XXIII). Чтобы проволока не провисала

и не касалась воды и стѣнокъ котла, ее поддерживаютъ изолирующими обоями *d, d* (чер. 10 листа XXII и чер. 11 листа XXIII).

Дѣйствіе Бекерова антиинкрустатора состоитъ въ слѣдующемъ:

Положительное электричество воды собирается на стѣнкахъ котла, откуда, при посредствѣ столбика *a* и проволоки *c*, проводится въ столбикъ *b*, изолированному отъ стѣнокъ котла. Столбикъ этотъ принятое имъ положительное электричество испускаетъ заостренными лучами звѣзды (чер. 1 листа XXIII) для соединенія съ отрицательнымъ электричествомъ пара. Столбикъ *b* нарочно помѣщается въ паровомъ колпакѣ противъ отверстія регулятора для того, чтобы постоянное движеніе пара вызывало болѣе дѣятельное испусканіе звѣздой положительнаго электричества и тѣмъ самымъ усиливало электрискій токъ.

Наблюденіе надъ дѣйствіемъ этого прибора вполне убѣждаетъ въ томъ что при упругости пара въ котлѣ свыше 4 атмосферъ, отдѣленіе толстаго слоя накипи отъ стѣнокъ котла идетъ весьма быстро. Накипь отскакиваетъ большими кусками и послѣ двухъ дней работы Бекерова прибора количество ея уменьшается почти на половину; затѣмъ дальнѣйшее отдѣленіе становится все менѣе и менѣе дѣятельно. Чѣмъ накипь толще, тѣмъ приборъ дѣйствуетъ эвергичнѣе; напротивъ того, чѣмъ слой накипи тоньше и чѣмъ ея меньше находится въ котлѣ, тѣмъ дѣятельность прибора слабѣе. Надобно полагать, что существуетъ нѣкоторый предѣлъ толщины накипи, при которомъ отъ дѣйствія прибора она начинаетъ отдѣляться отъ стѣнокъ, а что до тѣхъ поръ, пока накипь не достигла предѣльной толщины, антиинкрустаторъ на нее не дѣйствуетъ и не препятствуетъ образованію новой накипи; напротивъ какъ будто-бы даже тому способствуетъ.

Такое дѣйствіе прибора объясняютъ тѣмъ, что электрискій токъ разлагаетъ соприкасающіяся со стѣнками котла

частицы воды на ея составныя части, кислородъ и водородъ. Эти газы, образуясь подъ твердою и толстою корою накипи и расширяясь, отдѣляютъ ее отъ стѣнокъ. Если же толщина слоя накипи мала, то образующіеся газы легко пробиваютъ себѣ путь между частицами осѣвшей, но еще не окрѣпшей накипи, а также не препятствуютъ ея образованію и не въ состояніи отдѣлять ее отъ стѣнокъ, пока она еще рыхла. Такое объясненіе имѣетъ за себя мало вѣроятности и я скорѣе склоненъ признать другую гипотезу, заключающуюся въ томъ, что отъ дѣйствія электрическаго тока стѣнки котла подвергаются попеременному растягиванію и сжиманію, и находятся въ постоянномъ дрожаніи; чѣмъ сильнѣе электрискій токъ, тѣмъ это дрожаніе должно быть дѣятельнѣе. Тонкій слой накипи, лежащій на стѣнкѣ котла, достаточно эластиченъ, чтобы совмѣстно съ нею перемѣщаться; но толстый и твердый слой накипи не можетъ принимать всѣхъ тѣхъ частичныхъ перемѣщеній, какія вызываются дрожаніемъ стѣнки котла и потому долженъ отскакивать отъ нея.

Изъ всего изложеннаго объ Бекеровомъ «Patent anti-incrustator» слѣдуетъ, что его можно употреблять только для отдѣленія существующей толстой накипи въ котлѣ; но если такой накипи не существуетъ, то дѣйствіе прибора не только бесполезно, но даже какъ будто-бы вредно.

б. Антиинкрустационный электрискій приборъ Фильда.

Фильдъ полагаетъ, что въ нагрѣтомъ котлѣ дѣйствуетъ непрерывно электрискій токъ, способствующій осажденію накипи; по этому, если пустить посторонній электрискій токъ, противоположный первому, то можно остановить образованіе накипи.

Исходя изъ этой основной идеи, Фильдъ придумалъ свой антиинкрустационный электрискій приборъ, въ которомъ положительный полюсъ батареи изъ двухъ элементовъ соединенъ со стѣнками котла; отъ отрицательнаго же полюса проходитъ металлическая проволока внутрь котла, сквозь изолированное

въ котельномъ листѣ гнѣздо, не допускающее пропариваніе, а на концѣ этой проволоки внутри котла навѣшенъ металлическій колоколь, который долженъ быть погруженъ въ воду. Къ сожалѣнію я не могу сообщить подробностей устройства этого прибора, заимствуя только сообщеніе о немъ изъ журнала: *Maschine-Constructeur* 1875. № 6, въ которомъ говорится, что приборъ Фильда въ теченіи 2¹/₂ лѣтъ на нѣсколькихъ заводахъ не только устранялъ образованіе новой накипи, но даже уничтожалъ существовавшую прежде.

5. Электрическіе токи въ котлѣ. Не подлежитъ никакому сомнѣнію, что въ паровомъ котлѣ образуются электрическіе токи, но нельзя опредѣлить ихъ направленія или указать какими именно частями котла, воды и пара возбуждается электричество; можно только сказать, что въ слѣдствіе электрическихъ токовъ происходитъ разложеніе солей щелочныхъ металовъ и металовъ земель; законъ этого разложенія заключается въ томъ, что входящій въ ихъ основаніе окиселъ такъ же разлагается, какъ и соль, и что его кислородъ, вмѣстѣ съ кислотою, отдѣляется на положительномъ полюсѣ, а на отрицательномъ осаждается одинъ только металл, который по сильному сродству съ кислородомъ, разлагаетъ воду, соединяется съ ея кислородомъ и снова образуетъ окиселъ, въ видѣ котораго и отлагается на отрицательномъ полюсѣ; отсюда понятно, что поверхности, сильно покрывающіяся накипью, должны отвѣчать отрицательному полюсу гальваническаго элемента, образующагося въ котлѣ.

Если въ составъ котла входятъ желѣзные или стальные и мѣдныя части, то отрицательному полюсу отвѣчаютъ всегда желѣзные и стальные части котла; на нихъ главнымъ образомъ происходятъ отложенія накипи, между тѣмъ какъ на мѣдныхъ частяхъ накипь сравнительно ложится въ меньшемъ количествѣ. Лично меня въ этомъ убѣдилъ тотъ фактъ, что при снятіи дымогарныхъ трубъ на одномъ изъ паровозовъ, имѣвшемъ стальную топку, оказалось между желѣзными дымо-

гарными трубками нѣсколько латунныхъ и я замѣтилъ, что поверхности послѣднихъ были почти свободны отъ накипи, между тѣмъ какъ на топочныхъ стѣнкахъ и на всѣхъ желѣзныхъ дымогарныхъ трубкахъ имѣлась обильная накипь, толщиною отъ 8 до 14 мм. Замѣтивъ это, я поставилъ для опыта на паровозѣ съ мѣдною топкою однѣ лишь латунныя дымогарныя трубки; по вынугѣ этихъ трубокъ послѣ сдѣланнаго паровозомъ пробѣга 10000 верстъ, накипь на нихъ оказалась толщиною въ 4 мм., а въ нѣкоторыхъ мѣстахъ она доходила даже до 8 мм. Хотя такой слой накипи меньше того, какой образуется обыкновенно послѣ такого же пробѣга на томъ же участкѣ пути при желѣзныхъ дымогарныхъ трубкахъ, но опытъ этотъ не оправдалъ тѣхъ надеждъ, какія я возлагалъ на латунныя трубы, основываясь на замѣченномъ мною фактѣ. По всей вѣроятности разницу въ дѣйствіи нужно приписать тому, что на паровозѣ, взятомъ для опыта, вмѣсто стальной, имѣлась мѣдная топка, на которой оказалась весьма небольшая накипь; можетъ быть топочная красная мѣдь отвѣчала въ томъ случаѣ положительному полюсу, а латунныя трубы отрицательному полюсу или онѣ оставались нейтральными.

Существованіемъ электрическаго тока въ паровомъ котлѣ долженъ быть также объясняемъ опытъ, произведенный Фельдбахеромъ, главнымъ инженеромъ общества Австрійской правительственной желѣзной дороги, надъ обкладываніемъ желѣзныхъ и стальныхъ стѣнокъ котловъ мѣдными листами, съ цѣлью противодѣйствовать образованію на нихъ накипи. Опытъ былъ произведенъ съ паровозомъ «Hatzfeld»; въ немъ цилиндрическая часть котла состояла изъ трехъ котельныхъ листовъ, склепанныхъ между собою. Передъ склепкою, внутренняя поверхность передняго и задняго листовъ была обложена листовою мѣдью, толщиною въ 1 мм. При склепкѣ мѣдные листы заходили въ швы, которые отъ того становились плотнѣе. Средній котельный листъ нарочно не былъ обложенъ мѣдью, чтобы въ концѣ опыта можно было нагляднѣе сравнить результаты дѣйствія накипи на обложенныя и необложенныя мѣдью листы.

примѣненіемъ къ шлюзованнымъ частямъ водныхъ сообщеній, является потребность ставить у шлюзовъ особые артели для производства вышеупомянутыхъ механическихъ дѣйствій, изъ которыхъ два первыхъ невозможно, а третье (по причинѣ требуемой правильности) неудобно производить лошадьми безъ перевозки ихъ на другую сторону шлюза, что требуетъ лишней и очень значительной затраты времени, такъ что при всеобщемъ введеніи конной тяги необходимы особые артели людей при шлюзахъ; содержаніе такихъ артелей въ мѣсяцы дѣятельнаго судоходства обходится очень дорого, около 500 руб. въ мѣсяць на каждый шлюзъ, при существующихъ теперь цѣнахъ около Петербурга.

И такъ при нынѣшней системѣ пропуска судовъ сквозь шлюзы являются два неудобства: медленность и дороговизна.

Уменьшить же количество рабочихъ силъ, а тѣмъ самымъ ихъ стоимость и вмѣстѣ съ тѣмъ сократить время производства механическихъ дѣйствій, ими исполняемыхъ, невозможно, по тому основному закону механики, что въ каждой машинѣ столько теряется во времени, сколько выигрывается въ силѣ.

А потому для сбереженія расходовъ на рабочихъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ для ускоренія механическихъ дѣйствій при пропускѣ судовъ сквозь шлюзы, необходимо примѣненіе движителя болѣе дешеваго, нежели люди.

Такой движитель, всегда готовый по существу шлюзовъ, есть вода.

Идея примѣненія силы воды къ упомянутымъ дѣйствіямъ, на сколько мнѣ извѣстно, нова. Одну изъ формъ, въ которой можно ее осуществить, представляетъ прилагаемый проектъ, выработанный собственно для деревянныхъ шлюзовъ Маріинской системы, очень богатой водою; при каменныхъ шлюзахъ и меньшемъ обиліи воды выгоднѣе, вмѣсто проектированныхъ мною вертикальныхъ колесъ, употребить турбины *).

*) Проектомъ подобнаго рода занимается одинъ изъ инженеровъ II округа, г. Протопоповъ, напавшій совершенно независимо отъ меня на мысль подобнаго употребленія лишней воды въ шлюзованныхъ частяхъ рѣкъ.

Но для Маріинской системы, при теперешнемъ ея состояніи, лучше строить наливные колеса, такъ какъ для постройки и починки ихъ повсемѣстно есть мастера, между тѣмъ какъ для устройства и содержанія въ исправности турбинъ, пришлось бы имѣть спеціальныя мастерскія и содержать котельныхъ мастеровъ и заклепщиковъ, что повлекло бы въ значительныя затраты.

Кромѣ своей общедоступности, наливные колеса обладаютъ еще другимъ преимуществомъ предъ турбинами, именно при коэффициентѣ наполненія ковшей меньшемъ 1, они сами могутъ регулировать собственную работу тѣмъ, что при малой скорости увеличивается ихъ сила, такъ какъ ящики болѣе наполняются водою и обратно, по мѣрѣ уменьшенія сопротивленія, скорость вращенія возрастаетъ, наполненіе ковшей становится менѣе и сила уменьшается.

Свойство это весьма цѣнно при нашей задачѣ, гдѣ въ началѣ движенія, чтобы одолѣть громадную инерцію судна, требуется очень значительная сила сравнительно съ тою, которая послѣ необходима для поддержанія пріобрѣтенной судномъ скорости. Свойствомъ этимъ турбины не обладаютъ, а потому пришлось бы устраивать ихъ сильнѣе для первоначальнаго движенія судовъ съ мѣста, а послѣ лишнюю силу уничтожать тормазами, такъ какъ слишкомъ скорое движеніе можетъ повреждать слабыя суда.

Наливные колеса помѣщаются очень удобно, на уступѣ за нижними воротами, съ каждой стороны шлюза по одному, какъ это видно въ фасадѣ и планѣ на чертежахъ 1 и 2. На валы этихъ колесъ накладываются цѣпи, которыя сообщаютъ непрерывное движеніе шкивамъ, помѣщеннымъ на четырехъ рабочихъ приборахъ, которые поставлены по одному у каждой половины воротъ.

Рабочіе приборы, расположенные по два, симметрически относительно продольной оси шлюза, состоятъ каждый изъ рабочего вала, на которомъ насажены свободно исполнительные

Паровозъ былъ нарочно назначенъ для работы на станціи въ Вѣнѣ, гдѣ вода хуже, чѣмъ на всей линіи. Послѣ двухлѣтней службы по пробѣгѣ 2912 миль (болѣе 2000 верстъ), паровозъ былъ осмотрѣнъ и по вынутіи дымогарныхъ трубъ оказалось, что толщина накипи на желѣзномъ непокрытомъ листѣ доходила до 10 мм., а на покрытыхъ мѣдью листахъ была отъ 2 до 3 мм.; кромѣ того мѣдная поверхность листа осталась совершенно гладкою, между тѣмъ какъ на желѣзномъ листѣ окисленіе поверхности доходила до 1.5 мм. глубины. Накипь, лежавшая на желѣзной поверхности, имѣла строеніе крупнозернистое, между тѣмъ какъ на мѣдной накипь была мелкозернистаго сложенія. Очевидно, что въ этомъ случаѣ положительному полюсу отвѣчали мѣдныя поверхности, а отрицательному желѣзныя.

Въ одномъ изъ паровыхъ котловъ въ Гаврѣ, при очисткѣ внутренности, позабыли тамъ кусокъ цинка; котель былъ заправленъ и паровозъ пошелъ въ морское плаваніе; когда, спустя нѣкоторое время, онъ вернулся въ портъ и приступили къ очисткѣ котла, то были изумлены, не найдя обычной накипи въ котлѣ, но за то остававшійся тамъ кусокъ цинка почти исчезъ; очевидно было, что именно цинкъ воспрепятствовалъ осажденію твердой накипи на стѣнкахъ котла; послѣ этого случая начали употреблять цинкъ, какъ средство анти-инкрустационное. Основываясь на этомъ, я самъ пробовалъ класть куски цинка въ паровозные котлы, но не замѣтилъ никакой разницы въ отложеніи накипи; напротивъ, цинкъ самъ покрывался толстымъ слоемъ накипи, а слѣдовательно не могъ дѣйствовать. Можетъ быть анти-инкрустационное дѣйствіе цинка проявляется только при морской водѣ или при нѣкоторыхъ соляхъ, которыя находятся въ этой водѣ, но которыхъ не было въ водѣ, употребленной при моихъ опытахъ.

Если въ водѣ существуютъ свободныя кислоты, развѣдающія желѣзо и мѣдь, то присутствіе цинка весьма полезно; кусокъ его прикрѣпляется къ стѣнкѣ котла и тогда образуется эле-

ментъ, въ которомъ, по теоріи Беккереля, происходитъ химическая реакція между кислотою, водою и цинкомъ, который электризуется отрицательно, а окисленная вода — положительно; при чемъ мѣдь и желѣзо принимаютъ отъ воды положительное электричество и остаются къ дѣйствію кислоты нечувствительными, между тѣмъ какъ цинкъ все болѣе и болѣе окисляется. При водѣ съ большимъ содержаніемъ кислотъ цинкъ уничтожается весьма быстро и его часто приходится замѣнять новыми кусками.

6. Антиинкрустаторъ Поппера (Poppers Anti-incrustator) назначенъ не для трубчатыхъ котловъ, но я его опишу въ виду интереснаго дѣйствія и результатовъ, достигаемыхъ приборомъ, а также и потому, что онъ можетъ быть примѣненъ къ постояннымъ котламъ въ мастерскихъ и на водоснабдительныхъ станціяхъ.

Попперъ предлагаетъ вставлять во внутрь котловъ изогнутые желѣзные листы, прилегающіе одинъ къ другому такъ, чтобы между ними и стѣнками котла находился слой воды, наиболѣе нагрѣтой, съ большимъ количествомъ паровыхъ пузырьковъ. Этотъ слой воды будетъ въ постоянномъ движеніи и не допуститъ скопленія накипи. Листы эти *W* (чер. 7, 8, 9 и 10 листа XXI) удобно могутъ быть вставляемы сквозь лазы. Для притока воды, въ замѣнъ поднимающейся по стѣнкамъ котла, въ самой пониженной части листа *W* укрѣплена трубка *R* или, на равныхъ отъ середины разстояніяхъ, двѣ трубки *R* и *R*, (чер. 10). Разстояніе между внутреннимъ листомъ *W* и стѣнкою котла *K* постепенно уменьшается къ верху, а потому, скорость движенія воды и пара увеличивается къ верху. Въ слѣдствіе этого вода, омывающая стѣнки котла, подымается выше ея нормальнаго уровня въ котлѣ. Сообразно силѣ огня въ котлѣ, наименьшее разстояніе между вставнымъ листомъ *W* и стѣнкою котла *K* въ верхней части измѣняется отъ 30 до 35 мм., наибольшее же у дна котла отъ 40 до 66 мм.

Ширина отдѣльныхъ листовъ, образующихъ внутреннюю

стѣнку, есть 33 сантиметра. Циркуляціонныя трубы *R* имѣютъ діаметръ въ 16 сантиметровъ и устанавливаются не на самомъ низу, а нѣсколько съ боку, то съ той, то съ другой стороны и не въ каждомъ листѣ, а черезъ листъ на взаимномъ разстояніи въ 66 сантим. Въ листахъ укрѣплены винты *C*, которые опираются заостренными концами въ стѣнку котла *K* и служатъ для надлежащей установки листовъ. Вмѣсто винтовъ можно употреблять приклепанныя къ листамъ подставки. Верхніе края листовъ, послѣ установки ихъ, стягиваются горизонтальными болтами *S*.

Высота поднятія воды въ пространствѣ между вставкою и стѣнною котла, которая можетъ дойти до 30 сантиметровъ, считая отъ нормальнаго уровня, не зависитъ отъ уровня воды внутри котла, а потому какъ-бы послѣдній низко не опускался, стѣнки котла не будутъ обнажены и не могутъ раскаливаться.

Въ котлахъ съ внутренними пламенными или дымовыми ходами Попперъ предлагаетъ окружать послѣдніе оболочками *W* (чер. 7 и 8), составленными, подобно вставкамъ у стѣнокъ котла, изъ согнутыхъ листовъ желѣза; оболочки эти открыты съ верху и имѣютъ отверстія въ нижней части. Разстояніе ихъ отъ внутреннихъ пламенныхъ или дымовыхъ ходовъ постепенно уменьшается къ верху.

Минеральныя частицы, изъ которыхъ образуются осадки, отлагаются при употребленіи вставокъ Поппера не въ видѣ твердой накипи на стѣнкахъ, а въ видѣ рыхлой порошкообразной или иловатой массы внутри вставокъ, гдѣ вода сравнительно въ спокойномъ состояніи и накопленіе осадковъ безопасно для котла.

Чтобы облегчить стоженіе рыхлыхъ осадковъ, можно вводить внутрь вставокъ песокъ или желѣзныя проволочныя сѣтки, представляющія большую поверхность.

Вставки могутъ быть удобно вынимаемы по временамъ, для очистки отъ скопившихся въ нихъ осадковъ. Отложеніе осадковъ на стѣнкахъ котла дѣлается невозможнымъ; отъ быст-

раго движенія воды котель постоянно какъ-бы продувается. Это вполне подтвердилось при опытѣ, произведенномъ самимъ изобрѣтателемъ на механическомъ заводѣ Зигля въ Вѣнѣ, надъ горизонтальнымъ котломъ 1.4 метр. въ діаметрѣ. При чисткѣ котла по истеченіи трехъ недѣль оказалось, что на стѣнкахъ его вовсе не образовалось новой накипи, но видны были слѣды отъ зубилъ, употреблявшихся при предыдущихъ чисткахъ; потому что прежде накипь доходила въ толщину до 3 мм. и такъ плотно приставала къ стѣнкамъ, что ее нельзя было отдѣлать безъ помощи зубилъ. Наибольшее поднятіе воды надъ нормальнымъ уровнемъ доходило до 30 сантиметровъ, что можно было замѣтить по оставшимся на стѣнкахъ котла слѣдамъ темнаго порошка въ видѣ волнообразныхъ и рѣзко выдающихся къ верху линий. Осадки оказывались внутри вставки въ видѣ рыхлой иловатой массы.

Другой опытъ былъ произведенъ на Апполоновскомъ свѣчномъ заводѣ въ Пензинѣ близъ Вѣны. Вода, употребляемая для питанія котловъ на этомъ заводѣ, содержитъ громадное количество гипса и углекислой извести. Для опыта былъ употребленъ горизонтальный цилиндрический котель въ 30 смъ съ двумя водогрѣйными трубами.

Чтобы предупредить приставаніе осадковъ къ стѣнкамъ котла, обыкновенно, послѣ чистки, клали въ него 92¹/₂ литра (28.15 гарнца) картофеля. При ежедневной 18 часовой работѣ, чистка котла производилась одинъ разъ въ три недѣли. Въ обѣихъ водогрѣйныхъ трубахъ получался обыкновенно слой ила толщиной отъ 55 до 80 мм., въ котлѣ твердая накипь толщиной 5 мм., а надъ самою тонкою оказывались нагроможденными настоящіе камни, толщиной отъ 25 до 100 мм., которые приходилось выламывать, чтобы достигнуть до слоя твердой накипи въ 5 мм. Послѣ примѣненія вставокъ Поппера, на стѣнкахъ водогрѣйныхъ трубокъ вовсе не оказывалось осадковъ; въ самомъ-же котлѣ хотя и было не много накипи, но слой ея былъ въ 3 раза тоньше, чѣмъ прежде. На

разстояніи $\frac{2}{3}$ длины котла, считая отъ топки, слой накипи былъ въ толщину листа бумаги. Надъ топкою дно котла оставалось совершенно чистымъ на ширину 50 сантим., далѣе же на боковыхъ стѣнкахъ образовалась накипь до 2 мм. толщиною, занимавшая на поверхности стѣнокъ въ ширину 0.6 и въ длину 1.2 м. Отсутствие осадковъ подъ нижнею частью вставокъ даетъ поводъ предполагать, что выгодно было бы увеличить число циркуляціонныхъ трубокъ или, для дешевизны, число отверстій во вставкѣ. Еслибы оказалось, что при сильномъ поднятіи воды, она увлекается въ паровой цилиндръ вмѣстѣ съ паромъ, то это неудобство можно уничтожить при помощи пароосушителя или пониженіемъ края вставки.

Поперъ полагаетъ, что его приборъ можетъ доставить отъ 12⁰/₀ до 15⁰/₀ сбереженія въ топливѣ.

7. Общій обзоръ противо-инкрустаціонныхъ средствъ.

По разсмотрѣніи цѣлаго ряда указанныхъ средствъ, противодѣйствующихъ вредному вліянію воды, можно видѣть, что радикальное устраненіе вреда возможно только при дистилірованіи воды, затѣмъ при химической очисткѣ, но съ соблюденіемъ необходимыхъ сроковъ выпуска воды изъ котла; а затѣмъ остальные средства, при дурной водѣ, приносятъ пользу только до нѣкоторой степени. Лучшимъ изъ нихъ безспорно оказывается глицеринатъ, но нельзя также отрицать несомнѣнныхъ достоинствъ и многихъ другихъ средствъ. Если вода не слишкомъ изобилуетъ солями, то большая половина указанныхъ средствъ даетъ возможность избѣгать, если не совершенно, то въ значительной степени, образованіе твердой накипи; надобно только, чтобъ эти средства тщательно примѣнялись и чтобы очистка и промывка котловъ производилась возможно чаще и со всею тщательностью. Только перегонка удаляетъ изъ воды всѣ минеральныя примѣси; другія же средства замѣняютъ ихъ веществами болѣе растворимыми или такими, которые не способны кристаллизоваться и образовывать твердую накипь. Если этихъ механическихъ примѣсей, нахо-

дящихся въ котлѣ, хотя-бы даже въ видѣ грязи, не удалять своевременно, то весь котель можетъ переполниться сплошнымъ осадкомъ и тогда всѣ средства окажутся бесполезными. Дѣйствія каждаго противонакипнаго средства только тогда полезно, когда оно идетъ рядомъ съ возможно правильнымъ и своевременнымъ выпускомъ грязной воды изъ котла и тщательною очисткою и промывкою его. Дѣйствительно, химическая очистка замѣняетъ трудно растворимыя соли легко растворимыми; но предѣлъ растворимости послѣднихъ существуетъ и если раніе достиженія этого предѣла не выпустить воды, то начнется осажденіе и многорастворимыхъ солей съ образованіемъ накипи: слѣдовательно и вся сдѣланная химическая очистка воды не достигнетъ цѣли. Точно также, всѣ анти-инкрустаціонныя средства стремятся противодѣйствовать образованію твердой накипи, которую во время промывки трудно удалить изъ котла; если-же ради анти-инкрустаціонныхъ средствъ не дѣлать своевременной очистки и промывки, то естественно котель наполнится грязью, пузырьки пара въ водѣ будутъ трудно циркулировать, передача тепла затруднится и тогда при существованіи одной только жидкой грязи, безъ твердой накипи, можно окончательно испортить котель, не говоря уже объ громадномъ бесполезномъ расходѣ топлива. Въ виду всего этого, вопросъ о своевременной и тщательной промывкѣ и очисткѣ котла долженъ быть всегда поставленъ на первомъ планѣ, не смотря на употребленіе разныхъ средствъ, которые въ большинствѣ случаевъ могутъ быть названы вспомогательными, за исключеніемъ только перегонки и химической очистки воды.

Какія-бы на примѣръ анти-инкрустаціонныя средства ни употреблять на Владикавказской желѣзной дорогѣ и какъ-бы хорошо они не дѣйствовали въ паровозномъ котлѣ, послѣ 100 верстъ пробѣга накапливается столько грязи, сколько не бываетъ на другихъ дорогахъ и послѣ 1000 верстнаго пробѣга. Допустить на Ростово-Владикавказской дорогѣ пробѣгъ паровоза безъ промывки свыше 500 верстъ почти равносильно тому, что

растопить паровозъ, не наливъ въ него воды, или сжечь его. Изъ этого также видно, что для желѣзныхъ дорогъ, имѣющихъ весьма дурную воду, единственное средство для сохраненія паровозовъ, экономіи въ топливѣ и обезпеченія правильности движенія есть перегонка воды или же химическая очистка. Какихъ-бы денежныхъ расходовъ ни потребовало примѣненіе этихъ средствъ, при дурной водѣ они все-таки будутъ легче, чѣмъ расходы, вызываемые ремонтомъ паровозовъ, содержаніемъ ихъ, отопленіемъ и отсутствіемъ правильности движенія.

Если, на примѣръ, считать, что при качествахъ воды Ростово-Владикавказской желѣзной дороги паровозъ среднимъ числомъ сдѣлаетъ въ годъ 20000 верстъ пробѣга, то потребуется для этой работы около 2 миліоновъ килограммовъ воды.

Въ § 2 главы IV стоимость перегонки воды была исчислена въ 17 коп. на версту пробѣга, а стоимость употребленія хлористаго барія въ 4. 26 коп.; на всѣ 20000 верстъ потребуется для перегонки 3400 руб., а для химической очистки 852 руб., кромѣ расходовъ на обзаведеніе и на личный составъ по очисткѣ воды, что распредѣляется на всѣ паровозы. Я не считаю тутъ той воды, которая нужна для промывки паровозовъ, потому что для этого можно брать воду и неочищенную.

Если принять, что для противодѣйствія образованію накипи употребляется глицеринатъ Оссоветаго, то при условіяхъ воды сѣвернаго участка Ростово-Владикавказской желѣзной дороги, среднимъ числомъ паровозъ не можетъ сдѣлать болѣе 13000 верстъ до перемѣны дымогарныхъ трубъ; поэтому можно считать, что въ теченіи двухъ лѣтъ придется три раза вынимать дымогарныя трубки, которыя никогда не выдерживаютъ болѣе четырехъ очистокъ. И такъ онѣ могутъ прослужить только $2\frac{2}{3}$ года, тогда какъ при удовлетворительной водѣ онѣ служатъ болѣе 5 лѣтъ; если къ стоимости трубокъ прибавить стоимость напайки и постановки ихъ съ вынутіемъ старыхъ трубъ, то окажется избытокъ расхода въ теченіи одного года, въ слѣдствіе дурной воды, около 800 руб.

На версту пробѣга идетъ обыкновенно 35 фунтовъ угля, а при дурной водѣ сѣвернаго участка Ростово-Владикавказской дороги нужно прибавить по 9 фунт. на версту, на всѣ же 20000 верстъ 4500 пудовъ по 15 коп., всего же 675 руб.

При хорошей водѣ мѣдная топка можетъ прослужить 8 лѣтъ, между тѣмъ какъ при дурной водѣ Ростово-Владикавказской дороги, даже съ употребленіемъ глицерината, она не можетъ прослужить болѣе трехъ лѣтъ. Топка вмѣстѣ съ постановкою, за исключеніемъ стараго матеріала, стоитъ 180 руб.; расходъ этотъ разлагается при хорошей водѣ на 8 лѣтъ и составляетъ въ годъ 225 руб., а при дурной водѣ на 3 года, что составитъ въ годъ 600 рублей или избытокъ расхода въ 375 руб.

Глицерината нужно $2\frac{1}{2}$ фунта на 100 верстъ пробѣга или 500 фунтовъ на 20000 верстъ; при цѣнѣ 10 коп. за фунтъ расходъ будетъ 50 руб.

И такъ весь излишекъ расходовъ на одинъ паровозъ при дурной водѣ доходитъ до 1900 руб.

Не считая всѣхъ косвенныхъ расходовъ, какъ на примѣръ: продолжительности времени стоянки паровоза въ ремонтѣ, когда онъ нести службы не можетъ, расходовъ на промывку, усиленныхъ расходовъ на малый ремонтъ паровозовъ въ пути, съ являющимися въ слѣдствіе этого остановками поѣздовъ и возмущеніями въ правильности движенія; уменьшеннаго состава поѣздовъ, по недостаточности парообразованія отъ присутствія накипи, грязи и находящихся въ растворенномъ состояніи солей въ водѣ. Всѣ эти обстоятельства могутъ составить еще сумму по меньшей мѣрѣ около 1000 рублей въ годъ, такъ что можно принять для участковъ дороги, имѣющихъ воду, по качествамъ близкую къ приведенному въ гл. 1. § 5 анализу водъ станцій Ростово-Владикавказской желѣзной дороги, годовой избытокъ расходовъ въ 3000 руб. на каждый паровозъ.

Изъ этого краткаго исчисленія видно, что химическая очистка воды въ три и даже четыре раза дешевле расходовъ, происходящихъ отъ питанія паровозныхъ котловъ водою съ обильнымъ содержаніемъ солей, и что, при весьма дурной водѣ на нѣкоторыхъ станціяхъ можетъ вполнѣ окупиться расходъ даже по дистиллированію ея.

Я далекъ отъ того, чтобы къ каждой водѣ, болѣе или менѣе содержащей въ растворѣ своемъ соли, примѣнять химическій способъ очистки или дистиллированіе. Прежде всего нужно узнать составъ и свойства воды, чтобы примѣнить къ ней то или другое средство, устраняющее вредное ея дѣйствіе. Для одной воды могутъ приносить пользу самыя слабыя антиинкрустаціонныя средства — въ родѣ того, чтобы имѣть въ котлѣ ничтожное количество сала; для другой воды прекраснымъ средствомъ является глицеринатъ; между тѣмъ для водъ, обильныхъ содержаніемъ солей, въ родѣ сѣвернаго участка Ростово-Владикавказской желѣзной дороги, всѣ эти средства приносятъ сравнительно весьма слабую помощь и для радикальнаго устраненія зла необходимо прибѣгать къ химической очисткѣ воды, которая, не смотря на всю дороговизну, принесетъ огромную экономію во всѣхъ другихъ отношеніяхъ.

ГЛАВА VI.

Чистка и промывка паровозныхъ котловъ.

1. **Сроки чистки. Продуваніе котла.** Всѣ средства, противодействующія вредному влиянію воды, могутъ оказывать только тогда дѣйствительную пользу, когда своевременно совершается выпускъ грязной воды изъ котла и когда со всею тщательностью производится промывка и очистка его.

При питаніи паровыхъ котловъ дистиллированной водою промывать ихъ не нужно, а надобно только выпускать по временамъ изъ него воду для осмотра его внутренности.

При химическомъ очищеніи воды можно указывать на пре-

дѣльные сроки, въ которые обязательно вода изъ котловъ должна быть выпускаема; эти сроки опредѣляются предѣломъ насыщенія воды тѣми солями, которыя въ ней остаются по формуламъ, выведеннымъ въ § 4, главы IV. Конечно лучше выпускать воду раньше исполненія этихъ сроковъ, хотя соли и могутъ еще не осаждаться, потому что не дошли до насыщенія всей воды, но вода, содержащая много растворенныхъ солей, имѣетъ меньшую способность парообразованія и потому всегда, если обстоятельства позволяютъ, нужно выпускать старую воду изъ котла.

При всѣхъ антиинкрустаціонныхъ средствахъ, количество осадка, образующагося въ водѣ отъ примѣненія тѣхъ или другихъ средствъ, не измѣняется; перемѣняется только способъ отложенія этихъ осадковъ и свойства ихъ. Слѣдовательно, при водѣ, изобилующей солями, количество осадка, хотя и не въ видѣ накипи, но въ видѣ грязи, получается весьма большое, такъ что даже кратчайшіе сроки полного выпуска воды изъ котла оказываются слишкомъ долгими, и слѣдуетъ производить выпускъ грязи изъ котла частями, посредствомъ продуванія.

Грязь обыкновенно ложится въ нижнихъ частяхъ котла и при открытіи котлового продувательнаго крана она, въ слѣдствіе большого давленія въ котлѣ, устремляется къ этому крану и въ значительномъ количествѣ уносится изъ котла. Чѣмъ продуваніе дѣлается чаще, тѣмъ больше удаляется грязь. Необходимо, чтобы передъ продуваніемъ въ котлѣ было достаточно воды, дабы, выпуская часть ея сквозь продувальный кранъ, не опустить уровня воды ниже 4 дюймовъ надъ топочнымъ полкомъ. Продувательный кранъ не слѣдуетъ отворять сразу, а исподволь, потому что быстрое открытіе его вредно. Нельзя также продуваніемъ уменьшать сильно упругость пара въ котлѣ; послѣ окончанія этого процесса не должно накачивать сразу много воды въ котель: какъ то, такъ и другое способствуетъ быстрому пониженію температуры, вредному для прочности котла.

2. **Промывка и очистка котла.** Болѣе радикальную мѣру удаленія осадковъ изъ котла составляетъ его промывка.

Если накипи въ котлѣ вовсе не оказывается, а есть только грязь, то достаточно выпустить старую воду съ грязью и выполоскать котель струею свѣжей воды, дѣйствующей подъ нѣкоторымъ давленіемъ. Эти выпуски воды и выполаскиванія котла надобно производить по возможности часто, дабы въ котлѣ не накопилось много грязи, вредной какъ для паровоза, такъ равно и для прочности котла. Въ тѣхъ случаяхъ, когда кромѣ грязи въ котлѣ есть и котельный камень, будь онъ мягкій отъ вліянія анти-инкрустационныхъ средствъ, или твердый, когда никакихъ средствъ противъ инкрустации употребляемо не было, нужно кромѣ выпуска воды и выполаскиванія отъ грязи, по возможности удалить образовавшуюся въ котлѣ накипь.

Подъ употребляемымъ на желѣзныхъ дорогахъ терминомъ «*промывка паровознаго котла*» нужно понимать три слѣдующія дѣйствія:

- 1) Выпускъ воды изъ котла.
- 2) Очистку котла отъ накипи.
- 3) Собственно промывку, т. е. удаленіе изъ котла грязи и кусковъ котельнаго камня помощью струи воды.

Машинистъ, прибывающій съ паровозомъ для промывки въ депо, долженъ такъ держать огонь, чтобы въ топкѣ осталось его на столько, на сколько это необходимо для производства нужныхъ маневровъ до постановки паровоза въ сарай для окончательнаго его тушенія.

Для того, чтобы потушить паровозъ, закрываютъ плотно топочную дверку, поддувало и дымовую трубу, за тѣмъ, чтобы не допускать притока холоднаго наружнаго воздуха; при этомъ топливо гаснетъ съ большою постепенностью, не производя сильныхъ колебаній во внутренней температурѣ котла. Если при постановкѣ паровоза въ сарай, оказалось - бы въ топкѣ слишкомъ много горячаго топлива, особенно при плотныхъ

его сортахъ, каковъ на примѣръ антрацитъ, то для ускоренія процесса тушенія можно сквозь поддувало или даже топочную дверку выбросить нѣкоторое количество горячаго топлива, но отнюдь не все и за тѣмъ закрыть всѣ отверстія, пропускающія воздухъ. Выбрасывать всего топлива нельзя ни въ какомъ случаѣ потому, что тогда являются моментальныя охлажденія, которыя до крайности нарушаютъ прочность металла и приводятъ въ растройство всѣ соединенія въ котлѣ.

Передъ началомъ тушенія необходимо продуть котель, чтобы удалить часть грязи, находящейся въ немъ, а также осадить возможно больше оставшейся грязи изъ верхнихъ частей котла и дымогарныхъ трубокъ въ нижнія его части, оставляя во всякомъ случаѣ надъ потолкомъ тонкий слой воды неменѣе 2 дюймовъ. Когда въ паровомъ котлѣ вода остынетъ до 20°, то можно ее всю выпустить. Въ лѣтнее время температура воды при выпусканіи ее изъ котла можетъ быть болѣе, чѣмъ зимою, а именно до 30°. Вообще нужно заботиться, чтобы разница температуръ котловой воды и наружнаго воздуха была по возможности мала, иначе проявятся вредныя напряженія въ металлѣ котла и накипь можетъ засохнуть на стѣнкахъ, какъ то бываетъ при одновременномъ выпускѣ воды изъ котла.

Выпустивъ воду изъ котла, приступаютъ тотчасъ, пока еще накипь не обсохла, къ отдѣленію ее отъ стѣнокъ, отъ топки и дымогарныхъ трубокъ, дѣйствуя сквозь имѣющіяся въ паровозѣ люки скребкомъ, заостреннымъ молоткомъ, проволочною щеткою, стержнемъ съ крючкомъ и т. п. (чер. 7 листа XXIII).

Этими инструментами стараются проникнуть всюду, чтобы не оставить ни одного мѣста, покрытаго накипью. При употребленіи анти-инкрустационныхъ средствъ въ родѣ глицерината, накипь бываетъ довольно мягка и легко отдѣляется отъ стѣнокъ; но если такихъ средствъ употреблено не было, то отдѣленіе накипи крайне трудно и во многихъ, отдаленныхъ отъ люковъ мѣстахъ бываетъ невозможно, даже при употребленіи острыхъ молотковъ и зубилъ на длинныхъ шестахъ.

Первая забота при чисткѣ должна состоять въ отдѣленіи накипи съ поверхности топки, такъ какъ, при ея существованіи, стѣнки топки отъ дѣйствія огня быстро приходятъ въ негодность; поэтому очень важно, чтобы топка была устроена удобною для чистки. Въ этомъ отношеніи укрѣпленіе потолка топки помощью анкерныхъ балокъ признается невыгоднымъ и ему надобно предпочитать болтовое скрѣпленіе.

3. **Промывательные люки.** Чѣмъ въ паровозѣ промывательныхъ люковъ больше, тѣмъ чистка удобнѣе. Величина люка должна быть соображена съ необходимостью просовывать руку при чисткѣ внутренности котла; по этому вездѣ, гдѣ возможно поставить люкъ большаго размѣра, слѣдуетъ этимъ пользоваться. При постановкѣ большихъ люковъ можетъ быть уменьшено ихъ число и кромѣ того они позволяютъ промывальнику свободно дѣйствовать во всѣ стороны и видѣть внутреннее состояніе котла. Обязательно въ паровозномъ котлѣ должны быть поставлены люки въ мѣстахъ, указанныхъ на чертежахъ 6—11 листа XXII, а именно:

1) Въ нижнихъ четырехъ углахъ топочной части котла люки a , a , (чер. 6 и 10), служащіе для очистки всѣхъ четырехъ стѣнокъ топки.

2) Въ срединѣ нижней части передней топочной стѣнки люкъ b (чер. 6), служащій для очистки стѣнокъ топки подъ дымогарными трубками и между ними.

3) Въ нижней части трубчатой стѣнки дымовой коробки люкъ c , служащій для продольной очистки нижней цилиндрической части котла и между дымогарными трубками.

4) Подъ цилиндрическою частью котла большой люкъ f , (чер. 10), служащій какъ для выпиманія грязи, такъ равно и для очистки всей нижней части котла и дымогарныхъ трубокъ.

5) Съ боку цилиндрической части котла, нѣсколько выше верхняго ряда дымогарныхъ трубокъ, большой люкъ e и два люка средней величины служатъ для возможно полной очи-

стки дымогарныхъ трубокъ отъ накипи. Если мѣсто не позволяетъ поставить въ цилиндрической части котла по три люка на каждой его сторонѣ, то дѣлаютъ ихъ по два, при чемъ полезно ставить ихъ такъ, чтобы противъ средней величины люка съ одной былъ большой люкъ съ другой стороны.

6). Въ верхнихъ частяхъ топочной части котла расположеніе люковъ зависитъ отъ системы укрѣпленія потолка топки. При анкерныхъ балкахъ необходимо, чтобы малыя отверстія (чер. 9 и 11) были между каждыми двумя смежными балками для дѣйствія скребкомъ вдоль ихъ при очисткѣ потолка; для поперечной же очистки нужно устраивать не менѣе двухъ средней величины люковъ h (чер. 8 и 9) съ каждой стороны, если анкерныя балки лежатъ вдоль оси котла; а если поперекъ, то два средней величины люка h (чер. 11) устанавливаются въ задней стѣнкѣ топочной части котла, а тогда малыя люки g , для чистки вдоль анкерныхъ балокъ, располагаются съ каждой стороны котла одинъ противъ другаго. Кромѣ того, при анкерномъ укрѣпленіи потолковъ необходимо имѣть на наружномъ потолкѣ топочной части котла одинъ большой люкъ, или же вмѣсто люка помѣстить тамъ малый паровой колпакъ, назначаемый для установки предохранительныхъ клапановъ; тогда, при снятіи колпака или только его крышки, получается большое отверстіе, сквозь которое можно осмотрѣть и хорошо очистить потолокъ, хотя онъ и загроможденъ анкерными балками. При болтовомъ укрѣпленіи потолка достаточно имѣть съ боковъ верхней топочной части котла только по два люка средней величины съ каждой стороны. При достаточныхъ размѣрахъ этихъ люковъ, сквозь нихъ можно прекрасно производить очистку всего потолка, дѣйствуя молоткомъ и скребкомъ во всѣ стороны. Я называю малыми люками отверстія, имѣющія діаметръ отъ 5 до 10 сантиметровъ; большими, которые имѣютъ въ діаметрѣ болѣе 15 сантиметровъ или 6 дюймовъ.

4. **Удаленіе накипи.** При существованіи описанныхъ люковъ можно съ достаточною аккуратностью отдѣлить накипь, если были

примѣнены анти-инкрустаціонныя средства, при которыхъ накипь мягка и, кромѣ того, слабо прилипаетъ къ стѣнкамъ котла; при твердой же накипи отдѣленіе ея, не смотря на большое количество люковъ, идетъ весьма трудно, а съ дымогарныхъ трубокъ совершенно ее удалить невозможно. Даже при мягкой и легко отдѣляющейся накипи могутъ быть отъ нея очищены только тѣ дымогарныя трубы, до которыхъ можно достигнуть инструментами; всѣ же остальные трубы въ слѣдствіе стѣсненнаго пространства не могутъ быть очищаемы, такъ что накипь на нихъ остается. При употребленіи на примѣръ глицерината, хотя часто накипь сама отдѣляется отъ дымогарныхъ трубокъ, но въ слѣдствіе малыхъ промежутковъ между ними не можетъ найти себѣ пути для паденія на низъ котла и потому, отдѣлившись отъ трубы, остается висящею на ней или же зацемяется въ интервалахъ между дымогарными трубками (чер. 8 листа XXIII). Этихъ кусковъ отставшей накипи набирается все болѣе и болѣе, туда попадастъ жидкая грязь, которая, осаждаясь между ними, сгущается и это сгущеніе особенно сильно въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ дѣйствуетъ большой жаръ, въ слѣдствіе чего вся масса кусковъ накипи съ грязью превращается въ одинъ камень, наполняющій все пространство между трубками. Особенно часто встрѣчается такая сплошная и твердая грязь около топочной трубчатой стѣнки (чер. 11 листа XXIII).

Изъ сказаннаго видно, что даже такія анти-инкрустаціонныя средства, какъ глицеринатъ, не въ состояніи бываютъ предупредить образованіе накипи между дымогарными трубками. Единственная польза въ этомъ случаѣ анти-инкрустаціи та, что при дѣйствіи сильной струи воды вымывается часть грязи и выбрасывается нѣкоторое количество разбитыхъ этою струею кусковъ накипи; между тѣмъ, безъ анти-инкрустаціонныхъ средствъ, накипь на столько тверда, что струи воды, какъ бы она сильна ни была, отдѣлить ее отъ трубокъ не можетъ.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда накопленіе котельнаго камня слишкомъ велико и, по твердости, отдѣленіе его отъ стѣ-

нокъ становится весьма труднымъ и даже невозможнымъ, прибѣгаютъ иногда, вмѣсто механической очистки для уничтоженія существующей накипи, къ химическому на нее дѣйствию, на примѣръ нашатыремъ, уксусною или соляною кислотою и. т. п. Для исполненія этой операціи открываютъ въ котлѣ верхній люкъ, наполняютъ котель свѣжею водою и, прибавивъ определенное количество кислоты или нашатыря, кипятятъ воду подъ наружнымъ атмосфернымъ давленіемъ въ теченіи нѣсколькихъ часовъ и даже сутокъ, постепенно выпуская грязную воду при помощи нижняго спускнаго крана, а въ замѣнъ выпущенной прибавляютъ свѣжую воду и реактивъ. При такой послѣдовательной замѣнѣ воды въ котлѣ не можетъ получиться слишкомъ сконцентрированный разсолъ изъ имѣвшейся въ котлѣ накипи. Если находятъ нужнымъ прекратить химическую очистку отъ накипи, то останавливаютъ горѣніе топлива и когда вода остынетъ до 20°, выпускаютъ ее изъ котла.

Какъ только кончено отдѣленіе накипи отъ поверхностей стѣнокъ котла и дымогарныхъ трубокъ механическимъ или химическимъ способомъ, тотчасъ приступаютъ къ промывкѣ котла, т. е. къ удаленію изъ него всѣхъ нечистотъ при помощи струи воды, направляемой послѣдовательно во всѣ люки. Струя воды, падая подъ сильнымъ напоромъ на поверхности стѣнокъ и трубъ, смываетъ съ нихъ всю грязь и отстающіе куски накипи, и затѣмъ уноситъ ихъ съ собою, выливаясь изъ котла сквозь нижніе люки.

Въ большинствѣ случаевъ промывка производится при помощи пенъковаго рукава отъ 60 до 75 мм. въ діаметрѣ, котораго одинъ конецъ прикрѣпляется къ водоразборному крану, а другой снабженъ наконечникомъ съ узкимъ выходнымъ отверстіемъ. Наконечники эти бываютъ прямые и загнутые (чер. 12 листа XXIII), чтобы было возможно направлять струю воды во всѣ стороны внутренней полости котла.

Б. Средства для полученія сильной струи воды. Такъ какъ успѣхъ промывки зависитъ отъ сильного удара струи

воды, то весьма важно, чтобы вода вступала въ пенковый рукавъ подь возможно большимъ напоромъ. Обыкновенно пользуются для промывки напоромъ воды изъ баковъ, находящихся при депо; но такой напоръ при накопленіи грязи и накипи въ паровомъ котлѣ слишкомъ слабъ, чтобы вода могла ударомъ отдѣлять куски накипей, въ особенности между дымогарными трубками. Когда нѣтъ городскихъ водопроводовъ, дѣйствующихъ подь значительно большимъ напоромъ, тогда надобно производить промывку котла при помощи инжектора другого паровоза. Для этого конецъ рукава прикрѣпляютъ къ питательному клапану находящагося подь парами паровоза и, закрывъ кранъ, который соединяетъ клапанъ съ котломъ, начинаютъ дѣйствовать инжекторомъ; тогда вода изъ тендера устремляется по инжектору къ питательному клапану и, найдя кранъ къ котлу закрытымъ, направляется по пенковому рукаву къ промываемому паровозу. При этомъ струя дѣйствуетъ съ большою силою и, слѣдовательно, лучше очищаетъ и промывается котель. Но инжекторъ имѣетъ тотъ недостатокъ, что онъ дѣйствуетъ водою, которой температура около 50°, а это вызываетъ въ паровозѣ внутреннія частичныя перемѣщенія, не выгодныя для прочности котла, особенно зимою въ холодномъ паровозномъ сараѣ. Кромѣ того, при промывкѣ инжекторомъ теряется много топлива.

Чтобы устранить этотъ недостатокъ, я рекомендую употреблѣть, вмѣсто инжектора, испытанный мною и специально назначенный для промывки котловъ патентованный паровой передвижной насосъ братьевъ Деккеръ и К°. (чер. 10 листа XXIII).

Насосъ этотъ принадлежитъ къ системѣ американскихъ, дѣйствующихъ безъ вращательнаго движенія, слѣдовательно по устройству весьма простъ, занимаетъ мало мѣста и такъ легокъ, что можетъ быть передвигаемъ всюду. Я не стану описывать его устройства по тому, что оно видно изъ чертежа. Чтобы пустить его въ ходъ, пользуются паровозомъ,

который находится въ депо подь парами; паровпускной кранъ *a* насоса соединяютъ помощью желѣзной паропроводной трубы съ пожарнымъ краномъ паровоза, а когда нѣтъ этого крана, то отнимаютъ трубу, которая ведетъ паръ отъ пароваго крана къ инжектору, соединяютъ фланецъ пароваго крана съ такимъ же фланцемъ, имѣющимся на трубѣ, которая должна вести паръ къ промывательному насосу. Закрывъ кранъ, ведущій воду изъ тендера къ инжектору, открываютъ паровой кранъ послѣдняго на паровозѣ и паръ устремляется по трубѣ къ паровпускному крану *a* насоса, откуда при помощи золотниковъ приводитъ въ движеніе поршень пароваго цилиндра, а вмѣстѣ съ тѣмъ и насоса. Вода насосомъ всасывается изъ источника при посредствѣ резинового рукава *b*, обернутаго спиральною проволокою и нагнетается къ промываемому котлу при помощи резиновой или пенковой трубы *c*, имѣющей на концѣ прямой или изогнутый наконечникъ, который суживаетъ струю. При дѣйствіи такого насоса, манометръ, помѣщенный на воздушномъ его колпакѣ, показываетъ 4 атмосферы давленія. Изъ этого краткаго описанія видно, на сколько просто употребленіе промывательнаго насоса Деккера. Его легко передвинуть въ любое мѣсто, а за паромъ остановки быть не можетъ, потому что при паровозномъ зданіи всегда имѣется въ готовности паровозъ подь парами и имъ можно пользоваться во всякое время.

Эти насосы дѣйствуютъ лучше ручныхъ промывательныхъ пресовъ и требуютъ меньше людей. При ручныхъ промывательныхъ пресахъ нельзя обойтись безъ 6 и даже 8 человѣкъ, между тѣмъ какъ при насосѣ Деккера достаточно имѣть 3 человѣкъ. Время, необходимое для полной промывки паровоза, при ручныхъ пресахъ въ два и три раза продолжительнѣе требуемаго при насосѣ Деккера, съ которымъ оно рѣдко превосходитъ 45 минутъ и никогда не бываетъ болѣе одного часа. Нужно замѣтить, что насосы Деккера, доставляющіе въ минуту отъ 75 до 100 литровъ воды, вполне достаточны для промывки. При

дѣйствиі ими превосходно смывается вся грязь, а главное, струя воды отдѣляетъ и выбрасываетъ много накипи, находящейся въ промежуткахъ между дымогарными трубками, удаление которой при помощи механическихъ орудій совершенно невозможно.

Заслуживаетъ также серіознаго вниманія весьма удобное приспособленіе для промывки паровозныхъ котловъ, устроенное Гроссомъ на одной изъ германскихъ желѣзныхъ дорогъ (чер. 13—16 листа XXIII). Гроссъ воспользовался паромъ постоянного пароваго котла, имѣющагося при паровозномъ зданіи небольшихъ мастерскихъ. На чер. 9 листа XXIII показано расположеніе мастерскихъ и паровознаго зданія.

Насосъ *P*, приводимый въ движеніе паромъ отъ пароваго котла, забираетъ воду изъ колодца *W* и ведетъ ее помощью водопроводной трубы, діаметромъ въ 65 мм. и длиною въ 35 метровъ, къ прибору *A*, поставленному въ паровозномъ зданіи. Приборъ этотъ состоитъ изъ воздушнаго цилиндра *a* (чер. 16 листа XXIII), снабженнаго двумя пробными кранами *p* и *p'*; изъ чугунной крестовины *b*, вмѣщающей въ себѣ предохранительный клапанъ *f*; къ этой крестовинѣ прикрѣпленъ конецъ трубы *c*, ведущей воду отъ насоса *P*; кранъ *d*, пускающій воду къ промывательному рукаву, и наконецъ отводная труба *e*. Когда нужно произвести промывку котла, то пускаютъ въ ходъ насосъ *P*, вода гонится имъ до воздушнаго цилиндра *a*, въ верхней части котораго воздухъ сжимается до трехъ атмосферъ; послѣ этого открываютъ предохранительный клапанъ *f* и вода выливается по отводной трубѣ *e* на воздухъ до тѣхъ поръ, пока не откроютъ крана *d*, тогда предохранительный клапанъ надобно закрыть и вода идетъ по рукаву *k* въ котелъ, который надобно промывать; напоръ струи бываетъ при этомъ около $2\frac{1}{2}$ атмосферъ.

Кругъ *h* служитъ для управленія предохранительнымъ клапаномъ *f*.

Хотя для накачиванія воды въ приборъ, поставленный въ

паровозномъ сараѣ, можетъ быть употребленъ всякій насосъ, но тотъ, который употребленъ Гроссомъ и представленъ на чертежѣ 15 листа XXIII, лучше другихъ.

Всасывающій клапанъ *m* подвѣшенъ къ крышкѣ, что весьма удобно для осмотра и исправленія; у насоснаго стакана легко отнять дно *n*, затѣмъ осмотрѣть и исправить, если нужно, поршень *o* безъ большаго труда.

Обкладываніе поршня кожанными кружками, согласно чертежамъ 13 и 14, позволяетъ устроить весьма непроницаемое прикосновеніе его со стѣнками насоснаго стакана, потому что когда поршень вдвинутъ въ стаканъ, можно отвинтить нижнюю гайку, кружки тогда подадутся; съ заиничиваніемъ же этой гайки они плотно прижимаются къ стѣнкамъ стакана.

Этотъ приборъ можетъ принести большую пользу во всякомъ паровозномъ сараѣ, гдѣ имѣется мастерская съ постояннымъ паровымъ котломъ. Дѣйствіе его энергично и не требуетъ для обращенія съ нимъ при промывкѣ болѣе трехъ человѣкъ.

6. Заключение. Промывка паровозовъ имѣетъ столь важное значеніе во всѣхъ отношеніяхъ, что на нее должно быть обращено крайне серіозное вниманіе, какъ лицъ близко поставленныхъ къ этому дѣлу, такъ равно и тѣхъ лицъ, коимъ ввѣрено общее управленіе службою тяги и ремонта подвижнаго состава на дорогѣ. Какъ бы вода, назначенная для питанія паровозныхъ котловъ, ни была плоха, при тщательной и своевременной чисткѣ и промывкѣ котловъ, можно отвратить весьма много бѣдствій, причиняемыхъ ею.

Сроки промывки котловъ зависятъ прямо отъ достоинствъ воды; но иногда условія движенія на дорогѣ не позволяютъ дѣлать своевременныя промывки по несообразности числа паровозовъ и паровозной прислуги съ дѣятельностью движенія. Срокъ этотъ для дорогъ, имѣющихъ воду удовлетворительныхъ качествъ, не долженъ бы превышать 1000, но можетъ въ крайности доходить до 1500 верстъ общаго пробѣга; но для тѣхъ дорогъ, гдѣ вода

по качеству сходна съ водами Ростово - Владикавказской дороги, допущеніе пробѣга свыше 500 верстъ равносильно сознательному поврежденію паровоза, потому что непремѣннымъ слѣдствіемъ того будутъ вспучиванія нижнихъ частей топочныхъ стѣнокъ, весьма вѣроятная течь трубокъ и другія поврежденія. Нѣкоторые полагаютъ, что для производства возможно частой промывки, на примѣръ, послѣ каждаго оборота паровоза, и въ видахъ сбереженія суммъ на содержаніе личнаго состава, при маломъ движеніи и большомъ числѣ паровозовъ, можно каждому машинисту давать по 2 паровоза или ставить двухъ машинистовъ на 3 паровоза; но такой взглядъ крайне ошибоченъ, потому что машинистъ, не имѣя собственно своего паровоза, мало заботится объ его сохраненіи. Съ другой стороны, имѣя два паровоза, но будучи въ постоянныхъ разъѣздахъ и не присутствуя при промывкахъ или ремонтѣ одного изъ нихъ, не можетъ узнать его недостатки; наконецъ, промывки производятся внѣ его контроля, тогда какъ онъ болѣе другихъ лицъ долженъ быть заинтересованъ въ томъ, чтобы онѣ тщательно исполнялись. Нельзя полагаться на промывальщиковъ, людей мало развитыхъ и не сознающихъ всей важности тщательной промывки. Начальнику же депо нѣтъ возможности услѣдить за промывкою каждаго паровоза, потому что онъ въ большинствѣ случаевъ, не имѣя помощника, заваленъ административными дѣлами и работою въ мастерскихъ; кромѣ того присутствіе начальника депо часто бываетъ необходимо на линіи въ предѣлахъ вѣреннаго ему участка для наблюденія за водоснабженіями и ремонтомъ вагоновъ по станціямъ.

Если на дорогахъ, имѣющихъ весьма удовлетворительную воду, признается крайне непрактичнымъ и невыгоднымъ въ экономическомъ отношеніи перемѣнять машинистовъ на паровозахъ или заставлять ихъ ѣздить, не требуя ихъ наблюденія и помощи при ремонтѣ паровозовъ; то что же говорить о тѣхъ дорогахъ, гдѣ является множество причинъ, вызывающихъ трудно устранимыя поврежденія, и гдѣ присмотръ за промывкою

точное и своевременное исполненіе ремонта составляетъ вопросъ первостепенной важности?

Несравненно болѣе сбереженій сдѣлаетъ тотъ машинистъ, который самъ будетъ наблюдать за промывкою и ремонтомъ своего паровоза, нежели тотъ, который станетъ ѣздить по дорогѣ, предоставляя постороннимъ людямъ починку и чистку своего собственного паровоза.

Сбереженіе въ расходахъ по личному составу паровозной прислуги во второмъ случаѣ не превзойдетъ 15 или 20 рублей въ мѣсяцъ, тогда какъ отсутствіе машиниста при промывкахъ и чисткахъ его паровозовъ можетъ отозваться въ пять разъ большими убытками отъ несвойственнаго обращенія съ его паровозомъ лицъ, не несущихъ за него никакой отвѣтственности и не заинтересованныхъ правильностью его дѣйствія.

Въ заключеніе считаю нужнымъ выразить сожалѣніе о томъ, что на русскихъ желѣзныхъ дорогахъ мало обращается вниманіе на изслѣдованіе водъ, которыми питаются паровозы. Очень желалъ бы, чтобы мой трудъ побудилъ лицъ, завѣдующихъ нашими дорогами, призадуматься надъ этимъ вопросомъ.

Инженеръ Болеславъ Яловецкій.

ИСТОЧНИКИ.

- 1) Журналъ Министерства Путей Сообщенія.
- 2) Инженерныя Записки.
- 3) Горный журналъ.
- 4) Технический Сборникъ.
- 5) Przegląd Techniczny.
- 6) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens.
- 7) Engineering.
- 8) Deutsche allgemeine polytechnische Zeitung.
- 9) Engineering and Mining Journal.
- 10) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure.
- 11) Dinglers polytechnisches Journal.
- 12) Maschinen-Constructeur.
- 13) Portefeuille économique des machines.
- 14) Собрание таблицъ и формулъ А. А. Недзялковскаго.
- 15) Паровозы. Записки Института Инженеровъ Путей Сообщенія. Л. А. Еракова.
- 16) Забѣтки о механическомъ устройствѣ желѣзныхъ дорогъ. А. Бородина.
- 17) Глицеринатъ. Брошюра Оссоветакаго.
- 18) Handbuch für specielle Eisenbahn — Technik von Edmund Heusinger von Waldegg.
- 19) Основы Химіи. Д. Менделѣева.
- 20) Le Génie industriel.

БИБЛІОГРАФІЯ.

Ueber eine neue Methode der Anlage und des Betriebes geneigter Ebenen für Schiffstransporte. Ein Beitrag zur Canalfrage von Gustav Meyer, Eisenbahn-Bauinspector A. D. Baudirector der deutschen Reichs-und Continental-Eisenbahn-Bau Gesellschaft in Berlin 54 стр. 2 л. чер. 8°, Berlin, 1877.

Не смотря на всеобщее распространеніе желѣзныхъ дорогъ, правительства всѣхъ государствъ не прекращаютъ своихъ заботъ объ учрежденіи новыхъ, улучшеніи и поддержкѣ существующихъ водныхъ сообщеній, потому что перевозка водою обходится дешевле перевозки по рельсамъ, потому что она общедоступна и почти безгранична по количеству грузовъ.

Капиталъ на устройство воднаго и рельсоваго пути почти тотже, вотъ стоимость одного километра по свѣдѣніямъ, помѣщеннымъ въ книжкѣ Г. Мейера.

Erie Railroad	226.700	франковъ.
New-York Central Railroad.	191.800	„
Erie Canal	221.600	„
Rhein-Weser Canal	200.000	„
Elbe-Weser Canal	180.000	„

Одну изъ самыхъ большихъ издержекъ при постройкѣ каналовъ составляютъ учрежденія для снабженія ихъ водою, требующія 7 или 8 % строительнаго капитала на Рейнъ-Везерскомъ каналѣ. Расходъ воды въ этомъ каналѣ считаютъ по 26. 4

куб. фута въ день на испаренія и фильтрацію, а 24 к. ф. или $47\frac{1}{2}$ всего количества воды на проводъ судовъ по шлюзамъ, по 20 судовъ въ день; на другихъ каналахъ на проводъ судовъ расходуется до $55\frac{0}{10}$ всего количества воды, необходимой для питанія канала; изъ этого видно, что издержки на сооруженіе и содержаніе канала могутъ быть значительно облегчены уничтоженіемъ шлюзовъ, т. е. употребленіемъ иныхъ средствъ для перемѣщенія судовъ съ одного уровня на другой. Время для прохода судна по шлюзу авторъ считаетъ равнымъ времени прохода одной трети нѣмецкой мили или $2\frac{1}{2}$ километровъ по свободному каналу, такъ что уничтоженіе шлюзовъ должно сократить продолжительность рейсовъ. Дневной проходъ по каналамъ во Франціи считаютъ въ 10—15 километровъ при тягѣ людьми, и $22\frac{1}{2}$ километра при конной тягѣ; на каналѣ Эри принимается скорость въ $3\frac{1}{2}$ километра въ часъ при конной тягѣ въ открытомъ каналѣ. Михаелисъ полагаетъ скорость на нѣмецкихъ каналахъ въ $3\frac{3}{4}$ километра при конной и $7\frac{1}{2}$ при паровой тягѣ въ часъ и эту скорость надобно считать довольно значительною, потому что отъ судовъ канала Эри требовалось условіемъ конкурса скорость только въ $4\frac{1}{4}$ километра; построенная Бакстеромъ паровая барка ходитъ $5\frac{1}{2}$ километровъ въ часъ. Сопротивленіе воды при этой скорости вдвое меньше той, какая бываетъ при $7\frac{1}{2}$ километрахъ и при медленномъ движеніи по рельсамъ, на которыхъ увеличеніе скорости возможно съ гораздо меньшими издержками, нежели въ водѣ.

Опредѣлить стоимость перевозки грузовъ весьма трудно даже на желѣзныхъ дорогахъ, потому что въ ихъ отчетахъ нельзя рѣзко отдѣлить расходъ по товарному движенію отъ пассажирскаго; для каналовъ это сдѣлать еще труднѣе, потому что тамъ перевозки производятся отдѣльными лицами и часто зависятъ отъ стороннихъ обстоятельствъ. Г. Мейеръ сдѣлалъ приблизительный расчетъ расходовъ на перемѣщеніе одной центнеро-мили слѣдующимъ образомъ для судна, вмѣщающаго

5000 центнеровъ (250 тоннъ или 15 тысячъ пудовъ) и стоящаго 12.000 марокъ.

На затраченный капиталъ . . .	5%	600 марокъ.
Ремонтъ и погашеніе . . .	10%	1200 «
Барышъ судовозаина . . .	$7\frac{1}{2}\%$	900 «
Прикащики и рабочіе . . .	«	1800 «
Страхованіе и пр. . . .	«	300 «

Всего 4800 марокъ.

Разлагая это на 240 судоходныхъ дней, получимъ 20 мар. въ день. Если судно въ день конною тягою проходитъ 5 миль, половину съ полнымъ грузомъ, половину съ пятою долею груза, то за 20 марокъ перевозится на $2\frac{1}{2}$ мили 5000 центнеровъ въ одну, и 1000 въ противоположную сторону, всего 6000 центнеровъ на $2\frac{1}{2}$ мили или 15000 центнеровъ на 1 милю, такъ что на одну центнеро-милю падаетъ 0.133 фенинга.

Паровую тягу надобно считать въ полтора раза скорѣе или по $7\frac{1}{2}$ миль въ день, такъ что 6000 центнеровъ перевозятся въ день на $3\frac{3}{4}$ мили или 22.500 центнеровъ на 1 милю за тѣ же 20 марокъ, что составитъ на одну центнеро-милю 0.089 фенинга.

Для расчета издержекъ на конную тягу надобно принять за выгодную работу для лошадей 4 мили въ день, на половину съ грузомъ, на половину съ $\frac{1}{5}$ груза; пара лошадей въ день, достаточная для судна съ грузомъ въ 5000 центнеровъ, стоитъ съ проводникомъ 12 марокъ, которыя разложатся на 6000 центнеровъ, перевезенныхъ за 2 мили или на 12.000 центнеро-милъ, по 0.1 ф. на каждую центнеро-милю, паровая тяга вдвое дешевле или 0.05 ф. на центнеро-милю:

Итакъ расходы на судно съ рабочими и силу тяги будутъ:

Судно тяга	на центнеро-милю.	на километри-ческую тону.	на 100 пудовъ.
Конной тяги 0.133+0.1	= 0.233 фенинга	1.06 сантим.	0.33 коп. сер.
Паровой тяги 0.089+0.05	= 0.139 »	0.61 »	0.19 »
Стоимость перевозки по желѣзнымъ дорогамъ обходится въ			
	0.163 фен.	1.18 сантим.	0.37 коп. ,

и дорожке при неполной нагрузкѣ вагоновъ, какъ это обыкновенно бываетъ. Цѣнность эта выведена такимъ же образомъ, какъ и для судовъ, т. е. приняты въ расчетъ издержки на подвижной составъ съ прислугою и на тягу.

Проходъ шлюза обходится по расчетамъ автора въ 0.033 фен. на центнеръ, или 0.33 к. с. на 100 пудовъ.

Въ подкрѣпленіе своихъ расчетовъ авторъ приводитъ разныя данныя, взятая изъ Германіи, Франціи и Америки, и переходитъ къ вопросу о замѣнѣ шлюзовъ другими способами перемѣщенія судовъ при разныхъ горизонтахъ.

Книга автора вызвана обсуждаемымъ нынѣ въ Германіи проектомъ канала между Эльбою и Шпрее, для осуществленія котораго необходимъ подъемъ на 62 метра при разстояніи въ 13.5 километра и, слѣдовательно, по уклону въ 0.005; по прежнимъ проектамъ предполагалось это сдѣлать 20 шлюзами, составляющими лѣстницу (Schleusentreppe), нынѣ же разсматривается примѣненіе къ этому подъему наклонной плоскости для перемѣщенія нагруженныхъ судовъ по желѣзной дорогѣ. Въ прежнихъ устройствахъ подобнаго рода судно поднималось изъ воды, это можно дѣлать только съ малыми судами, а у большаго судна, нагруженнаго товаромъ, борта подвергаются сильному распору, которому сопротивляется боковое давленіе воды снаружи; такое судно надобно перемѣщать съ окружающею его водою въ особомъ чанѣ или танкѣ, куда оно должно быть введено изъ одного бьефа канала и оттуда выпускаемо въ другой бьефъ послѣ перемѣщенія всего танка съ одного горизонта на другой.

Изъ существующихъ наклонныхъ плоскостей въ замѣнѣ шлюзовъ авторъ указываетъ на слѣдующіе случаи.

Въ 1788 году Уильямъ Рейнольдъ устроилъ на одномъ частномъ каналѣ въ Англіи плоскость съ уклономъ въ $\frac{1}{9}$ для судовъ длиною 19 футовъ съ грузомъ въ 100 центнеровъ, высота подъема была 70 футовъ; на Шропширскомъ каналѣ въ Англіи же есть наклонная плоскость для подъема на 200 фу-

товъ. Въ Америкѣ на Морисовомъ каналѣ есть 23 плоскости для подъема судовъ длиною 60 футовъ съ нагрузкою въ 700 центнеровъ; уклоны плоскостей различны отъ $\frac{1}{12}$ до $\frac{1}{10}$, общая высота подъема 1339 футовъ, а одна изъ плоскостей у города Филиппсбурга имѣетъ высоту 97 футовъ.

Въ Германіи на Эльбингъ-Оберландскомъ каналѣ есть 4 плоскости съ подъемами въ 65, 60, 78 и 70 футовъ, уклонъ ихъ $\frac{1}{24}$; суда имѣютъ 78 футовъ длины и поднимаютъ по 1000 центнеровъ.

Отвѣсный подъемъ судовъ въ танкахъ съ водою устроенъ инженеромъ Гринемъ на Грантъ-Уестернскомъ каналѣ въ Англіи, длина судовъ 26 футовъ, нагрузка 160 центнеровъ, высота подъема 46 футовъ. Наклонная плоскость для судовъ въ танкахъ существуетъ въ Англіи на Монкландскомъ каналѣ у Глазгоу, суда имѣютъ 70 ф. длины, они поднимаются на высоту 96 футовъ по уклону въ $\frac{1}{10}$. Во всѣхъ этихъ случаяхъ суда вмѣщали не болѣе 1000 центнеровъ груза, а Эльбе-Шпреескій каналъ назначается для судовъ, нагруженныхъ 6000 центнерами (18000 пудовъ).

Брошюра г. Мейера содержитъ проектъ наклонной плоскости для судовъ съ 5000 центнерами, которыя кажутся самыми удобными для плаванія по рѣкамъ и каналамъ. Паровая лодка Бакстера поднимаетъ 4800 центнеровъ, обыкновенно же въ Америкѣ грузы перевозятся на судахъ, вмѣщающихъ 4000—4500 центнеровъ. Судно съ 5000 центнерами груза имѣетъ длину 45, ширину 6 и высоту $1\frac{1}{2}$ метра или 148,20 и 5 футовъ; танкъ для такого судна долженъ быть длиною 47, шириною 6.2, высотой 1.6 метра и вмѣщать 445 куб. метровъ воды, вѣсомъ 8900 центнеровъ; при такихъ размѣрахъ вѣсъ танка будетъ приблизительно 2600 центнеровъ, общій вѣсъ 11500 центнеровъ или 35 тысячъ пудовъ; это вѣсъ обыкновеннаго желѣзнодорожнаго поѣзда съ углемъ.

Въ приведенныхъ выше примѣрахъ уклоны плоскостей были значительные и для передвиженія по нимъ судовъ употребля-

лись постоянныя паровыя машины, но наклонная плоскость Элбе-Шпреевскаго канала, въ $\frac{1}{200}$, допускаетъ паровозы.

Проектъ Мейера состоитъ изъ желѣзныхъ дорогъ, идущихъ по двумъ наклоннымъ плоскостямъ отъ раздѣльнаго пункта или хребта между бьефами канала, дороги эти на хребтѣ поворачиваютъ въ сторону и соединяются въ одну дорогу, съ которой перемѣщеніемъ стрѣлокъ можно спустить поѣздъ на тотъ или на другой покать. Уклонъ дороги долженъ быть въ извѣстныхъ предѣлахъ, зависящихъ отъ устройства тележекъ подъ танкомъ, и запаса глубины въ танкѣ подъ судномъ; при длинѣ послѣдняго въ 40 метровъ и запасѣ глубины въ 0.1 метра, судно можетъ принимать относительно дна танка уклонъ въ $\frac{1}{400}$; если дно танка имѣетъ относительно нижней плоскости поддерживающихъ его колесъ уклонъ въ $\frac{1}{200}$, то предѣлы уклоновъ дороги суть $\frac{1}{200} \pm \frac{1}{400}$ и 0.0025 и 0.0075.

Танкъ желѣзный съ боками, поддерживающими давленіе воды, которая въ немъ заключается, имѣетъ вѣсу, какъ выше сказано, до 11½ тысячъ центнеровъ или 575 тоннъ. Для поддержки его нужно не менѣе 80 колесъ, если на каждое колесо назначить 7½ тоннъ; г. Мейеръ ставитъ 96 колесъ, соединенныхъ въ 6 тележекъ, каждая о 16 колесахъ.

Колеса расположены въ четыре ряда, средніе колеса обыкновенныя, какъ у вагоновъ съ закраинами и на одной оси, они идутъ по двумъ среднимъ рельсамъ обыкновенной желѣзной дороги; крайнія колеса съ гладкими ободьями для удобнаго переѣзда по кривымъ, и каждое на особой оси; разстоянія между крайними колесами, какъ и между крайними рельсами, 6 метровъ. Ось отъ оси отстоитъ на 4.2 метра, кривыя могутъ имѣть 300 метровъ радіуса; всѣ тележки, поддерживающія танкъ, связаны между собою на шворняхъ.

Каждый бьефъ канала оканчивается стѣною, въ которой есть отверстіе для прохода судна: оно запирается откидными воротами; у танка задняя стѣнка тоже откидная и для ввода въ него судна, надобно его подвести къ стѣнѣ канала противъ

ея отверстія, прижать къ стѣнѣ, открытіемъ щитовъ въ воротахъ сравнять горизонты воды въ каналѣ и танкѣ, открыть ворота, перевести судно и закрыть ворота; тогда танкъ можно увести съ судномъ по наклонной плоскости на водораздѣль, перевести танкъ на другой путь и спустить заднимъ ходомъ къ другому бьефу канала и выпустить туда судно.

Для передвиженія танка по проекту г. Мейера употребляется обыкновенный паровозъ, идущій по среднимъ рельсамъ; онъ долженъ быть къ танку прикрѣпленъ цѣпью длиною 6 или 7 метровъ для того, чтобы получить нѣкоторую живую силу, иначе онъ не сдвинетъ съ мѣста поѣзда, который состоитъ здѣсь не изъ отдѣльныхъ вагоновъ, а одного, весьма тяжелаго и имѣющаго большую инерцію.

Проектъ этотъ объясненъ весьма подробными чертежами. Последняя глава книги посвящена экономическому вопросу, во что обойдется движеніе по желѣзной дорогѣ и по ряду шлюзовъ. Авторъ думаетъ, что устройство желѣзной дороги стоитъ дешевле канала, потому что земляныя работы на дорогѣ имѣютъ меньшую ширину; на пересѣченіяхъ съ другими дорогами не нужно строить мостовъ, что необходимо при каналахъ; не нужно укрѣплять береговъ, принимать мѣры противъ фильтраціи, устраивать бечевники.

Взявши для примѣра паденіе 30 метровъ на разстояніи 1 нѣмецкой мили или 7.5 километровъ, для всхода на который нужно-бы построить 10 шлюзовъ, г. Мейеръ полагаетъ, что строительный капиталъ желѣзной дороги будетъ менѣе капитала воднаго пути на 850000 марокъ, съ котораго проценты 42500 надобно распредѣлить на предполагаемое движеніе 20 миллионныхъ центнеровъ въ годъ, тогда окажется ежегодное сбереженіе при желѣзной дорогѣ въ 0.212 ф. на каждый центнеръ. Расходы на управленіе и на содержаніе построекъ авторъ считаетъ одинаковыми, водоснабженіе онъ не касается потому, что оно зависитъ отъ мѣстныхъ обстоятельствъ, остальные расходы движенія онъ считаетъ на центнеръ, при каналѣ въ 1.01 ф.

при желѣзной дорогѣ 0.755 ф.; если принять въ расчетъ и разность въ процентахъ на строительный капиталъ, рассчитанную въ 0.212 ф., то окажется, что перевозка каждаго центнера будетъ стоить по желѣзной дорогѣ на $1.01 + 0.212 - 0.755 = 0.467$ ф. или каждыя 100 пудовъ будутъ стоить $5\frac{1}{2}$ к. с. дешевле, нежели по каналу. Авторъ приложилъ таблицу подобнаго расчета при разныхъ паденіяхъ, требующихъ 20, 15, 10 и 5 шлюзовъ: по этой таблицѣ можно видѣть, что чѣмъ больше паденіе, тѣмъ наклонная плоскость выгоднѣе, при 5 шлюзахъ нѣтъ никакой разности; а когда паденіе менѣе 15 метровъ, тогда авторъ полагаетъ, что шлюзы будутъ выгоднѣе наклонныхъ плоскостей.

О Ч Е Р К Ъ

СОСТОЯНІЯ ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРОВЪ ПУТЕЙ СООБЩЕНІЯ

ВЪ ЦАРСТВОВАНИЕ ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА I.

Когда великій нашъ Царь Петръ отвоевалъ у шведовъ побережье Финскаго залива и положилъ основаніе Петербургу на устьѣ Невы, въ странѣ малолюдной и почти безплодной, то одною изъ первыхъ заботъ Его было соединить водянымъ путемъ новую столицу своего Царства съ внутренними областями Россіи, занимавшими долины Волги и Оки. Онъ выбралъ торговую дорогу Новгородцевъ по Тверцѣ и Мстѣ и рѣшилъ бывший между ними волокъ замѣнить каналомъ длиною въ $2\frac{1}{2}$ версты между рѣками Тверцою и Цною у Вышняго Волочка, съ шлюзами на обоихъ концахъ для образованія водохранилища. Чтобы обходить бурное Ладожское озеро Государь приказалъ рыть каналъ между устьемъ Волхова и истокомъ Невы. Для производства этихъ работъ вызваны были мастера изъ Голландіи, они кончили Вышневолоцкій каналъ въ 1710 году; Ладожскій же каналъ былъ оконченъ въ 1731 году въ царствованіе Императрицы Анны Іоанновны, подъ руководствомъ графа Миниха.

Были у Петра Великаго и другія предположенія объ устройствѣ водяныхъ путей; для изысканій объ нихъ приглашенъ былъ англичанинъ капитанъ Перри, который и началъ работы

по соединенію Волги съ Дономъ, но недостатокъ средствъ заставилъ ихъ прекратить.

При наслѣдникахъ Петра вопросъ объ учрежденіи новыхъ водяныхъ сообщеній хотя и возбуждался, но разрѣшенія не получалъ, Правительство едва заботилось объ содержаніи и улучшеніяхъ Вышневолоцкаго канала; только при Императрицѣ Екатеринѣ II приступлено было къ рытью Сяьскаго канала и къ расчисткѣ и улучшеніямъ нѣкоторыхъ рѣкъ по представленіямъ губернаторовъ.

Находя, что мѣры къ улучшенію водяныхъ путей, принимаемыя въ разныхъ частяхъ Государства мѣстными властями, страдаютъ разрозненностью и недостаткомъ искусства и не могутъ имѣть успѣха, Императрица рѣшила сосредоточить въ одномъ лицѣ всѣ заботы о водяныхъ путяхъ Государства и выборъ ея палъ на графа Якова Ефимовича Сиверса, исправлявшаго должность Намѣстника Новгородскаго, Тверскаго и Псковскаго и назначила его въ 1773 году Главнымъ Директоромъ водяныхъ коммуникацій; потомъ въ этой должности были послѣдовательно графъ Брюсъ, Архаровъ, графы Кушелевъ и Румянцевъ, а въ 1809 году Императоръ Александръ I возложилъ должность главнаго директора водяныхъ сообщеній на Принца Георгія Голштинскаго.

Съ распространеніемъ работъ по водянымъ путямъ невозможно было управлять ими одному лицу, главному директору, съ небольшою канцеляріей, и въ 1799 году учрежденъ Департаментъ водяныхъ коммуникацій; образованная въ 1786 году коммисія о дорогахъ преобразована около того же времени въ Экспедицію. Съ назначеніемъ же Принца Голштинскаго главнымъ директоромъ эти учрежденія соединены въ одно Управленіе водяными и сухопутными сообщеніями, названное въ слѣдующемъ 1810 году Управленіемъ путями сообщенія; оно состояло изъ совѣта, экспедиціи и 10 округовъ.

Въ царствованіе Императрицы Екатерины II производились значительныя гидротехническія работы: берега Невы и По-

тербургскихъ каналовъ одѣты камнемъ, построено нѣсколько каменныхъ мостовъ, учреждены водопроводы Мытищенскій въ Москвѣ и Таицкій около С.-Петербурга. Работами этими завѣдывалъ Бауеръ, инженеръ, служившій прежде въ Пруссіи; онъ приглашенъ въ Россію въ 1769 году и состоялъ сначала при арміи, а потомъ занялся гражданскими работами и умеръ въ 1783 году 52 лѣтъ отъ роду.

Въ началѣ царствованія Императора Александра I устройствомъ Маріинскаго, Тихвинскаго и Огинскаго водяныхъ сообщеній, и работами въ портахъ завѣдывалъ генераль-лейтенантъ Францъ Павловичъ Деволантъ, голландскій инженеръ, вступившій въ русскую службу въ 1787 году. Подобно Бауеру онъ служилъ прежде въ арміи, былъ потомъ членомъ департамента водяныхъ коммуникацій и совѣта путей сообщенія, а съ 1813 года до конца жизни управлялъ всѣми путями сообщенія Имперіи, какъ главный директоръ.

Бауеръ и Деволантъ были главными руководителями работъ, но исполненіе ихъ поручалось разнымъ лицамъ, для которыхъ занятія эти были временными и которыя отъ нихъ отрывались, когда того требовали постоянныя ихъ обязанности; тутъ были военные инженеры, офицеры генеральнаго штаба и даже флота, между ними заслуживаетъ особаго упоминанія инженеръ Герардъ, помощникъ графа Сиверса. Болѣе постоянными дѣятелями по производству работъ и наблюденію за существующими сооружениями были чиновники водяной коммуникаціи, практически присмотрѣвшіеся къ работамъ; теоретической подготовки они не имѣли, но нѣкоторые изъ нихъ послужили своими трудами на пользу науки, таковы: Ваксель, Петряевъ, Бахтуринъ, Борзовъ, Девиtte, Явинъ, Маіоровъ. Правительство ихъ поощряло, печатало на свой счетъ ихъ ученые труды, посылало въ иностранныя государства для осмотра сооружений и приобрѣтенія теоретическихъ познаній.

Приливъ иностранцевъ въ Россію для инженерныхъ работъ однако не прекращался и въ 1803 году прибылъ испанскій

инженеръ Августинъ Бетанкуръ, пользовавшійся уже европейской извѣстностью, какъ механикъ, строитель и какъ ученый; Императоръ Александръ принялъ его въ свою свиту генераль-маіоромъ и удостоилъ особенной довѣренности.

Нельзя положительно сказать кому принадлежитъ мысль объ учрежденіи въ Россіи особаго учебнаго заведенія для образованія инженеровъ, но достовѣрно, что Бетанкуръ составилъ проектъ организаціи такого заведенія, названнаго Институтомъ. Проектъ вошелъ въ Высочайше утвержденное 20-го ноября 1809 года учрежденіе объ управленіи водяными и сухопутными сообщениями, составленное Его Императорскимъ Высочествомъ Принцемъ Голштинскимъ.

Согласно этому учрежденію образованъ былъ 13-го марта 1810 года Корпусъ инженеровъ путей сообщенія; въ него зачислены всѣ служившіе по водянымъ коммуникаціямъ 95 лицъ, съ переименованіемъ гражданскихъ чиновниковъ въ военные; въ него поступали потомъ и другія лица, но не иначе, какъ по особымъ Высочайшимъ повелѣніямъ или по испытаніи ихъ познаній въ институтѣ путей сообщенія.

Въ одно время съ образованіемъ корпуса инженеровъ состоялись 13-го марта назначенія въ новый институтъ: директоромъ Сеновера съ чиномъ генераль-маіора, профессора Резимона и академика Висковатова маіорами и капитана Манычарова экономомъ. Инспекторомъ или главнымъ начальникомъ назначенъ генераль-лейтенантъ Бетанкуръ. Для помѣщенія института пріобрѣтенъ былъ за 350.000 р. домъ Князя Юсупова на Фонтанкѣ съ 20.000 кв. саж. земли.

Бетанкуръ предложилъ Государю вызвать для преподаванія наукъ въ Институтѣ и для производства работъ нѣсколько инженеровъ не изъ Голландіи или Германіи какъ это до тѣхъ поръ дѣлалось, а изъ Франціи и предоставить имъ нѣкоторыя преимущества. Государь изъявилъ согласіе вызвать четырехъ человѣкъ и дать имъ жалованье вдвое болѣе того, какое они получали во Франціи. По сношенію съ инспекторомъ парижской школы

дорогъ и мостовъ Лесажемъ приглашены были инженеры Фабръ, бывшій уже 5 лѣтъ на работахъ, Базенъ, хорошій геометръ, и окончившіе въ школѣ курсъ наукъ Потье и Дестремъ. Они прибыли въ С.-Петербургъ въ іюлѣ 1810 г. Первые два приняты въ русскую службу подполковниками съ жалованьемъ въ 6600 франк., другіе два капитанами съ жалованьемъ 3.400 франк., Фабръ и Потье назначены въ Институтъ, а Базенъ и Дестремъ отправлены въ распоряженіе Дюка-де-Ришелье для устройства черноморскихъ портовъ.

Забывая о пріисканіи наставниковъ для Института, Бетанкуръ пригласилъ профессоромъ архитектуры и рисованія извѣстнаго въ Петербургѣ архитектора Тромбара, хорошаго рисовальщика, и онъ былъ принятъ въ корпусъ инженеровъ маіоромъ.

Въ № 72 «С.-Петерб. Вѣдом.» 1810 года было напечатано объявленіе о пріемѣ въ Институтъ молодыхъ людей; ихъ явилось 1-го октября 60 человѣкъ, экзамены производились съ 7 по 15-е октября, изъ ариѳметики, алгебры, геометріи, логарифмовъ, тригонометріи и французскаго языка; изъ представившихся кандидатовъ только 10 знали лагариомы и тригонометрію, 20 едва имѣли понятіе объ ариѳметикѣ. Для Института выбрано было 30 человѣкъ, которые зачислены воспитанниками, имъ данъ инженерный мундиръ безъ эполетъ, и они раздѣлены на 4 бригады: въ I назначено 5, во II—9, въ III—8 и въ IV—6 человѣкъ. Каждая бригада была поручена особому преподавателю, которыхъ было четыре: Резимонъ, Висковатовъ, Фабръ и Потье. Кромѣ того дозволено посѣщать Институтъ еще 8 кандидатамъ подъ названіемъ сверхкомплектныхъ (*surnuméraire*) безъ разрѣшенія носить институтскій мундиръ.

Во вторникъ 1 ноября 1810 г. Институтъ открытъ съ обычною торжественностью, а 3 ноября въ немъ началось ученье: воспитанники приходили въ 9 часовъ утра, оставались до 3-хъ и занимались математикой и начертательной геометріей; по вечерамъ отъ 6 до 8 они рисовали и чертили подъ руковод-

ствомъ архитектора Тромбара, который не долго принадлежалъ Институту и умеръ 11 февраля 1811 года; на его мѣсто генераль Бетанкуръ приглашалъ Модюи, строителя большого театра, который желалъ прежде служить въ Институтѣ, но теперь отказался, и мѣсто профессора архитектуры и рисованія дано было Томону, строителю биржи, профессору перспективы при академіи художествъ, отличному рисовальщику; онъ зачисленъ въ корпусъ инженеровъ съ чиномъ маіора.

По силѣ институтскаго устава экзамены воспитанникамъ должны были производиться публично и только послѣ двухлѣтняго ихъ пребыванія въ Институтѣ, но Бетанкуръ находилъ ихъ познанія достаточными для удостоенія офицерскимъ чиномъ и просилъ разрѣшенія сдѣлать экзаменъ теперь, и не публично, опасаясь неудачи и полагая, что частный экзаменъ можетъ быть строже публичнаго. По такому экзамену, произведенному съ участіемъ академика Фусса, оказались 20 человекъ достойными представиться публикѣ, которая приглашена была посредствомъ объявленія въ газетахъ; публичный экзаменъ происходилъ 4 и 5 Мая, въ первый день прибыло 60, во второй 30 человекъ, которые однакожъ не предлагали воспитанникамъ вопросовъ; только офицеры генеральнаго штаба приняты дѣятельное участіе въ экзаменѣ, и воспитанники института вознамѣрились имъ отплатить тѣмъ же при экзаменѣ въ школѣ колоновожатыхъ; Бетанкуръ былъ очень доволенъ этимъ проявленіемъ соперничества.

Бетанкуръ по окончаніи экзамена ходатайствовалъ о производствѣ выдержавшихъ экзаменъ въ подпоручики, но Принцъ не нашелъ возможнымъ уважить это ходатайство, потому что по уставу институтскому воспитанники состояли въ чинѣ прапорщика; однакожъ онъ разрѣшалъ черезъ годъ произвести имъ новый экзаменъ и представить достойнѣйшихъ къ чину подпоручика.

Одинъ изъ произведенныхъ въ офицеры воспитанниковъ подалъ прошеніе объ увольненіи въ отставку; поэтому случаю

были составлены правила: съ представляемыхъ къ производству въ чины должно брать подписки, что они прослужатъ три года по вѣдомству путей сообщенія послѣ окончанія курса наукъ въ институтѣ; воспитанники, имѣющіе офицерскіе чины, должны увольняться отъ службы тѣми же чинами, но при вступленіи снова въ гражданскую службу ихъ положено принимать съ чиномъ 14 класса, а въ военную службу кадетами или унтеръ-офицерами.

Въ октябрѣ 1811 года въ Институтъ принято снова 30 воспитанниковъ и 4 сверхкомплектныхъ, а въ ноябрѣ начался новый учебный годъ. Во 2-мъ отдѣленіи воспитанники занимались низшей математикой, а въ 1-мъ отдѣленіи прапорщики изучали дифференціальное и интегральное исчисленіе, приложеніе анализа къ геометріи и военное искусство, т. е. фортификацію. Генераль Бетанкуръ желалъ ввести въ Институтъ полный курсъ военныхъ наукъ и даже воинскія упражненія, но не получилъ на то согласія Принца.

Въ мартѣ 1812 года прикомандированъ былъ къ Институту инженеръ подполковникъ Маіоровъ, слушавшій курсъ наукъ въ парижской политехнической школѣ, а въ апрѣлѣ поступили на службу въ Институтъ французскіе инженеры Базень и Дестремъ, возвратившіеся изъ Одессы.

Для наблюденія за воспитанниками въ классное время положено имѣть двухъ смотрителей съ жалованьемъ въ 1000 р.; въ эту должность назначены: бывшихъ польскихъ войскъ ротмистръ Свѣнтицкій и отставной поручикъ Трипольскій, оба съ чинами поручиковъ.

Бетанкуръ былъ страстный любитель механическихъ искусствъ, владѣя столярнымъ, слесарнымъ и токарнымъ мастерствомъ, онъ часто представлялъ свои изобрѣтенія въ моделяхъ и устроилъ при Институтѣ мастерскія. Смотрителемъ ихъ опредѣленъ былъ студентъ Вильямсъ съ чиномъ прапорщика. Черезъ два года его мѣсто заступилъ часовой мастеръ Каньолини, пожалованный тоже чиномъ прапорщика. Для завѣдыванія

письмоводствомъ присланъ былъ чиновникъ совѣта титулярный совѣтникъ Хрущевъ, который оставался при институтѣ только годъ, и замѣненъ смотрителемъ надъ классами Свѣяницкимъ.

По окончаніи учебнаго года былъ сначала частный экзаменъ въ присутствіи академика Фусса и потомъ 8 и 9 мая публичный, выдержавшіе его удовлетворительно 16 прапорщиковъ произведены въ подпоручики, а 29 воспитанниковъ въ прапорщики.

Лѣтомъ 1812 года началась отечественная война и 12 вновь произведенныхъ подпоручиковъ были отправлены въ распоряженіе Директора военныхъ сообщений дѣйствующей арміи, а 4 остальные назначены: Готманъ и Пантелѣевъ къ работамъ каменноостровскаго моста, Канобио къ тайцкому водопроводу, а Рербергъ оставленъ при Институтѣ въ качествѣ репетитора; подъ его руководствомъ прапорщики и воспитанники занялись съемою разныхъ частей С.-Петербурга.

Прибывшіе изъ Франціи инженеры Фабръ, Базенъ, Потье и Дестремъ подали въ іюня 1812 года прошенія объ увольненіи отъ службы вслѣдствіе извѣщенія ихъ о разрывѣ съ Франціею и сдѣланнаго имъ французскимъ посланникомъ графомъ Лористономъ приглашенія возвратиться въ отечество, потому что они числились также и во французской службѣ. Но они не были уволены въ отставку, а удалены сначала въ Ярославль, потомъ въ Иркутскъ, гдѣ и оставались до заключенія мира съ Франціей.

Въ октябрѣ умеръ академикъ и профессоръ института подполковникъ Висковатовъ; на его мѣсто приглашенъ былъ профессоръ педагогическаго института Чижевъ, обучавшійся въ Парижѣ, но безъ переименованія въ военный чинъ.

Въ октябрѣ же приняты въ Институтъ 21 воспитанникъ и 6 сверхкомплектныхъ и тогда образовалось три отдѣленія: 1-е изъ 16 подпоручиковъ, на лицо было только 4, 2-е изъ 26 прапорщиковъ и 3-е изъ 28 воспитанниковъ и 6 сверхкомплектныхъ.

У воспитанниковъ курсъ ученія начался 1 октября, имъ

преподавали Чижевъ и Резимонъ математику, а Рербергъ начертательную геометрію. Занятія прапорщиковъ начались еще въ іюлѣ съ профессоромъ Маіоровымъ, который излагалъ имъ приложеніе алгебры къ геометріи и дифференціальное исчисленіе по курсу Лакроа и приложеніе анализа къ начертательной геометріи по собственнымъ запискамъ, которыя были изданы въ 1817 году подъ названіемъ: Высшая геометрія въ пространствахъ.

Въ ноябрѣ возвратились 7 офицеровъ, получившихъ чины поручика отъ главнокомандующаго арміями и съ 4 оставшимися въ Петербургѣ образовали 1 отдѣленіе, въ которомъ Маіоровъ читалъ аналитическую статику по Франкеру, также способы рассчитывать дѣйствіе машинъ, треніе и жесткость веревокъ; два раза въ недѣлю давалъ въ этомъ отдѣленіи уроки механики академикъ Гурьевъ. Уроками рисованія и начертательной архитектуры руководилъ по прежнему Томовъ.

Такъ какъ въ февралѣ пришло въ Институтъ требованіе возвратить въ армію бывшихъ въ ней инженеровъ, то экзаменъ произведенъ былъ въ этомъ отдѣленіи 5 и 6 марта. Донося Государю о результатахъ экзамена, Бетанкуръ просилъ пожаловать чины поручика оставшимся въ Петербургѣ 4 инженерамъ со старшинствомъ въ сравненіе съ сверстниками. Высочайшій о томъ приказъ последовалъ 23 декабря 1813 года; это былъ первый выпускъ изъ Института исполнѣ окончившихъ въ немъ курсъ наукъ 11 инженеровъ, во главѣ ихъ стоялъ Андрей Даниловичъ Готманъ.

15-го декабря 1812 года скончался принцъ Георгій Голштинскій; исправленіе его должности возложена на инженеръ-генерала Деволянта, но Институтъ остался подъ непосредственнымъ попеченіемъ Государя, которому съ того времени генералъ Бетанкуръ дѣлалъ личные доклады.

Въ 1813 году мало явилось желающихъ поступить въ Институтъ, время было военное и молодые люди стремились въ

армію, все же въ сентябрѣ принято 16 воспитанниковъ и 6 сверхкомплектныхъ.

Въ октябрѣ оставилъ Институтъ профессоръ Маіоровъ, откомандированный въ дѣйствующую армію и переведенный потомъ въ Свиту Его Величества по квартирмейстерской части.

Въ августѣ умеръ архитекторъ Томонъ, котораго мѣсто занялъ ученикъ его Готманъ, только что окончившій курсъ наукъ въ Институтѣ. Умеръ также академикъ Гурьевъ; на мѣсто его приглашенъ былъ плѣнный французъ, инженерный капитанъ Глейзъ, который кромѣ механики преподавалъ въ Институтѣ гражданскую и военную архитектуру съ 1-го сентября 1813 по іюль 1814 года. Поручикъ Рербергъ преподавалъ въ 3-мъ отдѣленіи начертательную геометрію, а во 2-мъ разрѣзку камней.

Преподаваніе наукъ шло въ Институтѣ въ весьма ограниченномъ объемѣ по малому числу преподавателей; въ концѣ учебнаго года произведено въ поручики 14 человекъ, окончившихъ полный курсъ наукъ. Изъ нихъ оставлены при Институтѣ: Яковъ Александровичъ Севастьяновъ и Алексѣй Ивановичъ Рокасовскій, а Ѳедоръ Ивановичъ Рербергъ командированъ въ Южную Россію къ работамъ по устройству портовъ.

Въ 1814 году вновь принято 20 воспитанниковъ и 15 сверхштатныхъ.

Учебный 18^{14/15} годъ былъ самымъ тяжелымъ для Института: при трехъ отдѣленіяхъ или какъ ихъ тогда начали называть, бригадахъ, было только два профессора: Резимонъ и Чижовъ, и три репетитора: Готманъ, Севастьяновъ и Рокасовскій, между тѣмъ курсъ наукъ расширялся. Надобно полагать, что кромѣ Директора принималъ участіе въ преподаваніи самъ генералъ Бетанкуръ, онъ принужденъ былъ такъ часто посѣщать институтъ, что испросилъ себѣ квартиру въ его домѣ.

Въ іюнѣ 1815 года былъ третій выпускъ, состоявшій изъ 12-ти инженеровъ, при Институтѣ оставленъ Рокасовскій 2-й.

Производство воспитанниковъ въ прапорщики и подпоручики было отложено до осени, для того, чтобы при оцѣнкѣ познаній принять въ расчетъ практическія занятія, которыя состояли по прежнему въ сѣмкѣ Петербурга.

Съ новаго учебнаго 18^{15/16} года дѣла Института начинаютъ поправляться: въ Петербургъ возвратились французскіе инженеры Базенъ и Потье, первый занялся преподаваніемъ высшей математики, второй приложеній начертательной геометріи. Ими изданы были руководства по этимъ предметамъ; такое печатаніе учебниковъ было вызвано трудностью получать книги изъ за границы и имѣло за себя опытъ 1813 года, когда перепечатанъ былъ въ Петербургѣ курсъ математики Лакроа въ 6 томахъ.

Въ 1815 году въ Институтъ поступило 16 воспитанниковъ, а въ 1816 г. произведено въ поручики 18 человекъ, и вновь поступило 26 воспитанниковъ. При Институтѣ остались репетиторами Лебедевъ, Васильевъ и Готманъ 2-й, а оба Рокасовскіе удалились и вмѣстѣ съ ними капитанъ Готманъ 1, котораго замѣнилъ Коле.

Представляя Государю отчетъ о закончившемся учебномъ годѣ, генералъ Бетанкуръ изложилъ свои мысли объ усовершенствованіяхъ Института: онъ давно уже находилъ, что образованіе, которое давалось въ немъ было недостаточно, и чтобы его усилить предложилъ выпустить на службу только половину старшаго класса, другую же удержать еще на годъ, перевода въ 1-й и 2-й классы въ слѣдующемъ году не дѣлать, а изъ имѣющихъ поступить въ Институтъ молодыхъ людей образовать 2-й классъ воспитанниковъ или 4-ю бригаду. Предположенія эти были Государемъ одобрены.

Въ программѣ публичнаго испытанія 1817 года впервые появляется названіе *курса построеній*, но очень скромно, въ видѣ приложенія начертательной геометріи къ изображенію на бумагѣ сооружений; въ томъ же году профессоръ Резимонъ прочелъ офицерамъ краткій курсъ минералогіи.

Въ маѣ выпущено изъ Института на службу 12 инженеровъ съ чиномъ поручика, а 9 изъ старшаго класса оставлено въ Институтѣ для продолженія курса наукъ. Въ Институтѣ принято въ сентябрѣ 1817 года 6 воспитанниковъ, которые присоединены къ старымъ, не переведеннымъ во 2-ю бригаду, и еще 27, которые составили 4-ю бригаду или нижній классъ. Мундиръ ихъ отличался тѣмъ, что не было шитья на обшлагахъ. Изъ послѣдняго выпуска при Институтѣ остался репетиторомъ поручикъ Александръ Петровичъ Девятинъ.

Программа курса построеній 1818 года гораздо обширнѣе предшествовавшаго года, въ ней говорится не только о формѣ сооружений, но и объ камнѣ, какъ матеріалѣ для дорогъ, объ кладкахъ, объ размѣрахъ поддерживающихъ стѣнъ и мостовыхъ устояхъ, объ устройствѣ основаній и перемычкахъ, устройствѣ каналовъ и даже водопроводовъ.

Въ 1818 году выпущено на службу 8 поручиковъ, которые оставались лишній годъ въ Институтѣ, и въ числѣ ихъ Головинскій, занявшій должность репетитора. Поступило вновь 22 воспитанника въ оба низшіе класса.

Потѣ, назначенный начальникомъ округа въ Одессу, оставилъ Институтъ и мѣсто его заступили: Севастьяновъ по преподаванію начертательной геометріи, и поступившій вновь Дестремъ, который занялъ мѣсто профессора курса построеній и механики.

Науки преподавались въ Институтѣ на французскомъ языкѣ, Я. А. Севастьяновъ первый началъ употреблять на лекціяхъ русскій языкъ.

Въ этомъ же году умеръ Деволантъ, управлявшій 6 лѣтъ путями сообщенія, искусный инженеръ и хорошій администраторъ, онъ отличался неутомимой дѣятельностью; значенія для Института онъ не имѣлъ, но всегда дружелюбно къ нему относился и присутствовалъ иногда на экзаменахъ. Главнымъ директоромъ путей сообщенія назначенъ былъ генералъ Бетанкуръ.

Въ 1819 году въ поручики произведено 16 человекъ и при Институтѣ оставленъ Денисовъ, которому поручены уроки рисованія, архитектуры и объясненіе правилъ съемки; какъ художникъ, онъ участвовалъ въ составленіи плана С.-Петербурга, для котораго всѣ вычисленія сдѣлалъ Девятинъ. Изъ Института выбыли въ это время репетиторы: Готманъ 2-й, Лебедевъ и Васильевъ. Выбылъ также профессоръ Коле.

Экономъ института подполковникъ Манычаровъ поступилъ въ адъютанты къ главному директору, на его мѣсто назначенъ капитанъ Трипольскій, а въ смотрители воспитанниковъ поступилъ инженеръ поручикъ Феттингъ.

Осенью 1819 года поступило въ Институтъ 18 воспитанниковъ, а въ маѣ 1820 года окончили курсъ наукъ 13 инженеровъ. Репетиторомъ оставленъ Загоскинъ.

Въ строительный отрядъ путей сообщенія, образованный въ 1819 году генераломъ Бетанкуромъ, поступилъ Ярославскаго пѣхотнаго полка майоръ Вранкенъ, назначенный въ Институтъ профессоромъ статистики; а профессоръ института полковникъ Дестремъ назначенъ начальникомъ II-го Округа.

Прибывшіе въ 1810 году французскіе инженеры занимали теперь такіа мѣста, которые не позволяли имъ преподавать что нибудь въ Институтѣ, кромѣ Базена, который, какъ начальникъ 1-го округа путей сообщенія, жилъ въ Петербургѣ. Молодые инженеры, воспитанники Института оставались въ немъ не долго репетиторами и назначались на работы, которыхъ тогда много производилось; вѣренъ Институту былъ только Севастьяновъ, который всецѣло посвятилъ себя наукѣ. Правительство рѣшилось на новый вызовъ инженеровъ изъ Франціи и въ 1820 году прибыли Рокуръ, Ламе и Клаперонъ. Первый поступилъ въ Институтъ профессоромъ строительнаго искусства, второй физики, третій химіи и механики.

Образованіе, которое давалось въ Институтѣ, не будучи обширнымъ, отличалось однако основательностью, окончившіе въ немъ курсъ наукъ выказывали трудолюбіе, усердіе и

добросовѣстное отношеніе къ поручаемымъ дѣламъ, что особенно замѣтно было на тѣхъ его воспитанникахъ, которые перешли въ другія службы. Приписывая эти свойства принятымъ въ Институтъ порядкамъ, Правительство по его образцу учредило два новыя учебныя заведенія: въ 1819 году главное инженерное и въ 1821 артиллерійское училище съ нѣсколькими юнкерскими и двумя офицерскими классами.

Въ Институтѣ не было уже въ это время богатыхъ молодыхъ людей, которые могли бы сами себя содержать, и по представленію Бетанкура, указомъ 29 апрѣля 1820 г., обучающимся въ немъ офицерамъ назначено жалованье: прапорщикамъ по 300 р., а подпоручикамъ по 450 р. въ годъ. И прежде дѣлались нѣкоторымъ воспитанникамъ вспомошествованія отъ щедротъ Императора; поддержкою нѣкоторымъ изъ нихъ были тѣ 8000 руб., которые отпускались на практическія занятія и раздавались воспитанникамъ по мѣрѣ ихъ трудовъ.

1-го марта 1820 года основано военно-строительное училище, заведеніе закрытое, подобно артиллерійскому и инженерному училищамъ, безъ офицерскихъ классовъ. Оканчивавшіе въ немъ курсъ наукъ производились въ прапорщики строительнаго отряда, а наиболѣе способные прикомандировывались къ Институту для слушанія въ немъ курса наукъ, начиная съ 3-й бригады.

Въ 1820 году пріемный экзаменъ въ Институтѣ былъ въ маѣ, а не осенью, и въ него поступило 13 человекъ.

Программы новаго учебнаго года содержатъ нѣкоторыя нововведенія: въ статикѣ есть вопросы о давленіи земли на вертикальныя стѣны, о сопротивленіи брусьевъ раскалыванію т. е. сгибу; въ механикѣ есть статья о вычисленіи дѣйствія машинъ, о паровыхъ и вододѣйствующихъ механизмахъ и о вѣтряныхъ мельницахъ.

Въ программу строительнаго искусства введена статья о равновѣсіи сводовъ.

Статистика преподавалась въ двухъ офицерскихъ классахъ:

въ нижнемъ излагались общія понятія и статистика или вѣрнѣе географія Россіи, въ верхнемъ было описаніе водъ или гидрографія Россіи.

Въ этомъ году окончено воспитанниками Института составленіе плана С.-Петербурга, начатое въ 1812 году, и планомъ этимъ пользовались въ с.-петербургскомъ строительномъ комитетѣ.

Въ 1821 году выпущено на службу 15 инженеровъ. Оставлены при Институтѣ Волковъ, какъ репетиторъ строительнаго искусства, и Улыбышевъ для занятій по высшей математикѣ. Въ Институтѣ было теперь шесть профессоровъ: Резимонъ, Чижевъ, Рокуръ, Ламе, Клаперонъ и Вранкенъ, два преподавателя: Севастьяновъ и Денисовъ, и четыре репетитора: Деятинъ, Загоскинъ, Волковъ и Улыбышевъ. Въ 1821 году принято въ Институтъ 13 воспитанниковъ и 7 прапорщиковъ строительнаго отряда, а въ 1822 году произведено въ поручики 10 инженеровъ, тогда же принято вновь 15 воспитанниковъ.

По разстроенному здоровью генераль-лейтенантъ Бетанкуръ принужденъ былъ оставить должность главнаго директора путей сообщенія, но не покинулъ Института, а сохранилъ главное надъ нимъ начальство; Высочайшимъ Указомъ отъ 2 августа 1822 года Его Королевское Высочество Герцогъ Александръ Виртембергскій назначенъ главноуправляющимъ путями сообщенія.

4-го марта 1823 года исправленіе должности директора Института возложено на начальника 1-го округа генераль-майора Петра Петровича Базена. Въ этомъ же году отозванъ изъ Института капитанъ Деятинъ въ главное управленіе, а капитанъ Денисовъ долженъ былъ по слабости зрѣнія отказаться отъ занятій въ Институтѣ и его замѣнилъ поручикъ Зуевъ.

Въ 1823 году принято было вновь 18 воспитанниковъ.

Въ 1823/4 году курсъ построеній, преподаваемый Рокуромъ, содержалъ отдѣлы: 1) матеріалы, 2) каменные работы, 3) ни-

велированіе, 4) дороги, 5) мосты, 6) судоходство. Отдѣлъ о матеріалахъ содержалъ свойства земель и камней и въ сравнительно большомъ объемѣ ученіе о известковыхъ растворахъ; въ отдѣлѣ о нивелированіи помѣщено исчисленіе объемовъ земли и опредѣленіе расхода воды въ рѣкахъ. Программа минералогіи увеличена приложеніемъ ея къ строительному искусству, содержащимъ описаніе различныхъ породъ камней, а также геогностическимъ обзоромъ окрестностей С.-Петербурга.

По экзамену выпущено на службу 7 поручиковъ и 9 подпоручиковъ; при Институтѣ остались репетиторами: поручикъ Терминъ, подпоручики Скальскій и Христьяновичъ. На мѣсто инженера капитана Фетинга, смотрителемъ надъ классами опредѣленъ поручикъ Лешновскій, который уже 2 года заведывалъ библіотекою Института.

Вступивъ въ управленіе путями сообщенія, герцогъ Виртембергскій занялъ купленный у князя Юсупова домъ на Фонтанкѣ, а Институтъ перевелъ въ устроенный для главнаго управленія новый домъ на Обуховскомъ проспектѣ. Въ большомъ залѣ этого дома происходилъ публичный экзаменъ 1823 года съ особенною торжественностію; къ нему приглашены были находившіеся въ столицѣ высокопоставленные лица, которымъ предложенъ былъ послѣ экзамена обѣдъ.

1823 годомъ кончается первый періодъ существованія Института, какъ открытаго заведенія. Устроенный и управляемый знаменитымъ инженеромъ, состоя подъ непосредственнымъ попечительствомъ Монарха, онъ достигъ за это время полнаго своего развитія; въ немъ установился порядокъ научнаго образованія, который держался до 1849 года съ незначительными измѣненіями, изъ которыхъ главное было прибавленіе къ существовавшимъ четыремъ классамъ еще двухъ низшихъ, послѣ соединенія Института съ военно-строительнымъ училищемъ.

До 1819 года въ Институтъ поступило 272 воспитанника, изъ нихъ полный курсъ наукъ окончили въ немъ 145 инже-

неровъ; многіе изъ нихъ составили себѣ извѣстность, какъ строители, администраторы или какъ ученые.

Въ маѣ 1823 года принято 13 воспитанниковъ и потомъ еще въ теченіи года 18 человѣкъ. Вновь поступающимъ было объявлено, что вслучаѣ введенія въ Институтѣ новаго положенія они должны будутъ платить по 1200 руб. въ годъ за содержаніе и обученіе.

Число молодыхъ людей, явившихся для поступленія въ Институтъ, постепенно уменьшалось, потому что людямъ не достаточнаго состоянія трудно было себя содержать въ столицѣ и правительство рѣшилось дать воспитанникамъ Института казенное содержаніе и помѣщеніе, по примѣру многихъ другихъ учебныхъ заведеній. вмѣстѣ съ тѣмъ предполагено ввести военное устройство съ обширнымъ курсомъ военныхъ наукъ; причиною этого выставлено то, что инженеры путей сообщенія могутъ быть употребляемы въ военное время при войскахъ и что въ вѣдомствѣ путей сообщенія есть рабочія команды, имѣющія военную организацію. На этомъ основаніи составлено новое положеніе Института, Высочайше утвержденное 19 декабря 1823 года.

Для поступленія въ Институтъ требовалось теперь знаніе Закона Божія, Русскаго и Французскаго языковъ, Ариѳметики, Исторіи и Географіи; оказавшія большіе познанія могли поступать въ высшій воспитанничій классъ и даже въ офицеры; воспитанниковъ положено имѣть 40 на казенномъ и 32 на собственномъ содержаніи, имъ данъ чинъ портупей-прапорчиковъ.

Новое положеніе введено 1 января 1824 года. Директоромъ назначенъ генералъ-маіоръ Базенъ, помощникомъ его полковникъ Резимонъ. Профессоры института были старые: надворный совѣтникъ Чижовъ, подполковники Рокуръ и Севастьяновъ, маіоры Ламе, Клапейронъ и Вранкенъ и поручикъ Зуевъ, новыя: профессоръ военныхъ наукъ полковникъ Шефлеръ, директоръ военно-строительнаго училища, и архи-

текторъ Жакотъ. Преподаваніе военныхъ законовъ возложено на оберъ-аудитора Богомолова, въ законоучители приглашенъ священникъ военно-строительнаго училища протоіерей Іоаннъ Гавриловъ.

Командиромъ воспитаннической роты назначенъ строительнаго отряда майоръ Чоглоковъ, а къ занятію временно должностей ротныхъ офицеровъ приглашены: смотритель надъ классами инженеръ-поручикъ Лешновскій, строительнаго отряда капитаны Ивановъ, Дьяконовъ, Ливотовъ и подпоручикъ Либертъ, но они не долго оставались на этихъ мѣстахъ и обращены къ прежнимъ занятіямъ: Лешновскій къ должности библіотекаря, остальные поступили на работы, а капитанъ Дьяконовъ экономомъ въ военностроительное училище; ихъ замѣнили переведенные изъ арміи или служившіе въ ней прежде офицеры: штабсъ-капитаны Хмыровъ и де Вильмюръ, поручикъ Щепотьевъ, прапорщики Лупандинъ и Прагъ. Въ письмоводители опредѣленъ титулярный совѣтникъ Флеровъ.

Въ Институтѣ учрежденъ лазаретъ на 12 кроватей подъ вѣдѣніемъ доктора Гергарда и при немъ 2 фельдшера. Для прислуги назначено 40 нижнихъ чиновъ, которые поступили въ вѣдѣніе смотрителя за экономіей и строеніемъ майора Трипольскаго, а бывший смотритель надъ классами и завѣдывавшій письмоводствомъ майоръ Свѣнтицкій поступилъ въ восточное отдѣленіе сухопутныхъ сообщений Сибири.

Устройство мастерскихъ въ новомъ домѣ возложено было въ 1823 году на капитана Денисова съ помощью поручика Термина; по выходѣ его въ отставку къ управленію мастерскими приглашенъ полковникъ Карелинъ, переведенный изъ артиллеріи въ корпусъ инженеровъ, а бывший ихъ смотритель, строительнаго отряда поручикъ Каньоллини, уволенъ отъ службы.

Въ концѣ учебнаго 18²³/₂₄ года профессоръ Рокуръ назначенъ на работы черноморскихъ портовъ, а служившій тамъ и прибывшій въ одно съ нимъ время изъ Франціи капитанъ Фердинандъ Газанъ занялъ его мѣсто въ Институтѣ.

Въ началѣ 1824 года удрученный болѣзнями учредитель Института Августинъ Августиновичъ Бетанкуръ уволенъ былъ отъ управленія имъ, но не долго суждено было ему наслаждаться покоемъ послѣ многотрудной и полезной жизни, онъ скончался 13-го Іюля 1824 года. Въ немъ вѣдомство путей сообщенія лишилось ревностнаго дѣятеля, отличавшагося глубокими и обширными познаніями. Потеря эта была вдвойнѣ чувствительна для воспитанныхъ имъ молодыхъ русскихъ инженеровъ, которыхъ достоинства и способности онъ хорошо зналъ и умѣлъ цѣнить. Кромѣ памяти въ ихъ сердцахъ онъ оставилъ имъ и другое наслѣдіе: въ музеумѣ Института хранятся 13 задачъ начертательной геометріи, исполненныхъ собственными его руками въ назиданіе своимъ ученикамъ, и нѣсколько моделей, въ которыя онъ облакалъ свои мысли, прежде чѣмъ исполнять ихъ въ постройкахъ.

Въ программу учебнаго 18²³/₂₄ года введены въ 4 классѣ географія російской имперіи, въ 3-мъ гидрографія, тактика, исторія архитектуры и греческіе ордера, во 2-мъ классѣ статистика, полевая фортификація, артиллерія и вторая часть архитектуры: карнизы, фронтоны, окна, двери и т. д.; въ 1-мъ классѣ поставлено отдѣльнымъ предметомъ ученіе о движителяхъ и пріемникахъ дѣйствія силъ, подъ именемъ прикладной механики, и введена астрономія.

По экзамену, бывшему въ маѣ 1824 года, выпущено на службу 7 поручиковъ, а въ Институтъ поступило 26 воспитанниковъ на казенное, 37 на свое содержаніе и прикомандировано 18 прапорщиковъ строительнаго отряда.

Репетиторами въ Институтъ поступили поручики Стремоуховъ и Языковъ 2-й, а поручикъ Терминъ вышелъ въ отставку. Въ 1825 году въ Институтѣ окончили полный курсъ наукъ 15 инженеровъ, трое изъ нихъ Доброправовъ, Адриановъ и Сумцовъ оставлены, какъ репетиторы.

Въ теченіи 1825 года принято на казенное содержаніе 13, на собственное 37 воспитанниковъ. Съ разрѣшеніемъ принимать

въ Институтъ вольноопредѣляющихся въ него начали поступать на собственное содержаніе дѣти купцовъ преимущественно иностраннаго происхожденія, но преподаваемые здѣсь науки были имъ не подъ силу и они, побывъ немного, удалялись, такъ что въ Институтѣ всегда бывали своекоштные вакансіи и пріемъ производился круглый годъ.

Дальнѣйшія судьбы Института принадлежать другому періоду его существованія и другому царствованію.

19-го ноября 1825 года скончался создатель Института Императоръ Александръ I-й. Во все время царствованія не только самый Институтъ, но и служившія при немъ лица пользовались Его благосклонностью, милостиво принималъ Онъ ходатайства объ этихъ лицахъ и бывалъ воспріемникомъ ихъ дѣтей. Последнимъ знакомъ вниманія Императора было Его посѣщеніе 31 мая 1824 года; осмотрѣвъ Институтъ, Онъ удостоилъ Его Королевское Высочество Главноуправляющаго Всемилоствѣйшимъ рескриптомъ, въ которомъ выразилъ совершенное свое удовольствіе за найденныя въ Институтѣ отличную чистоту, устройство и порядокъ.

Въ ознаменованіе этого событія составленъ былъ проектъ памятника, мраморной доски съ приличною надписью, по рисунку профессора Зуева. Мысль эта не перешла въ дѣло, но и безъ всякаго памятника мы знаемъ, что Институтъ инженеровъ путей сообщенія сотворенъ мудростью, обогащенъ щедротами и усовершенъ отеческою попечительностью Императора Александра Благословеннаго.

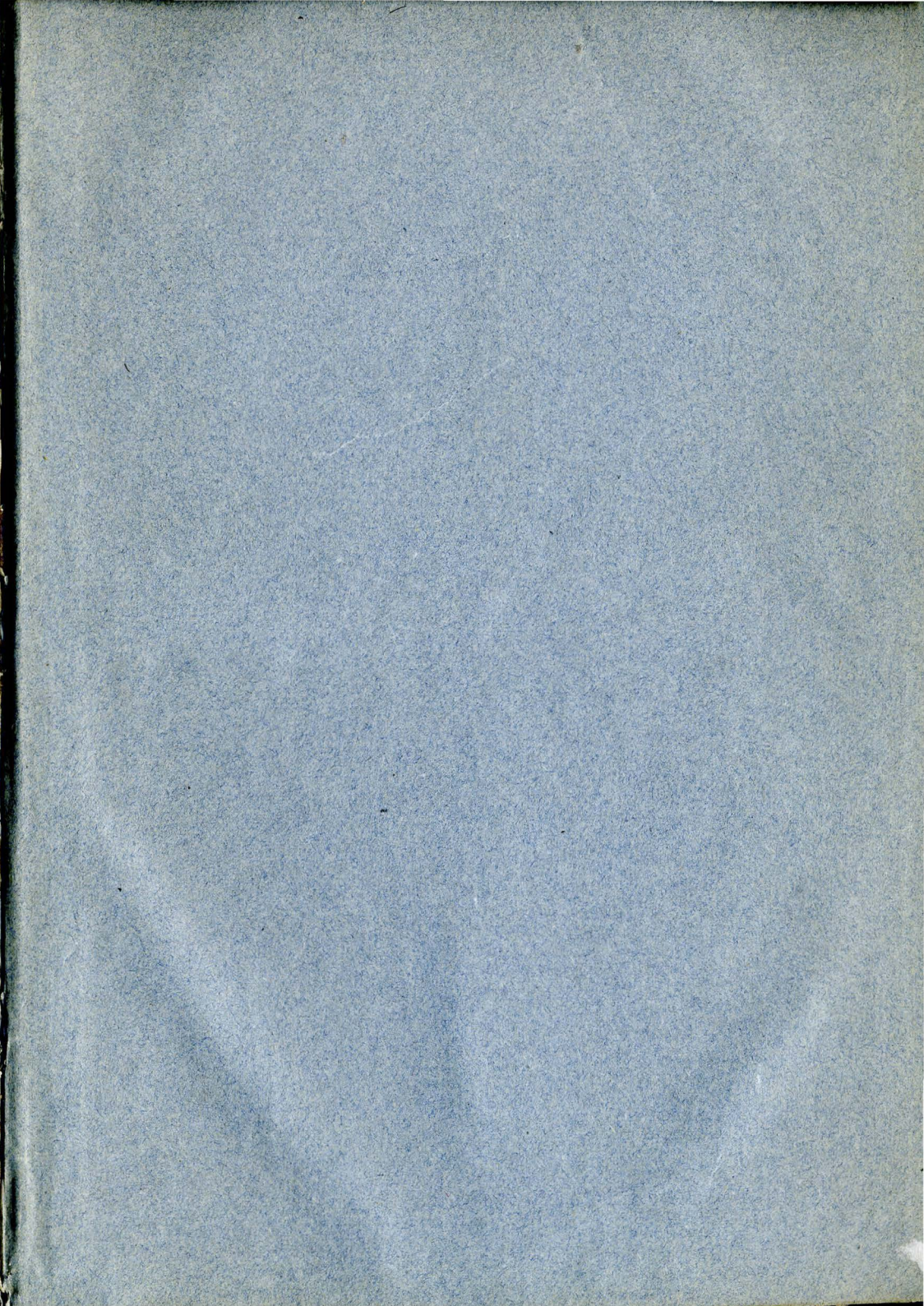
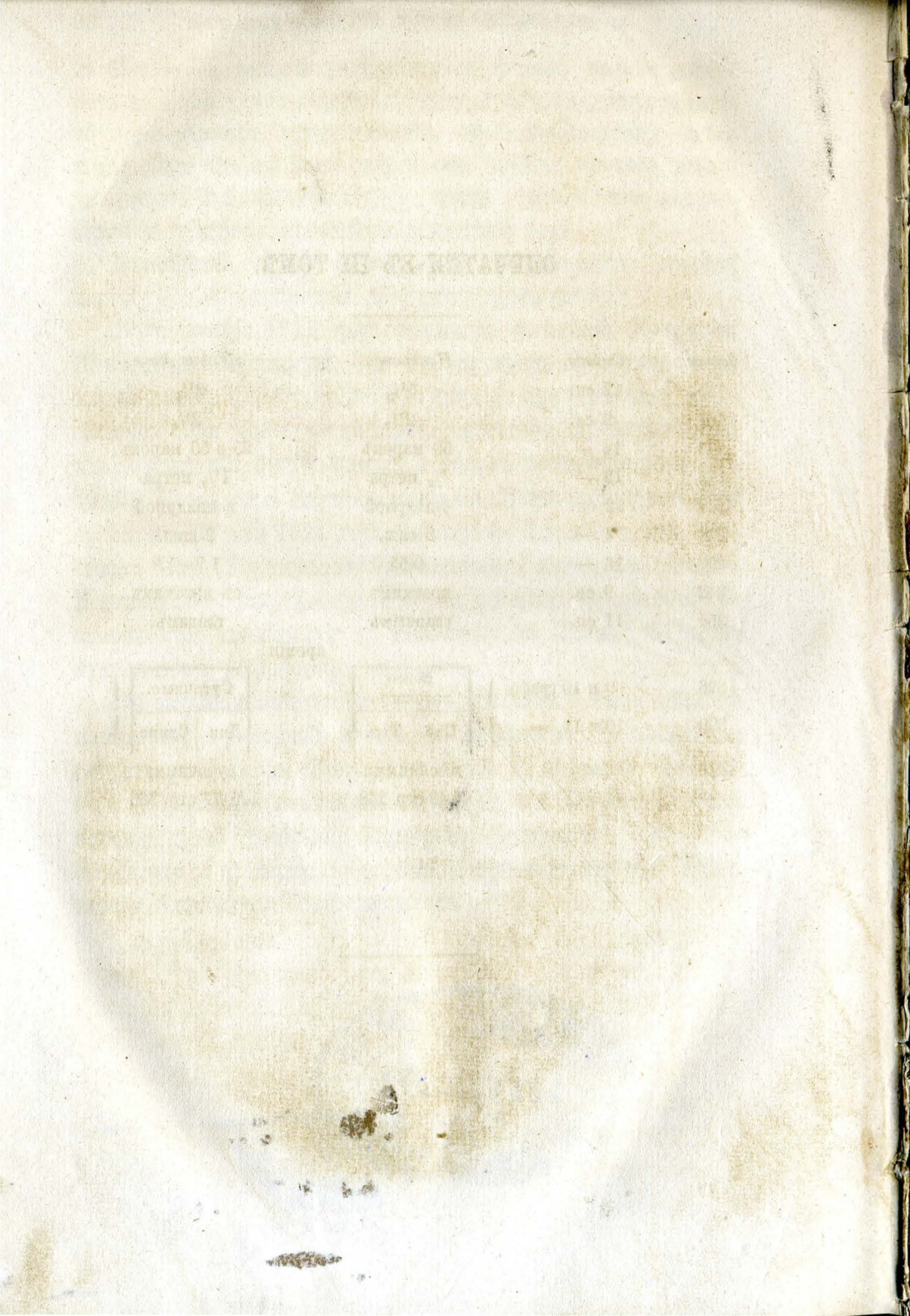
12 Декабря 1877.

ОПЕЧАТКИ ВЪ III ТОМѢ.

Стран.	Строка.	Напечатано.	Должно быть.								
160	12 сн.	5 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{4}$								
161	2 св.	2 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{4}$								
171	14 —	50 марокъ	25 и 50 марокъ								
173	15 —	$\frac{1}{2}$ метра	1 $\frac{1}{2}$ метра								
268	12 сн.	малярной	и малярной								
294	4 —	3 саж.	2 саж.								
297	16 —	0.55	1.2—1.5								
342	9 св.	краткимъ	съ краткимъ								
351	11 сн.	главнымъ	главамъ,								
премін											
396	9 и 10 графа	<table border="1"><tr><td colspan="2">Всего вагоновъ.</td></tr><tr><td>Пас.</td><td>Тов.</td></tr></table>	Всего вагоновъ.		Пас.	Тов.	<table border="1"><tr><td colspan="2">Суточные.</td></tr><tr><td>Дни.</td><td>Сумма.</td></tr></table>	Суточные.		Дни.	Сумма.
Всего вагоновъ.											
Пас.	Тов.										
Суточные.											
Дни.	Сумма.										
399	10 и 11 —										
415	3 св.	мѣсячными	суточными								
—	4 —	№ 49 стр. 248	№ 77 стр. 365								

Сканировал Словиковский А. К.





68.7-50