

100008. *Удѣльн. вѣдом.*
154/5
по Канцеляр.
НМ Пр
КН-20
836414

ИНЖЕНЕРЪ

ЖУРНАЛЬ

МИНИСТЕРСТВА ПУТЕЙ СООБЩЕНІЯ.

1884

Томъ I.

КНИЖКА ТРЕТЬЯ.

МАРТЪ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

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

1884.

ИНЖЕНЕРЪ

ЖУРНАЛЪ

МИНИСТЕРСТВА ПУТЕЙ СООБЩЕНІЯ.

1884

Томъ I.

КНИЖКА ТРЕТЬЯ,

МАРТЪ.



САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

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

1884.

НАУКОВО-ТЕХНІЧНА БІБЛІОТЕКА
Дніпропетровського національного
університету залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна

**Печатано по распоряженію Института Инженеровъ путей сообщенія
ИМПЕРАТОРА АЛЕКСАНДРА І.**

ТЕХНИЧЕСКІЯ УСЛОВІЯ

союза управленій германскихъ желѣзныхъ дорогъ, для постройки
и эксплуатаціи главной сѣти желѣзныхъ дорогъ.

Переводъ съ изданія распорядительной комиссіи, составленнаго согласно
рѣшеній сѣзда въ Грацѣ, 19-го и 20-го мая 1882 года.

(Окончаніе *).

Эксплоатація.

а) служба пути:

Надворъ за путемъ.

§ 173. Въ станціи воспрещается складывать на полотнѣ всякіе переносные предметы на ширинѣ 1 м, 700 отъ оси пути. Предметы, высота которыхъ больше 300 мм., должны быть удалены не менѣе 2-хъ метровъ отъ оси пути.

Осмотръ пути.

§ 174. Днемъ путь долженъ быть осмотрѣнъ по крайней мѣрѣ 3 раза, а ночью, если возможно, передъ каждымъ поѣздомъ. При такомъ осмотрѣ слѣдуетъ обращать особое вниманіе на состояніе стрѣлокъ. Для дорогъ, гдѣ число поѣздовъ и скорость ихъ незначительны, путь можетъ быть осмотрѣнъ рѣже.

Контроль сторожей.

§ 175. Для контроля обходовъ путевыхъ и почныхъ сторожей должны существовать надлежащія приспособленія на пути и на станціяхъ.

*) См. „Инженеръ“, ж. м. п. с., т. I, кн. 2, 1884.

«ИНЖЕНЕРЪ», ж. м. п. с. 1884, т. I, кн. 3.

Надзоръ за переѣздами.

§ 176. Переѣзды закрываются не позже 3 минутъ до прихода поѣзда, исключенія допускаются лишь для переѣздовъ близъ станцій. Прогонъ стада чрезъ переѣзды прекращается за 10 минутъ до прохода поѣзда.

Освѣщеніе переѣздовъ.

§ 177. Переѣзды на шоссе и людныхъ проселочныхъ дорогахъ должны быть освѣщены, при закрытыхъ барьерахъ; освѣщеніе ручнымъ фонаремъ считается достаточнымъ.

Извѣщеніе объ отходѣ поѣзда.

§ 178. Сторожа должны быть извѣщены о проходѣ поѣзда ни въ какомъ случаѣ не позже отхода его съ предъидущей станціи. Каждый сторожъ снабжается вѣрными часами.

§ 179. Путевые сторожа наблюдаютъ за проходящими поѣздами и, замѣтивши неисправность, даютъ надлежащій сигналъ.

Положеніе стрѣлокъ.

§ 180. Положеніе стрѣлокъ на главныхъ путяхъ должно быть установлено однообразно.

Надзоръ за стрѣлками.

§ 181. Стрѣлки, противъ острія которыхъ проходитъ поѣздъ, должны быть тщательно осмотрѣны или же заперты на-глухо.

Употребленіе центральныхъ аппаратовъ для управленія стрѣлками и соединенія стрѣлокъ съ оптическими станціонными сигналами дало хорошіе результаты.

Осмотръ станціонныхъ путей.

§ 182. Передъ проходомъ поѣзда слѣдуетъ осмотрѣть свободны-ли пути и вѣрно-ли поставлены стрѣлки.

Освѣщеніе станціонныхъ зданій.

§ 183. Платформы и подъѣзды должны быть освѣщены раньше прибытія пассажирскихъ поѣздовъ и уже послѣ отхода огонь можетъ быть погашенъ.

б) служба движенія:

Длина поѣздовъ.

§ 184. Длина поѣздовъ зависитъ отъ уклоновъ пути, устройства станцій и состоянія подвижнаго состава.

Число осей въ поѣздѣ вообще должно быть не болѣе 150 м. Во всякомъ случаѣ не болѣе 200.

Число тормазныхъ вагоновъ.

§ 185. За исключеніемъ тормазовъ тендера и паровоза, число вагонныхъ тормазовъ опредѣляется въ зависимости отъ уклоновъ пути такъ: уклонъ до

включительно, изъ пас. поѣзд. и при товар. п.

$\frac{1}{500}$	$\frac{1}{8}$ часть осей	$\frac{1}{12}$
$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{10}$
$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{8}$
$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{7}$
$\frac{1}{60}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$
$\frac{1}{40}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$

Число тормазовъ можетъ быть опредѣлено не въ зависимости отъ числа осей, но отъ нагрузки, принимая въ основаніе настоящее постановленіе.

Смѣшанные поѣзда, идущіе со скоростью пассажирскихъ, подчиняются правиламъ, установленнымъ для послѣднихъ. Если наибольшій уклонъ короче 1.000 метровъ, то число тормазовъ опредѣляется въ зависимости отъ ближайшаго меньшаго уклона.

Не нагруженная ось считается за половину груженой оси.

Число тормазовъ въ товарныхъ поѣздахъ можетъ быть уменьшено:

для уклона до $\frac{1}{60}$ включит. число тормож. осей до $\frac{1}{6}$,

» » $\frac{1}{40}$ » » » » $\frac{1}{5}$,

въ слѣдующихъ случаяхъ:

- 1) Если скорость хода въ часъ не болѣе 18 километр.
- 2) » въ поѣздѣ не болѣе 80 осей.
- 3) » въ поѣздѣ есть приборы для указанія существующей скорости движенія.

Для пассажирскихъ поѣздовъ, слѣдующихъ со скоростью 75 километровъ въ часъ или болѣе, число тормазовъ должно быть увеличено однимъ противъ положенія.

Для уклоновъ болѣе $\frac{1}{40}$ въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ издаются особые правила.

Распределеніе тормазовъ въ поѣздѣ.

§ 186. За послѣднимъ тормазомъ можно поставить столько вагоновъ, сколько приходится на одинъ тормазъ. На уклонахъ болѣе $\frac{1}{200}$ и длиною болѣе 1.000 м. послѣдній вагонъ долженъ быть тормазный и на немъ долженъ находиться тормазный кондукторъ.

Снѣжные плуги.

§ 187. Снѣжные плуги или вагоны-ледорѣзы не могутъ быть поставлены передъ поѣздной паровозъ, если скорость поѣзда болѣе 30 километровъ въ часъ, а отправляются въ такомъ случаѣ съ отдѣльнымъ паровозомъ впереди поѣзда. Снѣжные плуги могутъ быть прикрѣплены къ паровозу.

Вспомогательные инструменты.

§ 188. Въ каждомъ поѣздѣ должны находиться инструменты для починки могущихъ произойти во время движенія поврежденій, не допускающихъ дальнѣйшее его слѣдованіе.

Распределеніе вагоновъ въ пассажирскомъ поѣздѣ.

§ 189. Въ пассажирскихъ поѣздахъ, скорость коихъ болѣе 42 километровъ въ часъ, между паровозомъ и первымъ пассажирскимъ вагономъ ставится, по крайней мѣрѣ, одинъ вагонъ, не занятый пассажирами. Для поѣздовъ меньшей скорости это не требуется. Въ смѣшанныхъ поѣздахъ не дозволяется ставить непосредственно у пассажирскихъ вагоновъ: вагоновъ съ ненормальными сцѣпками вагоновъ, предназначенныхъ для перевозки длиннаго лѣса, и вагоновъ съ соединительными неупругими стержнями.

Сцѣпка пассажирскихъ вагоновъ.

§ 190. Въ пассажирскихъ поѣздахъ винтовые приборы должны быть настолько натянуты, чтобы буфферныя тарелки касались между собою.

Освѣщеніе пассажирскихъ вагоновъ.

§ 191. Пассажирскіе вагоны освѣщаются въ ночное время и предъ проходомъ чрезъ тоннели, если проѣздъ этотъ продолжается болѣе 3 минутъ.

Покрышки товарныхъ вагоновъ.

§ 192. Вагоны, въ которыхъ перевозятся легко воспламеняемые предметы, должны быть надлежащимъ образомъ закрыты.

Перевозка длинныхъ предметовъ.

§ 193. Нагрузка длинныхъ предметовъ на 2 вагона допускается лишь тогда, когда каждый вагонъ имѣетъ вращающуюся платформу, настолько прочно соединенную съ рамою, чтобы она не сдвигалась.

Осмотръ вагоновъ.

§ 194. Поѣзда передъ отходомъ тщательно осматриваются, причемъ особенное вниманіе обращается: на исправность вагоновъ вообще, нагрузку ихъ и состояніе товара, затворъ и сцѣпленія вагоновъ, на правильное состояніе поѣзда, исправность и распредѣленіе тормазовъ, число поѣздной прислуги, присутствіе и исправность сигнальныхъ и прочихъ поѣздныхъ принадлежностей.

Отправленіе поѣздовъ.

§ 195. Объ отправленіи каждаго поѣзда должно быть сообщено станціи слѣдованія по телеграфу. Пассажирскій поѣздъ не можетъ быть отправленъ раньше времени, назначеннаго по расписанію. Передъ отходомъ поѣзда закрываются двери и дается установленный сигналъ.

При отправленіи поѣздовъ, идущихъ по одному направленію, послѣдующій можетъ быть отправленъ не раньше, чѣмъ предъидущій прошелъ уже опредѣленный участокъ пути, для чего необходимо имѣть надлежащія приспособленія.

Если отправленіе поѣздовъ, слѣдующихъ по одному направленію, обусловлено извѣстнымъ промежуткомъ времени, то поѣзда могутъ быть отправлены одинъ за другимъ, но съ такимъ расчетомъ, чтобы при правильномъ ходѣ послѣдующій прибылъ на станцію слѣдованія не раньше 5 минутъ предшествующаго.

Промежутокъ времени между проходомъ 2 поѣздовъ чрезъ сторожевой постъ долженъ быть не менѣе 5 минутъ. Въ противномъ случаѣ второй задерживается путевымъ сторожемъ въ теченіи 5 минутъ послѣ прохода перваго поѣзда.

Экстренный поѣздъ заявляется предъидущимъ поѣздомъ.

Отдѣльные паровозы разсматриваются какъ поѣзда.

Скорость хода поѣздовъ.

§ 196. Наибольшая скорость хода опредѣляется для всѣхъ поѣздовъ. Скорость уменьшается при переходѣ съ главнаго пути на вѣтвь или обратно, на поворотныхъ мостахъ, на стрѣлкахъ противъ острія и при переходѣ съ одного пути на другой.

Проходъ поѣздовъ чрезъ станціи.

§ 197. На дорогахъ въ одинъ путь поѣздовъ не слѣдуетъ отклонять отъ главнаго пути, если они на станціи не останавливаются.

Движеніе поѣздовъ съ паровозомъ въ концѣ.

§ 198. Если впереди поѣзда нѣтъ паровоза, то разрѣшается ставить паровозъ въ концѣ поѣзда въ слѣдующихъ случаяхъ: на станціонныхъ путяхъ, при рабочихъ поѣздахъ, при отправленіи грузовъ на промышленные склады вблизи станцій и при несчастныхъ случаяхъ, причемъ скорость хода не должна быть болѣе 24 километровъ въ часъ.

Вспомогательный паровозъ сзади поѣзда, не сдѣпленный съ поѣздомъ, можетъ быть поставленъ къ поѣзду въ слѣдующихъ случаяхъ: а) при крутыхъ подъемахъ и б) для приведенія въ движеніе поѣздовъ при отходѣ со станціи.

Движеніе паровоза тендеромъ впередъ.

§ 199. Движеніе паровоза тендеромъ впередъ допускается: на станціонныхъ путяхъ, въ рабочихъ поѣздахъ, при отправленіи грузовъ на промышленные или торговые склады вблизи станцій, когда паровозъ идетъ безъ вагоновъ, и въ поѣздахъ, наибольшая скорость которыхъ не болѣе 30 километровъ въ часъ.

Отправленіе экстренныхъ поѣздовъ.

§ 200. Скорость экстренныхъ поѣздовъ на дорогахъ съ облегченными условіями осмотра пути должна быть уменьшена, если поѣзды не заявлены станціи слѣдованія и путевымъ сторожамъ.

Отправленіе рабочихъ поѣздовъ и паровозовъ.

§ 201. Рабочіе поѣзды и отдѣльные паровозы, исключая паровозовъ, идущихъ на помощь, отправляются въ опредѣленное время по особому распоряженію управленія дороги.

О движеніи таковыхъ поѣздовъ извѣщаются смежныя поѣзду станціи, а если поѣзды эти отправляются до слѣдующей станціи, то они подчиняются правиламъ экстренныхъ поѣздовъ. Для движенія дрезинъ и рабочихъ вагонетокъ слѣдуетъ руководствоваться правилами, установленными для рабочихъ поѣздовъ; они сопровождаютъ отвѣтственнымъ за правильность движенія агентомъ.

Резервные паровозы и вспомогательные вагоны.

§ 202. На разстояніяхъ не выше 100 километровъ должны находиться резервные паровозы на парахъ съ надлежащимъ инструментомъ для очистки и исправленія пути въ случаѣ схода поѣзда;

эти инструменты на большихъ дорогахъ хранятся въ особыхъ вспомогательныхъ вагонахъ.

Поѣздная прислуга.

§ 203. *Поѣздная прислуга во время движенія поѣзда подчиняется одному лицу*; прислуга распредѣляется такъ, чтобы всѣ части поѣзда были подъ надлежащимъ присмотромъ; поѣздная прислуга должна имѣть возможность передать машинисту всѣ нужные сигналы. Оберъ-кондукторъ и машинистъ снабжаются исправными часами.

Паровозы и вагоны не въ ходу.

§ 204. У паровозовъ, не находящихся въ движеніи, регуляторъ долженъ быть закрытъ, парораспредѣлительный приборъ поставленъ на мертвую точку и тендеръ заторможенъ.

Растопленные паровозы не должны быть оставлены безъ присмотра.

Вагоны, оставленные безъ особаго присмотра, слѣдуетъ установить такъ, чтобы они не могли быть сдвинуты вѣтромъ на главный путь.

Высота воды и упругость пара въ котлѣ.

§ 205. *Высота воды и упругость пара въ котлѣ паровоза должны быть видны машинисту во всякое время, безъ всякихъ съ его стороны манипуляцій.*

Свистокъ и продуваніе цилиндровъ.

§ 206. Вблизи переѣздовъ и проѣзжихъ дорогъ слѣдуетъ, по возможности рѣже, давать свистки, продувать цилиндръ и открывать краны.

Разрѣшеніе ѣхать на паровозѣ

§ 207. Никто, кромѣ паровозной прислуги, безъ надлежащаго разрѣшенія не въправѣ ѣхать на паровозѣ.

Испытаніе машинистовъ.

§ 208. Для полученія права управлять паровозомъ нужно выдержать испытаніе и сдѣлать нѣсколько пробныхъ поѣздовъ; къ этому испытанію могутъ быть допущены только лица, работавшія не менѣе одного года въ механической мастерской и затѣмъ ѣздившія не менѣе года на паровозѣ. Кочегары должны быть настолько знакомы съ устройствомъ паровоза, чтобы, въ случаѣ надобности, остановить его.

Осмотръ паровозовъ.

§ 209. Паровозы и тендеры подвергаются тщательному осмотру и испытанію котла:

- 1) *послѣ постройки, до поступленія ихъ въ движеніе;*
- 2) послѣ пробѣга 150.000 километръ;
- 3) послѣ пробѣга затѣмъ 100.000 километръ;
- 4) послѣ капитальной починки котла;
- 5) *чрезъ каждые три года послѣ осмотра.*

При осмотрѣ обращается вниманіе на состояніе всѣхъ частей паровоза и тендера.

Обо всемъ этомъ составляется протоколъ; при этомъ слѣдуетъ провѣрить нагрузку колесъ.

Капитальный ремонтъ паровоза, если при этомъ производится испытаніе котла, замѣняетъ осмотръ.

Испытаніе котловъ.

§ 210. Котлы паровозовъ, по снятіи обшивки, испытываются давленіемъ, въ полтора раза большимъ предѣльнаго, допускаемаго посредствомъ гидравлическаго пресса; давленіе при испытаніи не должно превосходить предѣльнаго болѣе чѣмъ 5 атмосферами.

Если при испытаніи котлы измѣнили бы форму, то они должны быть починены или вовсе изъяты изъ службы.

При испытаніи котла слѣдуетъ провѣрить манометры и предохранительные клапаны.

Давленіе измѣряется посредствомъ открытаго ртутнаго манометра, который находится въ главной мастерской и соединяется съ верхнею частью котла посредствомъ трубъ. Провѣрку можно дѣлать переноснымъ контрольнымъ манометромъ, провѣреннымъ помощью ртутнаго.

О произведенномъ испытаніи составляется протоколъ.

Допущенное послѣ испытанія предѣльное давленіе должно быть обозначено на мѣстѣ, видномъ машинисту.

Внутренній осмотръ котловъ.

§ 211. Котлы паровозные осматриваются съ удаленіемъ дымогарныхъ трубокъ, не позже 8 лѣтъ послѣ поступленія ихъ въ движеніе, а затѣмъ не позже каждыхъ 6 лѣтъ.

Осмотръ вагоновъ.

§ 212. Каждый вагонъ подвергается чрезъ извѣстное время тщательному осмотру, причемъ съ вагона снимаются рессоры, оси съ коле-

сами и подшинники. Осмотръ этотъ производится не позже 2 лѣтъ послѣ поступленія вагона въ службу или предъидущаго осмотра и для пассажирскихъ, багажныхъ и почтовыхъ вагоновъ послѣ пробѣга отъ 30—40.000 километровъ.

Д. Сигнальная часть.

Телеграфъ.

§ 213. Каждая дорога должна быть снабжена электрическимъ телеграфомъ для взаимныхъ между станціями сношеній. Лучшимъ считается аппаратъ Морзе съ явственно слышимымъ стукомъ во время дѣйствія.

Считается цѣлесообразнымъ имѣть на станціяхъ и сторожевыхъ постахъ электромагнитные сигналы.

Сношеніе станцій съ линіею.

§ 214. Для вызова помощи въ случаѣ несчастія, слѣдуетъ устроить телеграфное сообщеніе между станціями и линіею; желательно, чтобы возможно было передать и обыкновенную телеграфную корреспонденцію.

Оптическіе сигналы.

§ 215. При телеграфномъ сообщеніи оптическіе сигналы вообще не нужны; для закрытія станціи и блокированія постовъ постоянные оптическіе сигналы необходимы.

Сигналы.

§ 216. Сигналы раздѣляются на:

- 1) Сигналы путевые и станціонные.
- 2) Поѣздные или отдѣльныхъ паровозовъ.
- 3) Для пассажировъ.

Отдѣльные паровозы разсматриваются какъ поѣзды.

Сигналы путевые.

§ 217. На пути должны существовать слѣдующіе сигналы:

- 1) Путь свободенъ.
- 2) Ѣхать медленно.
- 3) Остановиться.

Сигналы станціонные.

§ 218. Станція даетъ слѣдующіе сигналы:

- 1) Поѣздъ остановить предъ станціею.
- 2) Въѣздъ свободенъ.

Сигналы на стрѣлкахъ и мостахъ.

§ 219. Передъ стрѣлками и поворотными мостами устанавливаются сигналы, соединенные съ ними такъ, чтобы положеніе сигнала непосредственно зависѣло отъ положенія первыхъ. Днемъ и ночью сигналы эти одинаковы какъ по цвѣту, такъ и по формѣ; для стрѣлокъ не слѣдуетъ употреблять краснаго цвѣта. Передъ стрѣлками на пути и поворотными мостами, кромѣ описаннаго сигнала, устанавливается сигналъ остановки на такомъ разстояніи, чтобы во всякомъ случаѣ могъ остановить поѣздъ передъ стрѣлкою или мостомъ.

При надлежащемъ устройствѣ этого дальняго сигнала, который непосредственно соединяется со стрѣлкою и мостомъ и открываетъ путь только тогда, когда стрѣлка или мостъ приняли вѣрное положеніе,—сигналъ ближній не составляетъ необходимости.

Сигналы гидравлическихъ крановъ.

§ 220. Концы трубъ гидравлическихъ крановъ освѣщаются отличительнымъ цвѣтомъ.

Поѣздные сигналы.

§ 221. Поѣздные сигналы слѣдующіе:

- 1) Экстренный поѣздъ слѣдуетъ сзади.
- 2) Экстренный поѣздъ слѣдуетъ по встрѣчному направленію.
- 3) Телеграфный проводъ испорченъ, сторожамъ предлагается немедленно осмотрѣть его.

Въ темное время поѣздъ долженъ имѣть не менѣе 2 фонарей впереди, а въ концѣ не менѣе одного съ краснымъ свѣтомъ, обращеннымъ назадъ, и впереди освѣщенъ такъ, чтобы это было видно поѣздной прислугѣ. Дрезины и вагоны, слѣдующіе въ темное время, должны быть освѣщены. Днемъ конецъ поѣзда слѣдуетъ обозначить замѣтнымъ для прислуги способомъ.

Сигналы поѣздной прислуги.

§ 222. Сигналы поѣздной прислуги машиниста:

1 слушай; 2 тормозить; 3 поднять тормаз.

Поѣздной прислуги машинисту:

1 слушай; 2 стой.

Форма и цвѣтъ сигналовъ.

§ 223. Въ неподвижныхъ приспособленіяхъ подача сигналовъ днемъ должна быть основана на разнообразіи очертаній, а не однихъ цвѣтовъ. Исключая стрѣлокъ, особенно пригодны семафоры.

Для оптическихъ ночныхъ сигналовъ допускается бѣлый, красный и зеленый цвѣта, причемъ

бѣлый обозначаетъ путь свободенъ,

зеленый—ѣхать медленно,

красный—остановиться.

Петарды.

§ 224. Сигналь остановки поѣзда можетъ быть данъ посредствомъ петарды.

Сигнальная веревка.

§ 225. Для сношенія поѣздной прислуги съ машинистомъ, протягивается сигнальная веревка, прикрѣпляемая къ свистку паровоза или другому сигналу. Въ пассажирскихъ поѣздахъ веревка эта протягивается вдоль всѣхъ вагоновъ, занятыхъ пассажирами, и въ товарныхъ она доходитъ по меньшей мѣрѣ до ближайшаго къ паровозу кондуктора.

Отправление экстренныхъ поѣздовъ.

§ 226. Экстренный поѣздъ, за исключеніемъ идущаго на помощь, можетъ быть отправленъ со станціи только по извѣщеніи сосѣднею, что путь свободенъ.

§ 227. Оберъ-кондукторъ поѣзда, заявляющаго о проходѣ экстреннаго, долженъ кромѣ того заявлять о немъ словесно на станціяхъ.

Положеніе о сигналахъ.

§ 228. Устройство сигналовъ опредѣляется нижеприведеннымъ положеніемъ о сигналахъ для главныхъ дорогъ.

№ по порядку.		Сигналы электрич.	Неподвижные оптические сигналы.	Ручные сигналы.	Прочіе сигналы.
А. Сигналы на пути и на станціяхъ.					
1	Поездъ отправляется съ одной станціи на другую:				
а	по одному направлению,	Извѣстное число ударовъ одинъ разъ.		"	
б	по противоположному направлению.	Извѣстное число ударовъ два раза.			
2	Требованіе паровоза на помощь.	Требовать словами.			
3	Путь свободенъ.		Съ поезда видны: днемъ ночью правая бѣлый лапа сѣ- цвѣтъ мафора у сиг- поднята нальнаго на 45°/о фонаря. кверху.	Путевый сторожъ днемъ стоитъ, а ночью показыва- етъ бѣлый цвѣтъ.	
4	Идти мед-ленно.		Плетенные Зеленый шары на цвѣтъ. концахъ участка.	Днемъ Ночью показы- зеленый ваетъ ка- цвѣтъ. кой-либо знакъ.	
5	Остановить поездъ.		Правая Красный лапа го- цвѣтъ. ризон- тальна.	Машетъ Фона- какимъ- ремъ. либо предме- томъ.	
6	Стрѣлка по-ставлена на из-вѣстный путь.		Днемъ и ночью сигналъ одного и того же цвѣта и формы. По формѣ машинисту из-вѣстно, какой путь открыть.		
7	Станція от-крыта.		Съ поезда видны: днемъ ночью правая зеленый лапа цвѣтъ. кверху на 45°/о.		

№ по порядку.		Сигналы электрич.	Неподвижные оптические сигналы.	Ручные сигналы.	Прочіе сигналы.
8	Станція закрыта.		Правая Красный лапа го- цвѣтъ. ризон- тальна.		
Б. Сигналы поѣзда.					
9	Въ началѣ поѣзда.				Ночью впереди паровоза по меньшей мѣрѣ 2 фонаря съ бѣлымъ цвѣтомъ.
10	Въ концѣ поѣзда.				Днемъ Ночью условный фонарь знакъ на съ крас- послѣд- нымъ немъ ва- свѣтомъ гонѣ. назадъ и бѣлымъ по напра- вленію поѣзда.
11	Экстренный поѣздъ слѣдуетъ.				На послѣднемъ вагонѣ флагъ зеленый или щитъ. свѣтъ, обращен- ный на- задъ.
12	Экстренный поѣздъ по встречному направлению.				Тѣ-же сигналы на паровозѣ или первомъ вагонѣ; свѣтъ обращенъ впередъ.
13	Сигналъ машиниста: слушай,				Одинъ протяж- ный свистокъ.
14	тормозить,				Три или болѣе короткихъ свистка.
15	отпустить тормоза.				Два протяжныхъ свистка.
16	Сигналъ поѣздной при- слуги машини- сту: слушай.				Помощью сиг- нальной веревки.

№ по порядку.		Сигналы электрич.	Неподвижные оп-тические сигналы.	Ручные сигналы.	Прочіе сигналы.
17	Сигналъ остано- вки ма- шинисту			Кондукторъ ма- шетъ днемъ ка- кимъ-либо пред- метомъ, ночью фонаремъ.	
В. Сигналы публикѣ станціонными колоколами.					
18	Поездъ ско- ро отходить.				Нѣсколько ко- роткихъ ударовъ и одинъ громкій ударъ.
19	Войти въ вагоны.				Тоже и два гром- кихъ удара.
20	Отходить по- ѣзда.				Три громкихъ удара.

Инж. Гибшманъ.

ТЕОРІЯ

СОПРОТИВЛЕНІЯ ПРИЗМЪ КРУЧЕНІЮ

въ связи съ развитіемъ общихъ началъ теоріи упругости.

Математическая теорія упругости твердыхъ тѣлъ, служащая основаніемъ для разрѣшенія многихъ теоретическихъ вопросовъ по сопротивленію матеріаловъ, весьма мало извѣстна большинству русскихъ инженеровъ и техникувъ.

Возникшая главнымъ образомъ трудами Навье и разработанная только въ недавнее время замѣчательными изслѣдованіями Коши, Ламе, Сенъ-Венана, Клебша, Томсона, Киргофа и другихъ ученыхъ, теорія упругости представляетъ въ настоящее время одинъ изъ самыхъ важныхъ и сложныхъ отдѣловъ математической физики.

Особенный интересъ приобрѣла эта теорія въ связи съ развитіемъ другихъ отдѣловъ молекулярной механики, главнымъ образомъ теорія свѣта, причемъ основныя уравненія теоріи упругости послужили для нѣкоторыхъ чрезвычайно интересныхъ сопоставленій и выводовъ.

Но кромѣ такого научнаго, чисто теоретическаго значенія, теорія эта представляетъ единственно вѣрное средство для изслѣдованія такихъ вопросовъ строительной механики, которые едва-ли могутъ быть разрѣшены элементарными способами. Вотъ почему аналитическіе приемы изслѣдованія свойствъ деформаций твердаго тѣла необходимо должны служить введеніемъ и основаніемъ для ученія о сопротивленіи матеріаловъ.

Неточность разрѣшенія вопроса о крученіи по теоріи Навье, указанная Сенъ-Венаномъ, можетъ служить поучительнымъ примѣромъ недостаточности элементарныхъ приемовъ изслѣдованія вопро-

совъ строительной механики. Изслѣдованіе-же Клебша такъ называемой задачи Сенъ-Венана и аналогія уравненій теоріи крученія съ вопросами гидродинамики, указанная въ физикѣ Томсона и Тэта, — представляютъ поистинѣ одну изъ самыхъ интересныхъ и блестящихъ страницъ исторіи научныхъ обобщеній въ прикладной механикѣ.

Въ русской математической литературѣ по теоріи крученія есть самостоятельное изслѣдованіе доцента московскаго университета А. Соколова. Исключительно аналитическій методъ изложенія вопроса приводитъ автора къ обобщенію нѣкоторыхъ частныхъ выводовъ Сенъ-Венана, причемъ доказываются слѣдующія основныя общія теоремы. Во 1-хъ, что опасныя точки никогда не находятся внутри призмы, но на боковой ея поверхности; во 2-хъ, что моментъ крученія или сопротивленія призмы крученію всегда меньше того, какимъ-бы она (призма) обладала, если-бы основаніе ея не претерпѣвало при крученіи искривленія. При изслѣдованіи частныхъ вопросовъ крученія призмъ, авторъ пользуется методомъ ортогонально-криволинейныхъ координатъ.

Настоящая статья имѣетъ цѣлью изложить, пользуясь главнымъ образомъ указаніями Сенъ-Венана, ученіе о сопротивленіи призмъ крученію въ связи съ общимъ историческимъ ходомъ теоріи упругости и указать нѣкоторыя опытные изслѣдованія, вполне подтверждающія теоретическіе выводы.

I.

Возникновеніе и краткій историческій ходъ изслѣдованій объ упругости и сопротивленіи матеріаловъ въ связи съ вопросомъ о крученіи. — Куломбъ. — Заслуги Навье. — Его общее уравненіе упругости и изложенныя имъ свѣдѣнія по вопросу о крученіи призмъ. — Замѣчанія Ооми Юнга и Пуассона. — Изслѣдованія Коши. — Позднѣйшія работы.

„Первоначальная задача строителей преобразилась въ такъ называемую задачу Сенъ-Венана, требующую для своего рѣшенія всѣхъ средствъ современнаго анализа. Простой вопросъ практики выросъ въ цѣлую науку“.

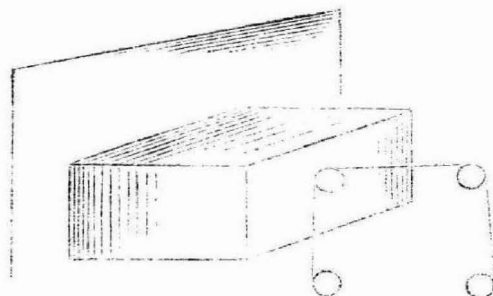
Проф. Бугаевъ: „Математика, какъ орудіе научное и педагогич.“.

Галлилею приписываютъ обыкновенно первую попытку опредѣлить теоретически нѣкоторые законы сопротивленія твердыхъ тѣлъ. Извѣстно, что при посѣщеніи арсенала въ Венеціи онъ приведенъ былъ къ этому размышленіемъ о томъ, почему не дѣйствуютъ при большихъ размѣрахъ машины, которыя хорошо дѣйствуютъ при малыхъ. Вопросъ о сгибаніи и разрывѣ, поставленный имъ въ пер-

счи разъ въ 1638 году въ его „Діалогахъ“ *) какъ чисто практи-матер задача, можно считать началомъ болѣе общей теоріи упру-теріа одна изъ задачъ которой въ настоящее время есть ученіе о топротивленіи матеріаловъ. Въ „Діалогахъ“ Галлилей впервые изслѣ-руетъ задачу о разрывѣ твердой прямоугольной призмы отъ сги-нагля. Онъ рассматриваетъ горизонтальную призму, однимъ концомъ вдѣланную наглухо въ стѣну, причемъ къ другому концу привѣ-шивался грузъ, при достаточной величинѣ котораго происходилъ разрывъ. Силу и сопротивленіе Галлилей помѣщаетъ на концахъ ломаннаго подъ прямымъ угломъ рычага, горизонтальнымъ плечомъ котораго служить длина призмы, а вертикальнымъ — половина вы-соты ея; точку-же опоры, или ось вращенія, онъ помѣщаетъ въ нижней части сѣченія, гдѣ происходитъ разрывъ, и заключаетъ, что силы, достаточныя для разрыва при дѣйствіи поперекъ и вдоль тѣла, находятся между собой въ отношеніи обратномъ плечамъ рычага.

Такимъ образомъ, если представимъ себѣ, что вся призма раздѣлена на весьма тонкія также прямоуголь-ныя фибры, то, по мнѣнію Галлилея, всѣ фибры разрываются одновременно, вращаясь около нижней, какъ около оси. Кромѣ того онъ полагаетъ, что до разрыва съ фибрами не происхо-дитъ никакого измѣненія.

Черт. 1.



Галлилей выводитъ изъ своей теоріи нѣкоторыя слѣдствія, кото-рыя мы не должны опускать. Первое то, что подобныя тѣла не имѣютъ силъ пропорціональных ихъ массамъ, чтобы сопротив-ляться разрыву, ибо массы увеличиваются какъ кубы подобныхъ сторонъ, а сопротивленія *caeteris paribus* увеличиваются какъ ква-драты (разстояній) этихъ сторонъ, откуда слѣдуетъ, что есть предѣлъ величины или размѣра тѣла, за которымъ оно разрывается отъ малѣй-шей силы, приложенной къ его собственному вѣсу, или даже отъ своего собственного вѣса; между тѣмъ какъ другое меньшее и подобное первому будетъ сопротивляться своей собственной тяжести и постороннему усилю. Отсюда видно, говоритъ Галлилей, что ма-шина, дѣйствующая въ малыхъ размѣрахъ, не дѣйствуетъ въ боль-шихъ и ломается отъ своей собственной массы.

*) Dialogo secondo. Giornata terza, 1638.

„Природа, прибавляетъ онъ, не создала деревьевъ или животныхъ несоразмѣрно великими и подверженными подобной случайности; вотъ почему самыя большія животныя живутъ во влажной стихіи, которая отнимаетъ часть ихъ тяжести. Можно также замѣтить, что такова-же причина, почему меньшія насѣкомыя могутъ безъ опасности перелома совершать такія несоразмѣрныя паденія (скачки) относительно ихъ размѣровъ, между тѣмъ какъ большія животныя, какъ напримѣръ человѣкъ, вредятъ себѣ падая съ такой-же сравнительно высоты. Другое любопытное слѣдствіе этой теоріи то, что пустой твердый цилиндръ сопротивляется сильнѣе сплошнаго, имѣющаго одинаковыя основаніе и поверхность. По этой причинѣ, по видимому, и чтобы соединить вмѣстѣ легкость и твердость, природа создала пустыми кости животныхъ, перья птицъ, вѣтви и стволы многихъ растений. Кто могъ-бы подумать, что геометрія можетъ имѣть столько вліянія на предметы физики (естествознанія), столь удаленные отъ нея?“ *).

Въ 1684 году Маріоттъ, отнесясь къ этому вопросу основательнѣе Галлилея, пришелъ къ тому заключенію, что фибры до разрыва удлинняются и притомъ неодинаково. Разсматривая дѣйствіе давленія на каждую фибру, онъ нашелъ, что удлинненіе каждой фибры пропорціонально давленію, испытываемому ею; что наибольшее давленіе, а слѣдовательно и наибольшее удлинненіе, претерпѣваетъ верхняя фибра; что разрывъ совершается не мгновенно, а постепенно, распространяясь отъ одной фибры до другой, причемъ всѣ онѣ вращаются около послѣдней. Маріоттъ помѣщаетъ эту ось вращенія или линію неизмѣняемыхъ фибръ по срединѣ высоты, разсматривая, какъ это дѣлаютъ и теперь, фибры растянутыми сверху и сжатыми снизу. Но онъ ошибался, опредѣляя для момента сопротивленій ту-же величину, какъ если-бы всѣ части растягивались, или если-бы ось вращенія находилась внизу. Такимъ образомъ основная мысль Маріотта заключалась въ томъ, что чѣмъ больше давленіе, тѣмъ больше растяженіе. Тотъ-же принципъ, какъ извѣстно, высказалъ еще раньше (въ 1678 г.) англійскій физикъ Робертъ Гукъ (Houk) словами: „ut tensio, sic vis“ — каково натяженіе, такова и сила,—гдѣ vis означаетъ сопротивленіе. Къ этому принципу Гукъ пришелъ при изученіи стальныхъ пружинъ (въ особенности часовъ) еще въ 1666 г., но онъ объявилъ его только въ 1670 въ видѣ анаграммы: *ceiir nossttvu*. Отсюда: каково натя-

*) *Montucla*. Histoire des mathématiques, tome 2, partie IV.

женіе, претерпѣваемое волокнами тѣла, таково и сопротивленіе этого волокна. Если-же растяженіе пропорціонально силѣ, то и сопротивленіе волокна, вызванное силою, также пропорціонально силѣ.

Лейбницъ въ іюлѣ 1684 г., т. е. черезъ два мѣсяца послѣ смерти *Маріотта*, объ изслѣдованіяхъ котораго онъ упоминаетъ, по зная какъ-бы по наслышкѣ о результатахъ его опытовъ, изложилъ свой взглядъ на этотъ предметъ въ *Acta eroditorum Lipsiae* („*Demonstrationes novae de resistentia solidorum*“).

Подобно *Маріотту* и *Гуку* онъ признаетъ законъ пропорціональности натяженій и удлиненій, но ось вращенія онъ помѣщаетъ подобно *Галлилею* внизу сѣченія, наименьшее-же вертикальное плечо рычага полагаетъ равнымъ четверти высоты прямоугольнаго сѣченія.

Вариньонъ, считая гипотезу *Маріотта* весьма правдоподобною, представилъ въ 1702 году: „*Mémoire sur la résistance des solides pour tout ce qu'on peut faire d'hypothèses touchant la force ou la ténacité des fibres du corps à rompre*“, въ которомъ онъ, помѣщая также неподвижную ось внизу сѣченія, даетъ общую формулу, гдѣ сопротивленіе фибръ остается неопредѣленною функціею ихъ растяженія и проч. Можно конечно предположить иной законъ, нежели законъ пропорціональности первымъ степенямъ растяженія, если желаемъ, чтобы формулы точнѣе опредѣляли тяжести, способныя произвести непосредственный переломъ, вмѣсто того, чтобы пользоваться теперешними формулами, которыя даютъ только предѣлы силъ, за которыми строеніе тѣла начинаетъ измѣняться, такъ какъ этотъ простой законъ не выполняется точно до того мгновенія, когда происходитъ разрывъ. Спустя 20 лѣтъ послѣ *Маріотта* (1705), *Яковъ Бернулли* сдѣлалъ весьма неудачную попытку приложить и расширить идеи *Вариньона* *). *Бернулли* допустилъ неточность еще болѣшую, нежели *Маріоттъ*, и утверждалъ, что положеніе оси вращенія совершенно безразлично, даже когда силы суть какія либо функціи растяженія или сжатія. Не зная о равенствѣ нулю суммы внутреннихъ горизонтальныхъ силъ (*Куломбъ*), онъ желалъ посредствомъ размысленія, которое оказывается неточнымъ, избѣгнуть необходимости опредѣлить сначала положеніе этой оси.

Но ошибки *Бернулли* и *Маріотта* были хорошо замѣчены и исправлены академикомъ *Parent*, который держался первоначально въ

*) *Véritable hypothèse de la résistance des solides.* (Acad. des sc. 1705).

нѣкоторыхъ мемуарахъ миѣнія своихъ предшественниковъ относительно оси вращенія, но въ одной изъ послѣднихъ работъ своихъ *) замѣтилъ наконецъ вполне справедливо (какъ и Куломбъ впоследствии), что „точка или нераздѣлимая линія не можетъ имѣть достаточно сопротивленія, чтобы (сопротивляться) служить опорой, такъ что необходима нѣкоторая опредѣленная величина нижней части сѣченія тѣла для сопротивленія давленію“. Весьма простымъ соображеніемъ онъ указалъ на то, что сумма сопротивленій сжатыхъ фибръ должна равняться суммѣ сопротивленій растянутыхъ. Это свойство приводитъ теперь, какъ извѣстно, къ уравненію, опредѣляющему нейтральное волокно или „неизмѣняемая фибры“ (*ligne neutre* — нейтральное волокно, какъ говоритъ Tredgold, или *fibres invariables*, какъ назвалъ Ch. Dupin). Parent доказалъ, что выраженія, полученные Мариоттомъ и Бернулли, въ два раза значительнѣе истинныхъ, и что представленія ихъ не совсѣмъ точны и справедливы.

Спустя нѣсколько лѣтъ *Bilfinger* сдѣлалъ тоже самое замѣчаніе **) и, относя къ Мариотту первую попытку и мысль о необходимости принять во вниманіе сжатія, столь-же неизбежныя при равновѣсіи, какъ и растяженія, онъ исправляетъ, какъ и Parent, неудачный выводъ Мариотта.

Куломбъ (1773 г.). Вопросъ о сопротивленіи разрыву оставался въ забвеніи до 1773 года. Въ этомъ году *Куломбъ (Coulomb)* представилъ свой знаменитый мемуаръ ***), въ которомъ положены почти всѣ основанія теоріи прочности построекъ. Онъ соединилъ эту теорію съ вопросомъ о *maximum* и *minimum*, что послужило впоследствии вмѣстѣ съ теоретическими изысканіями Эйлера и Лагранжа къ примѣненію теоріи потенциала.

Предположеніе Сень-Венана о томъ, что Куломбъ въ 1773 г. ничего не зналъ о мемуарѣ Parent, появившемся въ 1713 г., не совсѣмъ вѣроятно. Куломбъ выходитъ не изъ простыхъ соображеній, какъ Parent, а беретъ за основаніе лемму общей статики о равенствѣ нулю алгебраическихъ суммъ составляющихъ по тремъ взаимно перпендикулярнымъ осямъ координатъ. Изъ нея онъ выво-

*) *Essais et recherches de mathématique et de physique*, въ мемуарѣ: „De la véritable mécanique des résistances relatives des solides et reflexions sur le système de M. Bernoulli de Bâle“ (1713).

**) Въ запискахъ С.-Петербург. академіи наукъ 1729 г. „De solidorum resistentia specimen“.

***) *Essai sur une application des règles de maximis et minimis à quelques problèmes des statiques relatifs à l'architecture*. (Savants étrangers 1776).

Вводя какъ и Parent, равенство суммы горизонтальнаго растяженія непоенныхъ фибръ и суммы давленій укороченныхъ, что приводитъ его къ опредѣленію положенія линіи раздѣла, или фибръ, не измѣняющихъ длины. Вводя въ вычисленіе моментъ привѣшеннаго вертикальнаго груза, онъ непосредственно получаетъ отношеніе къ этому грузу силы натяженія, которое растягиваетъ всѣ призмы на столько, какъ самая растянутая изъ нихъ. Отношеніе это равняется отношенію длины прямоугольной горизонтально укрѣпленной призмы къ 6-й степени ея высоты. Это отношеніе въ два раза превышаетъ результатъ Маріотта и въ три раза результатъ Галлілея.

Подобно Parent, Куломбъ отвергаетъ мнѣніе, будто ось вращенія находится въ нижней части сѣченія, „такъ какъ линія, не имѣющая толщины, не можетъ одна сдерживать давленіе, имѣющее опредѣленную конечную величину“.

По замѣчанію Сень-Венана, мемуаръ Куломба заключаетъ такъ много въ немногихъ страницахъ, что болѣе сорока лѣтъ вниманіе инженеровъ и ученыхъ не обращалось къ разъясненію и дальнѣйшему развитію изложенныхъ въ немъ результатовъ.

Такъ *Girard* въ 1798 году, не обративъ на него должнаго вниманія и держась авторитета Бернуллі, впадаетъ въ ту-же ошибку относительно оси неизмѣняемыхъ фибръ какъ Лейбницъ, и выводитъ много невѣрныхъ результатовъ, хотя его сочиненіе *) отличается (по словамъ Сень-Венана) изящной простотой, ясностью и точностью многочисленныхъ вычисленій. Истинны, высказанныя Куломбомъ и отличающіяся своей простотой, были изучены и достаточно поняты только въ настоящемъ вѣкѣ, и то не сразу, а постепенно:—*Duleau* **) въ 1813 году, не обративъ должнаго вниманія на предварительное замѣчаніе Куломба, приходитъ къ невѣрному результату, который ведетъ за собой совершенно неточное положеніе оси неизмѣняемыхъ фибръ для сѣченій, которыя не дѣлятся ею симметрически.

Указываютъ и на другихъ авторовъ, впадавшихъ въ ошибки; между прочимъ извѣстный *Barlow*, первоначально допустившій указанную неточность (1817), которую онъ впоследствии исправилъ по указанію *Hodgkinson*'a (1837).

Tredgold, сходясь со мнѣніемъ Куломба относительно положенія

*) *Traité analytique de la résistance des solides d'égale résistance* (1798).

**) *Essai théorique et expérimentale sur la résistance du fer forgé*. Мемуаръ представленъ въ 1813, изданъ въ 1820.

средней оси (*l'axe neutre*) для прямоугольных сѣченій, дѣлаетъ особое изслѣдованіе для опредѣленія положенія этой оси въ сѣченіяхъ другой формы *), не обративъ должнаго вниманія на столь простое и полезное начало, данное Parent и Куломбомъ, который въ особенности интересенъ для насъ, такъ какъ онъ *первый* изслѣдовалъ крученіе.

Въ своемъ извѣстномъ мемуарѣ: *Теоретическія и опытыя изслѣдованія силы крученія и упругости металлическихъ нитей* **), читанномъ въ Академіи наукъ въ 1784 г. и изданномъ въ 1787 г., онъ рассматриваетъ только цилиндры съ круговымъ основаніемъ и простымъ соображеніемъ доказываетъ, что моменты силъ вокругъ оси крученія для одного и того же тѣла пропорціональны вращеніямъ для единицы длины и четвертымъ степенямъ діаметровъ.

Куломбъ дѣлаетъ слѣдующее соображеніе по поводу относительной величины момента *сопротивленія крученію* различныхъ металлическихъ цилиндрическихъ проволокъ или ихъ упругаго сопротивленія крученію на данный уголъ (величина эта обозначена имъ чрезъ $\frac{M}{G\theta}$):

„Этотъ „momentum“, говоритъ онъ, „долженъ увеличиваться вмѣстѣ съ толщиной нитей различными способами. При „двойномъ діаметрѣ существуетъ въ четыре раза болѣе частей, растянутыхъ крученіемъ, и наименьшее растяженіе всѣхъ этихъ частей „пропорціонально діаметру нити, какъ и наименьшее плечо рычага „для силы ея сопротивленія. Такимъ образомъ мы приходимъ къ „тому заключенію на основаніи теоріи, что сила крученія двухъ „металлическихъ нитей одной и той-же длины пропорціонально „четвертой степени діаметровъ.“

При своихъ изысканіяхъ Куломбъ употреблялъ приборъ, извѣстный подъ именемъ *крутильныхъ вѣсовъ*; приборъ — весьма удобный для изслѣдованія законовъ магнитныхъ и электрическихъ притяже-

*) *Tredgold* дѣлалъ неудачную попытку привести крученіе къ одному изъ видовъ сгибанія вокругъ діагонали, соединяющей точку одного основанія призмы съ противоположной точкой другого сѣченія.

**) *Recherches théoriques et expérimentales sur la force de torsion et l'élasticité des fils de métal*. Весьма интересно прослѣдить возникновеніе и развитіе этихъ первыхъ соображеній о теоріи крученія въ этомъ мемуарѣ, результаты котораго о крученіи проволоки вмѣстѣ съ именами Куломба и Вертгейма встрѣчаются во всякой физикѣ. Къ сожалѣнію, весьма труднѣе достунъ къ этому мемуару, изданному въ концѣ прошлаго вѣка, хотя онъ былъ перепечатанъ и изданъ въ настоящемъ вѣкѣ.

ній. Онъ употреблялъ ихъ также для опредѣленія взаимныхъ дѣйствій жидкостей и твердыхъ тѣлъ въ относительномъ движеніи. Въ своемъ основномъ видѣ приборъ этотъ состоитъ изъ тонкой металлической нити, защемленной въ своей верхней части и натянутой грузомъ, прикрѣпленнымъ къ ея нижнему концу, къ которому придѣлывается горизонтальная стрѣлка. Внизу расположенъ раздѣленный на градусы кругъ, центръ котораго находится на продолженіи нити, когда она перпендикулярна къ его плоскости. Если вывести стрѣлку изъ положенія равновѣсія на нѣкоторый уголъ, называемый *угломъ крученія*, то сила, необходимая для полученія этого угла, и называется *силою крученія*. Частицы, расположенныя на нити по прямой линіи или направленію ея длины, опишутъ теперь винтовую линію вокругъ ея оси. Если предѣлъ упругости не перейденъ, то частицы будутъ стремиться въ свое первоначальное положеніе и займутъ его тотчасъ-же по прекращеніи дѣйствія скручивающей силы. Но онѣ на немъ не остановятся. Вслѣдствіе пріобрѣтенной ими скорости, онѣ перейдутъ за положеніе равновѣсія и произведутъ крученіе въ противоположную сторону, затѣмъ нить вторично раскручивается и закручивается, такъ что стрѣлка останавливается на нулѣ циферблата только послѣ нѣ котораго колебанія около этой точки.

Въ началѣ нынѣшняго столѣтія (1807) *Thomas Young* въ томъ же сочиненіи, гдѣ онъ указалъ на модуль упругости *), различаетъ, кромѣ растяженія, сжатія, сгибанія, еще одно явленіе, производимое силами, которое (явленіе) онъ называетъ *detrusion*. (Латинскій корень англійскаго глагола *To detrude* во французскомъ языкѣ далъ начало малоупотребительнымъ словамъ *intrusion*, *intrus*. По русски эти термины передавать еще труднѣе). Сень-Венанъ глаголъ *To detrude* переводитъ выраженіями: *chasser hors de la place*, *pousser dehors*, *chasser de côté*.

„Это явленіе происходитъ,“ говоритъ *Young*, „когда сила, дѣйствующая поперекъ тѣла, приложена прямо противъ неподвижной части такимъ образомъ, какъ рѣжутъ два конца ножницъ“ **).

Сюда относитъ онъ и крученіе.

Относительно сопротивленія крученію *Young* первый замѣтилъ, что причина этого сопротивленія не заключается, какъ думали нѣ-

*) A course of lectures on natural Philosophy and mechanical Arts. London, 1807, vol. I.

**) Весьма выразительное французское слово *cisailler* было впервые употреблено *Love* въ его „Mémoire sur la resistance du fer et de la fonte.“

которые, въ сопротивленіи удлинению, которому подвергаются продольныя волокна (fibres), наиболѣе удаленныя отъ оси, и сжатію, которое одновременно претерпѣваютъ ось и волокна ближайшія къ ней. Не давая вычисленія, Young указываетъ, что, если-бы сопротивление крученію заключалось въ дѣйствіи продольныхъ фибръ, такимъ образомъ удлиненныхъ, то это произвело-бы, какъ онъ доказываетъ, для малаго крученія перваго порядка сопротивление по своей малости втораго порядка, пропорціональное кубу угла крученія, откуда онъ заключаетъ (такъ какъ оно на опытѣ пропорціонально этому углу), „что причина эта, главнымъ образомъ, если не единственно, должна зависѣть отъ крѣпости или силы боковаго сдвѣженія, которая сопротивляется совращенію (detrusion — собственно сворачиваніе) частицъ“ (что теперь называется скольженіемъ).

По поводу диф. уравненій, данныхъ Лагранжемъ для выраженія упругихъ кривыхъ двойной кривизны, *Viné* въ 1814 году указалъ отсутствіе момента—вообще существующаго вокругъ касательной къ неизмѣняемой фибрѣ, т. е. момента, или составляющей пары, которая заставляетъ крутиться и развиваетъ сопротивление крученію, и *Пуассонъ* въ 1816 г. *) присоединилъ къ каждому изъ 3-хъ уравненій Лагранжа членъ, равный этому моменту крученія, умноженному на $\cos \alpha$ угловъ, которые касательная къ средней фибрѣ составляетъ съ осями координатъ.

Пуассонъ приходитъ къ слѣдующему результату, данному имъ какъ общая теорема: „Моментъ крученія постояненъ отъ одного „до другаго конца стержня, находящагося въ равновѣсіи,“ или скорѣе для каждой части этого стержня, гдѣ дѣйствуютъ только силы, какъ-бы приложенныя къ его средней фибрѣ (какъ, напр., тяжесть), иначе говоря, для каждой части, заключающейся между сѣченіями, гдѣ могутъ дѣйствовать силы, которыхъ равнодѣйствующая приложена на конечномъ промежуткѣ отъ этой оси на разстояніи плеча рычага. Но эта теорема справедлива только для частнаго случая стержня первоначально прямого и изотропнаго сѣченія, для котораго уравненія Пуассона достаточны, и когда моментъ вокругъ радіуса кривизны равенъ нулю въ состояніи опредѣленнаго равновѣсія.

Для всякаго другаго случая моментъ крученія переменный, „производная его относительно дуги кривой, представляемой осью,

*) Sur les lignes élastiques à double courbure. Correspondance de l'Ecole polyt., t. III.

равна частному отъ діленія момента силы вокругъ радіуса кривизны на этотъ радіусъ послѣ сгибанія.“

Теорему эту указалъ *Vantzel* при чтеніи одной замѣтки Сепъ-Венапа. Эта теорема должна замѣнить теорему Пуассона для каждой части стержня безконечнаго и ограниченнаго, какъ было показано.

Дѣйствительно, если обозначимъ M_x , M_y , M_z моменты (вокругъ осей, параллельныхъ координатамъ x , y , z , проведеннымъ послѣ изгиба чрезъ точку (x, y, z) оси, или средней фибры) силъ, дѣйствующихъ отъ этой точки до одной изъ оконечностей стержня, M_n , M_ρ , M_s моменты тѣхъ-же силъ: 1) вокругъ нормали n , 2) вокругъ радіуса кривизны ρ , 3) вокругъ элемента ds дуги s кривой, — мы будемъ имѣть, называя X , Y , Z проєкціи на плоскости yz , zx , xy параллелограмма, составленнаго на двухъ послѣдовательныхъ элементахъ ds , $ds + d^2s$,

$dyd^2z - dzd^2y = X$; $dzd^2x - dxd^2z = Y$; $dxd^2y - dyd^2x = Z$, а зная величины \cosinus 'овъ угловъ n , ρ , s съ тремя осями, получимъ:

$$\begin{aligned}\frac{\rho X}{ds^2} M_n + \frac{\rho}{ds} d \frac{dx}{ds} M_\rho + \frac{dx}{ds} M_s &= M_x \\ \frac{\rho Y}{ds^2} M_n + \frac{\rho}{ds} d \frac{dy}{ds} M_\rho + \frac{dy}{ds} M_s &= M_y \\ \frac{\rho Z}{ds^2} M_n + \frac{\rho}{ds} d \frac{dz}{ds} M_\rho + \frac{dz}{ds} M_s &= M_z.\end{aligned}$$

Для момента крученія получ. $M_s = M_x \frac{dx}{ds} + M_y \frac{dy}{ds} + M_z \frac{dz}{ds}$

Откуда:

$$\begin{aligned}dM_s &= M_x d \frac{dx}{ds} + M_y d \frac{dy}{ds} + M_z d \frac{dz}{ds} + \\ &+ \frac{dx}{ds} dM_x + \frac{dy}{ds} dM_y + \frac{dz}{ds} dM_z.\end{aligned}$$

Первый трехчленъ второй части, умноженный на $\frac{\rho}{ds}$, равенъ M_ρ , ибо $\rho \frac{d}{ds} \frac{d(x \cdot y \cdot z)}{ds}$ представляетъ три \cosinus 'а угловъ, составляемыхъ радіусомъ-векторомъ ρ съ x , y , z , а второй трехчленъ равенъ нулю (*Poisson*, *Mécanique* 1833) для каждой изъ частей стержня, ограниченныхъ, какъ сказано, или на которыя дѣйствуютъ за концы силы, исключая тѣхъ, которыхъ отдѣльные равнодѣйствующія пересѣкаютъ кривую ось. Слѣдовательно

$$\frac{dM_s}{ds} = \frac{M_\rho}{\rho}.$$

соотношеніе, полученное въ первый разъ въ іюнѣ 1844 г.

(*Comptes rendus*).

Навье. Теорія сопротивленія матеріаловъ своими успѣхами весьма многимъ обязана, послѣ Куломба, французскому математику и инженеру Navier.

14-го апрѣля 1821 года представилъ онъ свой знаменитый: „*Mémoire sur les lois de l'équilibre et du mouvement des corps solides élastiques*“, который, по замѣчанію Сень-Венана, положилъ основаніе молекулярной механики или общей теоріи упругости. Выведенное здѣсь уравненіе упругости твердаго тѣла употребляется и въ настоящее время *). Сень-Венанъ, слушавшій лекціи Навье (1824 г.) въ *Ecole des ponts et chaussées*, издалъ въ 1864 году одно изъ сочиненій Навье: *Résumé des leçons sur l'application de la mécanique*, въ которомъ онъ помѣстилъ свои многочисленные дополненія и примѣчанія, составляющія большую часть книги. Въ этомъ изданіи Сень-Венанъ излагаетъ въ весьма интересной, увлекательной формѣ весь историческій ходъ изслѣдованій по общей теоріи упругости и сопротивленія матеріаловъ и указываетъ весьма много интересныхъ, но мало извѣстныхъ фактовъ.

Въ началѣ этого труда онъ помѣстилъ введеніе и нѣкоторыя біографическія свѣдѣнія, отзывы друзей Навье и рѣчь объ немъ академика Girard'a. Здѣсь-же указаны всѣ труды и сочиненія Навье.

Louis Navier родился 15 февраля 1785 г., въ Дижонѣ. Послѣ смерти отца, бывшаго адвокатомъ, онъ 14-ти лѣтъ остался сиротой и былъ взятъ въ домъ своего дяди, извѣстнаго инженера Gauthey. 17-ти лѣтъ онъ выдержалъ экзаменъ въ политехническую школу, а чрезъ два года (въ 1804) поступилъ въ *École des ponts et chaussées*. Однимъ изъ дѣятельныхъ и даровитыхъ сотрудниковъ этого учрежденія былъ его дядя Gauthey, старавшійся одновременно съ теоретическимъ образованіемъ ввести и познакомить племянника съ ходомъ многочисленныхъ работъ и построекъ, которыми самъ завѣдывалъ. Вслѣдствіе этого Навье еще съ молодости приобрѣлъ навыкъ въ приложеніи теоретическихъ изысканій къ практическимъ вопросамъ.

По смерти дяди Navier издалъ неоконченныя имъ обширныя работы: *Traité des ponts* (1813) и *Sciences de l'ingénieur*, присоединивъ къ нимъ свои многочисленные дополненія и примѣчанія, по-

*) Уравненіе Navier прилагается только къ тѣламъ, для которыхъ размѣры по 3-мъ взаимно \perp нымъ направленіямъ одинаковаго порядка. Для другихъ тѣлъ (тонкая нить, перепонка) дана особая теорія Кирхгофомъ въ 1852 г.

добно тому, какъ Сень-Венантъ это сдѣлалъ въ послѣдствіи для сочиненія Navier: *Leçons de mécanique*. Какъ извѣстный инженеръ и механикъ, Навье завѣдывалъ многими сооруженіями и въ то-же время читалъ лекціи прикладной механики въ *École des ponts et chaussées*. Въ послѣдствіи онъ былъ принятъ въ академію наукъ и читалъ лекціи анализа и механики въ политехнической школѣ *).

Въ своихъ первыхъ произведеніяхъ Navier придерживался мнѣнія Якова Бернулли и Мариотта относительно положенія линіи неизмѣняемыхъ фибръ. Но нѣкоторые результаты опыта заставили его подозрѣвать: „ошибку въ составленіи формулъ“. Предпринятое имъ исправленіе этихъ формулъ первоначально оказалось неудачнымъ; онъ опять впалъ въ ошибку, которую исправилъ уже при чтеніи своего курса прикладной механики въ *Éc. des p. et ch.* въ 1819 г. Но только въ 1826 г., въ первомъ изданіи вышеупомянутаго „*Résumé*“, исправилъ онъ всѣ погрѣшности и неточности своихъ прежнихъ работъ. Указавъ на то, что взглядъ его предшественниковъ на сопротивленіе разрыву очень искусственъ, Навье опредѣлилъ положеніе линіи, которую пересекаютъ неизмѣняемыя фибры для сѣченія какой угодно формы, соединяя равенствомъ не двѣ суммы моментовъ, но суммы самихъ сопротивленій растянутыхъ и сжатыхъ фибръ. Откуда онъ первый вывелъ столь простое правило, что эта линія проходитъ черезъ центръ тяжести сѣченія, когда вещество, изъ котораго состоитъ тѣло, одинаковаго строенія по всѣмъ направленіямъ.

Сень-Венантъ, бывшій однимъ изъ слушателей этого замѣчательнаго курса Навье въ 1824 г., говоритъ, что онъ соединялъ свободнѣе и полнѣе своихъ предшественниковъ теорію сопротивленія твердыхъ тѣлъ съ ихъ упругостью. Теорію разрыва отъ сгибанія выводилъ онъ изъ точныхъ формулъ простаго сгибанія, которыя указалъ Young въ 1807 г., введя свой *модуль упругости*. Навье рѣшилъ такимъ образомъ множество вопросовъ и указалъ на весьма существенное различіе между сопротивленіемъ непосредственному и близкому разрыву (*rupture immédiate et prochaine*), законы кото-

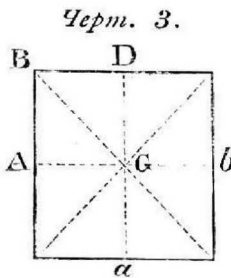
*) Вотъ слова Emmergy, одного изъ друзей Навье, по поводу его похоронъ: „L'école polytechnique, si bien représentée par ces deux cents braves jeunes gens qui au plus fort de leurs examens, surent tout quitter pour accompagner et porter la dépouille de Navier à sa dernière demeure, — cette école se rappellera toujours le culte de dévouement que lui portait notre ami, lorsqu'à l'instar de l'immortel Monge, il mettait son titre de professeur au-dessus de tous les honneurs auxquels il put aspirer“.

2) Если поперечное сѣченіе есть *кругъ* радіуса r , то имѣемъ $f(\varphi) = r$ и предыдущая формула даетъ:

$$PR = \frac{G\theta}{a} \cdot 2\pi \frac{r^4}{4} = G \frac{\pi r^4 \theta}{2a}; \text{ откуда } \theta = \frac{P}{G} \frac{2aR}{\pi r^4}.$$

3) Если поперечное сѣченіе есть *квадратъ*, котораго сторона $= b$, необходимо отдѣльно найти выраженіе одного изъ 8-ми угловъ равныхъ ABC (черт. 3).

Уравненіе AB будетъ $r = \frac{b}{2 \cos \varphi}$. Затѣмъ имѣемъ:



$$\int d\varphi \frac{1}{\cos^4 \varphi} = \frac{1}{3} \frac{\sin \varphi}{\cos^3 \varphi} + \frac{2}{3} \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi}.$$

Слѣдовательно:

$$\int_0^{\frac{\pi}{4}} d\varphi \frac{1}{\cos^4 \varphi} = \frac{4}{3}.$$

Такимъ образомъ моментъ сопротивленія треугольника ABC есть $\frac{G\theta}{a} \cdot \frac{b^4}{4 \cdot 16} \cdot \frac{4}{3}$ и слѣдов. для момента сопротивленія квадрата имѣемъ:

$$PR = G \frac{b^4 \cdot 9}{ba}$$

откуда

$$\theta = \frac{P}{G} \cdot \frac{6aR}{b^4}.$$

J' и J'' моменты инерціи этого сѣченія вокругъ двухъ прямоугольных осей координатъ U и V , проведенныхъ на этомъ сѣченіи чрезъ центръ, для полярнаго момента инерціи имѣемъ:

$$J = \int r^2 d\omega$$

или, такъ какъ $r^2 = v^2 + u^2$, то

$$J = J' + J''.$$

Этотъ-то моментъ обозначенъ Навье чрезъ $\int_0^{2\pi} d\varphi \int dr \cdot r^3 = \int_0^{2\pi} d\varphi \frac{f(\varphi)^4}{4}$, такъ

что выраженіе для PR приводится къ $G \frac{9}{a} J$.

Только, когда сѣченіе есть *кругъ*, полярный моментъ опредѣлять легче, чѣмъ въ теоріи сгибанія. Не надо слѣд. для другихъ сѣченій прибѣгать къ условной координатѣ φ .

Для квадратнаго сѣченія, такъ какъ моментъ инерціи $J' = J''$ вокругъ средней линіи равенъ $\frac{b^4}{12}$, то имѣемъ удвоя $\frac{b^4}{6} = J$.

Но выраж. $PR = G \frac{9}{a} J$, данное въ текстѣ для момента крученія, или для момента PR силъ крутящихся, справедливо, какъ мы покажемъ, только для круговаго сѣченія или когда сѣченіе по исключительному положенію при-
нуждено оставаться плоскимъ и нормальнымъ къ оси крученія.

Моментъ сопротивленія при квадратномъ сѣченіи относится къ моменту сопротивленія при круговомъ основаніи (если кругъ вписанъ въ квадратъ), какъ относится 1 къ $\frac{3\pi}{16}$ *).

4) Что касается до случая прямоугольнаго основанія, говоритъ Навье, то изслѣдованія, основанныя на соображеніяхъ, которыя мы не можемъ излагать, показали, что предъидущая гипотеза, т. е. сопротивленія въ каждомъ элементѣ поперечнаго сѣченія пропорціональны разстояніямъ этихъ элементовъ отъ центра этого сѣченія—не совсѣмъ согласуется съ дѣйствительными явленіями. Въ этомъ случаѣ должно употреблять болѣе точный способъ, по которому для выраженія момента сопротивленія крученію прямоугольной однородной призмы, которой ширина b , а толщина c , получается:

$$PR = G \frac{b \cdot c \cdot \theta}{3(b^2 + c^2)a} \dots \theta = \frac{P}{G} \frac{3(b^2 + c^2)aR}{b^3 c^3} **).$$

*) Сень-Венанъ показалъ, какъ мы укажемъ впоследствии, что моментъ крученія M_1 (что Navier обозначаетъ PR) призмы съ квадр. основ. равняется 0,84346 части произведенія GJ^0 , которое у Навье равняется $G \frac{b^4 \theta}{ba}$, такъ какъ чрезъ θ обозначена величина $\frac{\theta}{a}$, а J полярный моментъ инерціи $= \frac{b^4}{6}$. Такъ что отношеніе моментовъ упругаго сопротивленія въ случаѣ квадратнаго и круговаго основанія равняется отношенію $0,84346 : \frac{3\pi}{16} = 0,589$ или вообще отношенію:

$$1:0,710$$

а не 1:0,589, какъ показано въ текстѣ.

**) Эти формулы указаны во 2-мъ изданіи сочиненія Навье (1833) послѣ того, какъ появилось изслѣдованіе Коши „Sur la torsion et les vibrations tournantes des verges élastiques réctangulaires“ (1829). Сень-Венанъ показалъ (о чемъ скажемъ далѣе), что формула Коши для прямоуг. призмы должна быть умножена на коэффициентъ поправки ρ' , который равенъ 0,84346 когда $b = c$ и увеличивается, когда $\frac{b}{c}$ возрастаетъ, такъ что $\rho' = 1$ и формула Коши становится точною, когда одна изъ сторонъ слишкомъ велика сравнительно съ другой.

Въ примѣчаніи къ послѣдующему параграфу Навье упоминаетъ уже объ однородныхъ тѣлахъ (corps homogènes), подразумѣвая такія, которыя имѣютъ не только одинакое строеніе во всякой точкѣ, но которыя суть одинаковой упругости по всѣмъ направленіямъ въ каждой точкѣ (d'égal élasticité en tous sens à chaque point). Такія тѣла Коши назвалъ изотропными (isotropes).

Здѣсь кстати привести замѣчаніе Сень-Венана о причинахъ сопротивленія крученію. Не слѣдуетъ думать, какъ повидимому говоритъ Навье, что обнаруживающіяся внутреннія сопротивленія принадлежатъ взаимному удаленію или увеличенію разстоянія частицъ, составляющихъ части одного и того-же продольнаго волокна. Ясно, что онъ считаетъ собственно всякое отдѣльное сопротивленіе крученію пропорціональнымъ удаленію ихъ двухъ проэкцій на плоскости перпен-

Сумма моментовъ вокругъ оси для тѣхъ же силъ и усилій натяженія получится, умножая напряженіе $E d\omega \left(\frac{9^2 r^2}{2a^2} - \frac{9^2 r^2}{4a^2} \right)$ одной изъ нихъ на $\frac{9}{a} r = \cos$ угла, составляемаго ею съ плоскостью \perp ою оси, затѣмъ на r = ея плечу рычага, если пренебречь вліяніемъ боковыхъ сжатій, сопровождающихъ продольныя растяженія и прибавляя всѣ произведенія. Замѣняя затѣмъ $d\omega$ чрезъ $2\pi r dr$ для интеграціи отъ 0 до r , чтобы совершить это суммирование, получаемъ для полного момента сопротивленій фибръ, которыя сдѣлались винтовыми, удлинились къ окружности и укоротились къ центру:

$$\frac{\pi E}{24} r^6 \left(\frac{9}{a} \right)^3.$$

съ величиной мало разнящейся, вмѣсто E , если принять во вниманіе въ приближительной мѣрѣ боковыя сжиманія. Давно уже Joung, какъ мы указали, замѣтилъ неудовлетворительность рассматриваемаго предположенія, что причина сопротивленія крученію заключается въ удлинненіи продольныхъ фибръ.

Въ рассматриваемомъ нами случаѣ крученіе $\frac{9}{a}$ очень мало. Часть момента крученія, которую мы вычислили (она была бы $= \frac{\pi E}{6} r^6 \left(\frac{9}{a} \right)$, если бы два основанія призмы оставались на одномъ разстояніи), совершенно ничтожна въ сравненіи съ другой; фибры, удлинненныя только на величины очень малыя втораго порядка, могутъ быть рассматриваемы какъ неизмѣнившіяся въ длинѣ; боковое сжатіе также не имѣетъ мѣста, какъ и измѣненіе объема скрученнаго цилиндра.

Но если крученіе $\frac{9}{a}$, или дуга, измѣряющая, для радіуса = 1-цѣ, относительно вращеніе 2-хъ степеней на единицу разстоянія, не очень мала, то эта часть момента, измѣняющаяся въ другомъ отношеніи, чѣмъ крученіе и 4-ая степень радіуса r , можетъ имѣть вліяніе; и можетъ произойти въ тоже время замѣтное уменьшеніе діаметра и объема. Это имѣетъ мѣсто въ различныхъ опытахъ Вертейма, гдѣ это уменьшеніе объема было найдено пропорціональнымъ квадрату радіуса. — Ясное и сжатое изложеніе Navier даетъ ему возможность въ немногихъ словахъ высказать почти всѣ выводы несложной теоріи крученія, извѣстной въ его время. Хотя сравнительно съ теоріей Куломба (1784), рассматривавшаго только круговые цилиндры, Navier и даетъ новыя приложенія къ квадратнымъ и прямоугольнымъ призмамъ, но неосмотрительность

его заключалась въ томъ, что онъ прилагалъ къ нимъ изслѣдованія, годныя только для цилиндра съ круговымъ основаніемъ, которое не искривляется послѣ крученія. Призмы съ эллиптическими, треугольными и другими сѣченіями совсѣмъ не разсматриваются.

Пуассонъ въ 1827 году вывелъ какъ необходимое слѣдствіе изъ формулъ нормальныхъ составляющихъ натяженій, что, когда упругая призма растянута въ длину силою, дѣйствующею параллельно ея ребрамъ и равномерно распредѣленною на ея основаніяхъ, и когда ея боковыя стороны свободны отъ силъ, то въ поперечныхъ направленіяхъ происходитъ сжатіе, по величинѣ равное четверти растяженія для тѣлъ одинаковой упругости во всѣхъ направленіяхъ. Результатъ этотъ былъ подтвержденъ Коши, Ламе, а также однимъ изъ опытовъ Каньяръ-Латура.

Переходя къ задачамъ сгибанія и крученія цилиндровъ съ круговымъ основаніемъ и съ конечными размѣрами во всѣхъ направленіяхъ, Пуассонъ, не употребляя еще диф. уравненій равновѣсія и интеграловъ, которые не опредѣлены для всѣхъ способовъ распредѣленія силъ даже на однихъ концахъ, — пытается разрѣшить задачу приближеннымъ способомъ, когда поперечные размѣры очень малы. Онъ дѣлаетъ предположеніе, что внутреннія натяженія и перемѣщенія точекъ могутъ быть выражены сходящимися рядами, расположенными по цѣлымъ степенямъ малыхъ поперечныхъ координатъ. Эти ряды съ неопредѣленными коеффиціентами, будучи подставлены въ опредѣленные и неопредѣленные уравненія на мѣсто неизвѣстныхъ величинъ, даютъ чрезъ сравненіе членовъ съ одинаковыми степенями, — и предполагая отсутствіе давленій на боковыя поверхности, — систему другихъ болѣе простыхъ уравненій, которыя Пуассонъ комбинируетъ для опредѣленія изъ нихъ коеффиціентовъ, и уничтожая члены высшихъ степеней. Такимъ образомъ онъ приходитъ къ извѣстнымъ формуламъ сгибанія и крученія круговыхъ цилиндровъ; формулы эти основаны на предположеніяхъ, приводимыхъ къ Пуассоновымъ, но въ нихъ ограничиваются обыкновенно только членами первой степени.

Коши. Изслѣдованія Коши были важнымъ, почти главнымъ шагомъ для теоріи крученія. Они дали основанія и матеріалъ для изящной теоріи Сентъ-Венана, который, упоминая о своихъ изслѣдованіяхъ по теоріи крученія, говоритъ: „nous avons modifié et étendu les résultats des recherches de Cauchy“.

Нѣкоторое время полагали, что крученіе выражается одной и той же формулой, какова бы ни была форма сѣченія, и что точки,

наиболѣе удаленныя отъ оси крученія, суть тѣ, въ которыхъ находится наибольшая опасность разъединенію частицъ и началу разрыва. Такъ что сопротивленія крученію, оказываемыя различными фибрами призмы, считались для всѣхъ сѣченій, какъ для цилиндра съ круговымъ основаніемъ, пропорціональными наклоненіямъ, которыя принимаютъ фибры относительно оси крученія, дѣлаясь винтообразными, и, слѣдовательно, сопротивленія эти должны быть пропорціональными разстоянію ихъ отъ оси.

Въ 1829 г. появился мемуаръ Cauchy: „Sur la torsion et les vibrations tournantes des verges rectangulaires“, въ которомъ онъ указалъ на неточность прежнихъ изслѣдованій и положилъ основаніе новой теоріи крученія.

Вмѣсто формулы $G(J' + J'')$ для момента сопротивленія крученію (гдѣ J' и J'' главные моменты инерціи сѣченія вокругъ главныхъ осей, проведенныхъ на плоскости сѣченія, $J' + J''$ моментъ инерціи сѣченія вокругъ центра, θ уголъ крученія для единицы длины, считаемый по дугѣ радіуса $= 1$; G коэффиціентъ для сопротивленія скольженію), Коши нашелъ для прямоугольной призмы выраженіе $G \frac{4 J' J''}{J' + J''} \theta$, обращающееся въ предыдущее только когда $J' = J''$, или когда основаніе есть квадратъ; но оно безконечно менѣе, когда скрученная призма простая или приводится къ тонкой пластинкѣ; такъ какъ въ этомъ случаѣ, если J'' есть моментъ вокругъ большой оси, то можно пренебречь имъ въ знаменателѣ, какъ втораго порядка сравнительно съ моментомъ J' вокругъ меньшей линіи, и слѣдовательно остается выраженіе $G 4 J' \theta$.

Изслѣдованіе Коши основано на томъ-же предположеніи, какое было употреблено Пуассономъ для сгибанія, т. е. что внутреннія давленія выражаются сходящимися рядами по цѣлымъ степенямъ двухъ поперечныхъ координатъ, причемъ откидываются члены, отношеніе которыхъ къ членамъ остающимся неизвѣстно.—Кромѣ этого, Сентъ-Венанъ указалъ еще на другую неточность—отбрасываніе отрицательнаго члена, который равенъ трети оставленнаго, такъ что, если принять его въ расчетъ, то моментъ крученія приводится къ двумъ третямъ, что оказывается слишкомъ малой величиной, между тѣмъ какъ, не приводя къ этой формѣ выраженіе, получимъ слишкомъ большую величину.

Замѣтимъ, что Коши въ 1854 г. самъ сознался въ неточности своихъ прежнихъ результатовъ и призналъ преимущество изслѣдованій Сентъ-Венана. Тѣмъ не менѣе мемуаръ Коши 1829 года сдѣ-

лалъ большой шагъ въ теоріи крученія не только тѣмъ, что далъ формулу справедливую для плоскихъ призмъ (когда J' можно пренебречь сравнительно съ J''). Анализъ, приложенный въ немъ, указываетъ на необходимое соотношеніе между крученіемъ θ и второю производною перемѣщенія точекъ каждаго сѣченія по отношенію къ двумъ поперечнымъ координатамъ *). Существованіе этой производной уже указываетъ, что различныя точки сѣченія прямоугольной скрученной призмы перемѣщаются не равномерно въ направленіи параллельномъ бокамъ,—или что эти сѣченія не остаются плоскими, но искривляются (*se gauchissent*), принимая формулу аналогичную гиперболическому параболоиду или двойному крылу вѣтренной мельницы.

II.

Задача объ упругомъ равновѣсіи призмы. — Lamé и Clapeyron. — Изслѣдованія Сень-Венана. — Смѣшанный методъ (*Méthode mixte ou semi-inverse*). — Предварительныя понятія о причинѣ сопротивленія крученію и о скользящихъ. — Искривленіе сѣченій и моментъ крученія. — Приложенія смѣшаннаго метода къ крученію въ мемуарѣ Сень-Венана: „*Sur la torsion des prismes*“ и изложеніе его содержанія. — Призма съ эллиптическимъ основаніемъ. — Интегралы неопредѣленнаго уравненія. — Призма съ квадратнымъ, прямоугольнымъ и другими основаніями. — Призма съ произв. основ. — Крученіе трубчатыхъ призмъ. — Теорема *Poncelet*.

„*Vous avez près de vous l'autorité par excellence, M. de Saint Venani, consultez-te, suivez-te, écoutez-te*“.

(*Moigno: Leçons de mécanique.*)

Задача объ упругомъ равновѣсіи призмы.

Прежде чѣмъ излагать изслѣдованія Сень-Венана о крученіи призмъ, мы укажемъ вкратцѣ на общій вопросъ о равновѣсіи упругой призмы, слѣдую изложенію Lamé.

Въ 1828 году присланъ былъ въ Парижскую академію наукъ мемуаръ, замѣчательный своей ясностью и проницательностью мысли. Въ этомъ мемуарѣ Lamé и Clapeyron (находившіеся въ то время въ Россіи въ качествѣ инженеровъ) пришли къ тѣмъ-же неопредѣленнымъ уравненіямъ упругости какъ и Navier, не зная объ изслѣдованіяхъ послѣдняго. Они выразили для малой частицы равновѣсіе силъ, происходящихъ отъ малыхъ измѣненій въ разстояніи приле-

*) Это соотношеніе таково: $\frac{d^2u}{dydz} = \frac{J' - J''}{J' + J''} \theta$, когда рассматриваемое перемѣщеніе мало; оно справедливо только для эллиптическаго сѣченія.

жащихъ частицъ, предполагая эти силы пропорціональными перемѣщеніямъ и устраниая подобно Navier побочныя силы, находящіяся въ естественномъ равновѣсіи. Тѣ-же разсужденія привели ихъ къ формуламъ давленій (pressions) для изотропныхъ тѣлъ.

Способъ, которому они слѣдовали при выводѣ большаго числа теоремъ относительно давленій, указывалъ на то, что они не знали о мемуарахъ Коши (1822—1827 гг.), который вывелъ уже большую часть этихъ теоремъ для тѣлъ всякаго строенія, находящихся въ покоѣ или движеніи *).

Вотъ слова Lamé по поводу общаго рѣшенія задачи о равновѣсіи призмы въ его извѣстномъ прекрасномъ сочиненіи: *Leçons sur la théorie mathématique d'élasticité **)*

„Самая важная задача, которую только можно предложить относительно разсматриваемыхъ твердыхъ тѣлъ, будетъ состоять въ полномъ опредѣленіи законовъ внутренняго равновѣсія прямоугольной призмы, шесть сторонъ которой подвержены даннымъ силамъ. Легко понять, сколько полезныхъ приложений могло-бы произойти отъ рѣшенія этой задачи для строительнаго искусства, гдѣ такъ часто употребляются тѣла этого рода. Къ несчастью, эта задача въ то-же время есть, можетъ быть, самая трудная изъ всѣхъ вопросовъ математической теоріи упругости, такъ какъ она требуетъ предварительнаго рѣшенія одного аналитическаго вопроса,“ которымъ геометры не занимались или не достигли еще разрѣшенія его трудностей. Тѣмъ не менѣе намъ кажется полезнымъ указать здѣсь, въ чемъ состоитъ эта задача, чтобы привлечь наконецъ къ ней вниманіе молодыхъ и наиболѣе искусныхъ математиковъ, которые достигнутъ, можетъ быть, желаемаго разрѣшенія. Пусть послѣдующее изложеніе укажетъ имъ путь къ изслѣдованію!...”

„Это въ нѣкоторомъ родѣ загадка, столь-же достойная предложенія проницательности, какъ и знаменитая задача о трехъ тѣлахъ въ небесной механикѣ“.

Разсмотримъ прямоугольный параллелепипедъ, стороны котораго $2a$, $2b$, $2c$; начало координатъ возьмемъ въ центрѣ, а оси параллельно ребрамъ; уравненія 6-ти сторонъ будутъ таковы:

$$x = \pm a, y = \pm b, z = \pm c.$$

Отвлечемся отъ дѣйствія внѣшнихъ силъ X_o , Y_o , Z_o и предло-

*) S. V. P. 167.

**) Leçon 11, § 66.

жимъ себѣ опредѣлить законъ внутреннихъ перемѣщеній, когда призма находится въ равновѣсіи относительно упругости, подѣйствию силъ, направленныхъ перпендикулярно къ сторонамъ ея. Предполагается такая симметрія между данными силами, что функціи, ихъ выражающія, всѣ четныя, т. е. каждая изъ этихъ функцій сохраняетъ величину и знакъ при перемѣнѣ знака у одной изъ двухъ перемѣнныхъ (координатъ), въ нихъ заключающихся. Если сдѣлаемъ это допущеніе, то задача анализа, требующая разрѣшенія, приводится къ опредѣленію функцій u , v , w , удовлетворяющихъ уравненіямъ:

$$1) \quad \frac{d^2\theta}{dx^2} + \epsilon \Delta^2 u = 0, \quad \frac{d^2\theta}{dy^2} + \epsilon \Delta^2 v = 0, \quad \frac{d^2\theta}{dz^2} + \epsilon \Delta^2 w = 0,$$

въ которыхъ функція θ и постоянное ϵ таковы:

$$2) \quad \theta = \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} + \frac{dw}{dz}, \quad \epsilon = \frac{\mu}{\delta + \mu}.$$

Выраженіе-же $\Delta^2 u$, которое Ламе называетъ дифференцъ-параметромъ 2-го порядка, какъ извѣстно, таково: $\Delta^2 u = \frac{d^2 u}{dx^2} + \frac{d^2 u}{dy^2} + \frac{d^2 u}{dz^2}$.

Величины θ и ϵ таковы, что, если подставимъ ихъ въ формулы:

$$3. \quad \begin{aligned} N_1 &= \delta\theta + 2\mu \frac{du}{dx}, & T_1 &= \mu \left(\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy} \right) \\ N_2 &= \delta\theta + 2\mu \frac{dv}{dy}, & T_2 &= \mu \left(\frac{dw}{dx} + \frac{du}{dz} \right) \\ N_3 &= \delta\theta + 2\mu \frac{dw}{dz}, & T_3 &= \mu \left(\frac{du}{dx} + \frac{dv}{dy} \right) \end{aligned}$$

(гдѣ N_1 , N_2 , N_3 нормальныя составляющія силы упругости, а T_1 , T_2 , T_3 касательныя составляющія) *), мы получимъ:

$$4 \quad \begin{cases} N_1 = \Phi_1, & \dots\dots T_3 = 0, & T_2 = 0 & \dots\dots \text{для } x = \pm a \\ T_3 = 0, & \dots\dots N_2 = \Phi_2, & J_1 = 0 & \dots\dots \text{для } y = \pm b \\ T_2 = 0, & \dots\dots T_1 = 0, & N_3 = \Phi_3 & \dots\dots \text{для } z = \pm c. \end{cases}$$

Изъ того, что функціи Φ_1 , Φ_2 , Φ_3 четныя, заключаемъ по формуламъ (3), что функція u должна быть нечетною относительно x

*) Если напомнимъ таблицу $\begin{Bmatrix} N_1 & T_3 & T_2 \\ T_3 & N_2 & T_1 \\ T_2 & T_1 & N_3 \end{Bmatrix}$, то первая горизонтальная строка или вертикальная дасть составляющія, отнесенныя къ единицѣ поверхности силы упругости для элемента ω , когда этотъ элементъ перпендикуляренъ къ x , вторая строка — эти составляющія для ω , перпендикулярнаго къ y , третья — для ω , перпендикулярнаго къ z .

кащихъ частицъ, предполагая эти силы пропорціональными перемѣщеніямъ и устраняя подобно Navier побочныя силы, находящіяся въ естественномъ равновѣсіи. Тѣ-же разсужденія привели ихъ къ формуламъ давленій (pressions) для изотропныхъ тѣлъ.

Способъ, которому они слѣдовали при выводѣ большаго числа теоремъ относительно давленій, указывалъ на то, что они не знали о мемуарахъ Коши (1822—1827 гг.), который вывелъ уже большую часть этихъ теоремъ для тѣлъ всякаго строенія, находящихся въ покоѣ или движеніи *).

Вотъ слова Lamé по поводу общаго рѣшенія задачи о равновѣсіи призмы въ его извѣстномъ прекрасномъ сочиненіи: *Leçons sur la théorie mathématique d'élasticité **)*

„Самая важная задача, которую только можно предложить относительно разсматриваемыхъ твердыхъ тѣлъ, будетъ состоять въ полномъ опредѣленіи законовъ внутренняго равновѣсія прямоугольной призмы, шесть сторонъ которой подвержены даннымъ силамъ. Легко понять, сколько полезныхъ приложеній могло-бы произойти отъ рѣшенія этой задачи для строительнаго искусства, гдѣ такъ часто употребляются тѣла этого рода. Къ несчастью, эта задача въ то-же время есть, можетъ быть, самая трудная изъ всѣхъ вопросовъ математической теоріи упругости, такъ какъ она требуетъ предварительнаго рѣшенія одного аналитическаго вопроса,* которымъ геометры не занимались или не достигли еще разрѣшенія его трудностей. Тѣмъ не менѣе намъ кажется полезнымъ указать здѣсь, въ чемъ состоитъ эта задача, чтобы привлечь наконецъ къ ней вниманіе молодыхъ и наиболѣе искусныхъ математиковъ, которые достигнутъ, можетъ быть, желаемаго разрѣшенія. Пусть послѣдующее изложеніе укажетъ имъ путь къ изслѣдованію!...“

„Это въ нѣкоторомъ родѣ загадка, столь-же достойная приложенія проницательности, какъ и знаменитая задача о трехъ тѣлахъ въ небесной механикѣ“.

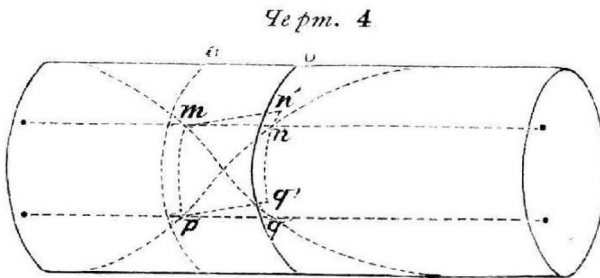
Разсмотримъ прямоугольный параллелепипедъ, стороны котораго $2a$, $2b$, $2c$; начало координатъ возьмемъ въ центрѣ, а оси параллельно ребрамъ; уравненія 6-ти сторонъ будутъ таковы:

$$x = \pm a, y = \pm b, z = \pm c.$$

Отвлечемся отъ дѣйствія внѣшнихъ силъ X_0 , Y_0 , Z_0 и предло-

Этотъ методъ лучше всего прослѣдить при изложеніи содержанія одного изъ мемуаровъ Сень-Венана: „Sur la torsion des prismes“. Изложимъ прежде всего взглядъ Сень-Венана на *причину сопротивленія крученію*.

Если отъ малаго крученія элементарныя волокна (fibres) или продольныя фибры молекулъ, каковы mn , pq , заключенныя въ двухъ послѣдовательныхъ сѣченіяхъ, перешли въ mn_1 , pq_1 , причину обнаруживающагося сопротивленія не должно искать въ увеличеніи длины



на весьма малыя величины *второго порядка*, которое эти фибры совершили, а въ наклоненіяхъ, которыя они принуждены были принять относительно сѣченій, откуда произошло относительное скольженіе поверхностныхъ

элементовъ pm , qn этихъ сѣченій; скольженія эти требуютъ нѣкоторой силы для того, чтобы ихъ совершить. Это сопротивленіе скольженію будетъ (такъ какъ всякое скольженіе приводится къ растяженію и сокращенію въ наклоненіи 45-ти градусовъ) сопротивленіемъ удлинненію діагонали pn и малаго квадрата $pmnq$ и укороченію діагонали mq ; удлинненіе и укороченіе будутъ 1-го порядка, такъ какъ ихъ отношеніе будетъ $= \frac{1}{2} \frac{mn_1}{mn}$.

Отсюда слѣдуетъ, что если два послѣдовательныя сѣченія pma , qnb остаются плоскими и перпендикулярными къ оси крученія, то относительное скольженіе $\frac{mn_1}{nn}$ ихъ двухъ элементовъ $d\omega$, которыхъ центры находятся въ точкахъ m и n на разстояніи r отъ оси, равно $\frac{\theta r}{a}$ и даетъ мѣсто сопротивленію, величина котораго будетъ (если G означимъ коэффиціентъ упругости скольженія):

$$G \frac{\theta r}{a} d\omega.$$

Умножая на плечо рычага r и интегрируя для всего сѣченія, получимъ слѣдующую величину для момента крученія:

$$G \frac{\theta}{a} \int r^2 d\omega = G \frac{\theta}{a} J.$$

Это выраженіе, по Навье, точно для круговаго основанія призмы, такъ какъ подобное сѣченіе не имѣетъ причины искривляться скорѣе въ одной точкѣ, чѣмъ въ другой, одинаково отстоящей отъ центра или имѣть выпуклость болѣе съ одной стороны, чѣмъ съ дру-

того, уничтожаясь, они обнажаютъ внутреннія, болѣе слабыя части массива и тѣмъ ускоряютъ его разрушеніе.

Охранная стѣнка на молѣ устраивается послѣ уже укладки массивовъ на наружномъ откосѣ и вообще послѣ всѣхъ работъ, когда сооруженіе приметъ окончательную уже осадку. Для чего обыкновенно требуется около 2 лѣтъ. Сначала постель для стѣнки дѣлалась изъ бетона. Но опытъ показалъ, что бетонъ въ этомъ случаѣ очень неудовлетворителенъ. Поэтому теперь вмѣсто него кладутъ массивъ размѣромъ $5 \times 2 \times 1,75$ метра. Практика доказала удобства этого способа, а равно и значительную дешевизну его сравнительно съ прежнимъ, такъ что за ту же сумму оказалось возможнымъ дѣлать площадку за стѣнкою, вмѣсто 8, въ 10 метр. шириною. Изображенный на черт. 5 профиль мола есть тотъ, который принятъ нынѣ. До него дошли путемъ послѣдовательныхъ измѣненій первоначальнаго, согласно указаніямъ опыта, и ничто не доказываетъ, что онъ окончательный. Погонный метръ его при средней глубинѣ въ 22 метра стоитъ круглымъ числомъ 10,500 франк., а нѣсколько облегченный профиль проектированнаго восточнаго мола (чер. 6) на средней глубинѣ отъ 10 до 11 метр. исчисленъ въ 4,500 франк.

Высказанное здѣсь о типахъ набережныхъ и моловъ указываетъ на сколько трудно было выработать ихъ въ началѣ, что и повлекло за собою ихъ измѣненія, вызванныя ходомъ работъ. Если принять во вниманіе, что то же было и бываетъ въ другихъ портахъ, и, между прочимъ, и у насъ, какъ то видно изъ исторіи постройки Петербургскаго, Ревельскаго, Либавскаго и Одесскаго портовъ, то оказывается, что такъ называемые окончательные проекты портовъ есть въ сущности предварительные, нужные лишь для приступа къ работамъ и для исчисленія приблизительной ихъ стоимости. На этомъ основаніи казалось бы, что занятіе тщательною и подробною разработкою проектовъ составляетъ непроизводительную затрату труда и времени, по крайней мѣрѣ въ громадномъ большинствѣ случаевъ.

Камень для работъ добывается изъ казеннаго карьера, лежащаго близъ берега на западной сторонѣ гавани, и перевозится на суда, смотря по величинѣ, или на тѣлѣжкахъ или на санкахъ по деревяннымъ слягамъ. За недостаткомъ казеннаго камня, разработывается подрядчикомъ еще карьеръ, лежащій въ сѣверо-западной сторонѣ гавани значительно дальше отъ берега. Камень весьма слоистаго сложенія и имѣетъ весьма гладкія поверхности, крайне плохо вяжущіяся съ растворомъ. Это обстоятельство заставило отказаться отъ

$j = \frac{dz}{dv}$. . . также наклоненіе искривленной поверхности въ точкѣ M по направленію v , или въ сѣченіи поверхности вертикальной плоскостью параллельной ордин. v .

Если бы сѣченіе осталось плоскимъ и горизонтальнымъ, то скольженія были бы:

$$g = \theta r, \quad g' = -\theta v, \quad g'' = \theta u;$$

ибо, если mn взята для единицы длины, то ея горизонтальная проекція $MN = \theta r$ будетъ скольженіемъ на сѣченіи, и NPM , будучи малымъ прямоугольнымъ треугольникомъ $\sim \Delta OKM$, котораго стороны суть u, v, r ; мы имѣли бы: $g' = MP = \theta v, g'' = PN = \theta u$, такъ какъ $\frac{v}{PM} = -\frac{r}{r\theta}; \frac{u}{NP} = \frac{r}{r\theta}$.

Если съ другой стороны искривилось бы сѣченіе, а фибра въ M осталась бы вертикальной, то скольженіе g' было бы проекціей md на касательную mt единицы длины ma , отмѣченной на этой вертикальной линіи ma ; эта проекція была бы ни что иное, какъ мѣра небольшого угла наклоненія (tmu) касательной mt къ горизонтальной линіи mu , такъ что получили бы:

$$g' = i = \frac{dz}{du}, \text{ и также } g'' = j = \frac{dz}{dv}.$$

Истинныя величины g' или g'' , по правилу геометрическаго сложения очень малыхъ перемѣщеній и слѣдовательно алгебраическаго сложения направленныхъ въ одну сторону, будутъ суммами тѣхъ, которыя найдены при этихъ двухъ предположеніяхъ. Это хорошо видно на фигурѣ для скольженія g по u . Дѣйствительно, оно измѣряется чрезъ mq (проекція mu ($=1$) на касательную mt). Слѣдовательно $mq = md - qd$ и $qd = na = PM$. Итакъ въ точкѣ (M, m) имѣемъ, слѣдуя по координатамъ u, v для скольженій, происходящихъ заразъ отъ наклоненія, принятаго фиброй, и отъ наклоненія, принятаго сѣченіемъ:

$$g' = i - \theta v, \quad g'' = j + \theta u.$$

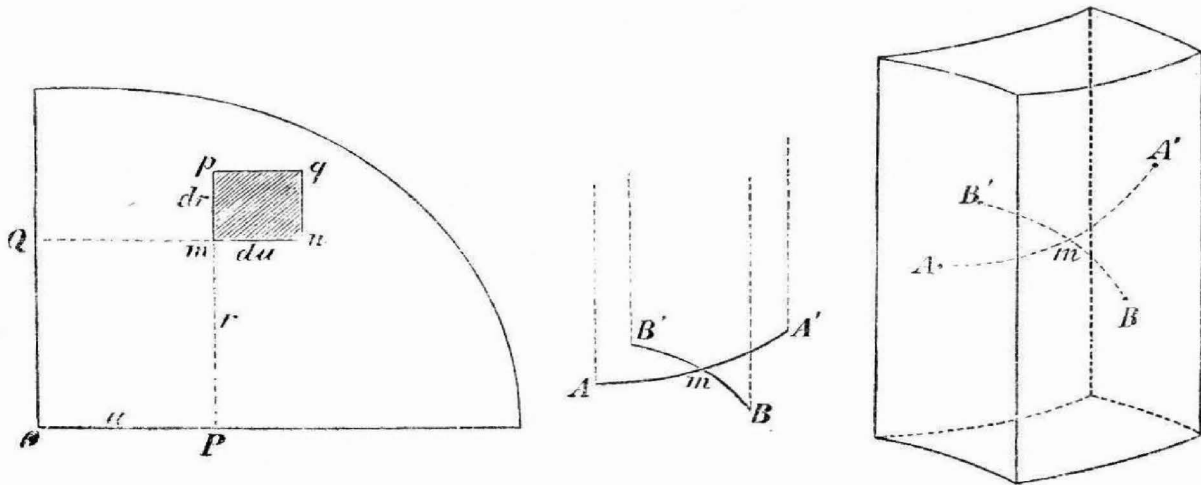
И слѣдовательно для величины главнаго скольженія получаемъ:

$$g = \sqrt{(i - \theta v)^2 + (j + \theta u)^2}.$$

Пусть $mnpq$ основаніе фибры, ширина которой $mn = du$ и толщина $mp = dv$. До крученія она ограничена плоскостями mn, pq и nq , || ными оси крученія O и соотвѣтственно || ными координатамъ U и V точки m (черт. 6).

Составимъ ур. равновѣсія для продольнаго перемѣщенія малой части этой прямоугольной фибры, заключенной между двумя весьма близкими сѣченіями, причемъ предполагается, что она не испытываетъ никакого продольнаго или параллельнаго оси натяженія.

Черт. 6.



Пусть:

- i_1 — величина наклоненія (i) къ прежней плоскости сѣченія въ точкѣ n (весьма близкой къ m) кривой или касательной къ сѣченію этой поверхности вертикальной плоскостью, проведенной чрезъ m параллельно координатѣ u .
- j_1 — таже величина наклоненія (j) въ направленіи v , когда переходятъ въ точкѣ p на разстояніи $mp = mn$ отъ точки m по параллельной къ v .

Равновѣсіе требуетъ, чтобы сумма продольныхъ дѣйствій $G(j + \theta u)$, $G(i - \theta v)$ на стороны pq , nq равнялась суммѣ соотвѣстныхъ противоположно направленныхъ $G(ju + \theta u)$, $G(i - \theta v)$ на стороны mn , mp . Члены съ θ сокращаются и остается:

$$(i_1 - i) + (j_1 - j) = 0$$

$$\text{или } \frac{di}{du} + \frac{dj}{dv} = 0; \quad \frac{d}{du} \left(\frac{dz}{du} \right) + \frac{d}{dv} \left(\frac{dz}{dv} \right) = \frac{d^2 z}{du^2} + \frac{d^2 z}{dv^2} = 0 \text{ ур.}$$

съ частными производными, если стороны основаній фибръ взяты || по координатамъ u и v .

Это ур. $(i_1 - i) + (j_1 - j) = 0$ имѣетъ важное геометрич. значеніе. Оно показываетъ, что искривленная поверхность скрученной призмы должна быть такова, что, начиная съ каждой ея точки, наклонъ кривой возрастаетъ на столько въ извѣстномъ направле-

ніи, на сколько уменьшается по направленію \perp ному, или, если пересѣкутъ эту поверхность сѣченія двумя системами ортогональных плоскостей, проведенныхъ параллельно оси крученія, то кривыя линіи, происходящія отъ этихъ пересѣченій, имѣютъ къ плоскости, перпендикулярной этой оси крученія, наклоненія, изъ которыхъ одно увеличивается именно на столько, на сколько уменьшается другое, когда переходятъ отъ какой-либо точки пересѣченія двухъ плоскостей нормальныхъ одна другой къ сосѣднимъ точкамъ, одинаково отстоящимъ по той и по другой изъ пересѣкающихся плоскостей.

Такъ что малыя кривизны этихъ двухъ сѣченій повсюду равны, но противоположны. (Черт. 6).

Условіе для точекъ контура.

По предположенному отсутствію касательнаго дѣйствія, т. е. всякаго скольженія на боковыхъ сторонахъ призмы, необходимо, чтобы искривленное сѣченіе нормально разсѣкало бока и чтобы матеріальныя линіи, первоначально нормальныя къ этимъ сторонамъ, оставались нормальными также и къ контуру сѣченія и къ бокамъ, сдѣлавшимся винтовыми; откуда слѣдуетъ, что эти винтовые линіи должны проектироваться на сѣченіе или на касательныя къ нему плоскости — *касательно къ контуру*.

Элементъ контура имѣетъ проеціями: du на ось u , dv на ось v .

Винтообразная фибра проектируется на контурѣ по направленію *главнаго скольженія*, проеціи котораго суть: $i - \theta v$ на ось u , $j + \theta u$ на ось v .

Чтобы эти два направленія были одинаковы, необходимо:

$\frac{dv}{du} = \frac{j + \theta u}{i - \theta v}$ или $\left(\frac{dz}{du} + \theta u\right) du - \left(\frac{dz}{dv} - \theta v\right) dv = 0$ для всѣхъ точекъ контура.

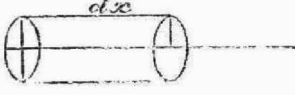
Смѣшанный методъ для крученія

(Мемуаръ Сень-Венана: „Sur la torsion des prismes“).

1) Къ задачамъ о крученіи призмъ слѣдующимъ образомъ прилагается смѣшанный методъ (*méthode mixte ou semi-inverse*): дается часть дѣйствующихъ на тѣло силъ; именно предполагается, что внѣшнія силы дѣйствуютъ на бока призмы подъ прямымъ угломъ, т. е. нѣтъ слагающихъ по высотѣ. Обыкновенно даже эти внѣшнія натяженія $= 0$ или $= const.$

Вариньонъ, считая гипотезу *Мариотта* весьма правдоподобною, представилъ въ 1702 году: „Mémoire sur la résistance des solides pour tout ce qu'on peut faire d'hypothèses touchant la force ou la ténacité des fibres du corps à rompre“, въ которомъ онъ, помѣщая также неподвижную ось внизу сѣченія, даетъ общую формулу, гдѣ сопротивление фибръ остается неопредѣленною функціею ихъ растяженія и проч. Можно конечно предположить иной законъ, нежели законъ пропорціональности первымъ степенямъ растяженія, если желаемъ, чтобы формулы точнѣе опредѣляли тяжести, способныя произвести непосредственный переломъ, вмѣсто того, чтобы пользоваться теперешними формулами, которыя даютъ только предѣлы силъ, за которыми строеніе тѣла начинаетъ измѣняться, такъ какъ этотъ простой законъ не выполняется точно до того мгновенія, когда происходитъ разрывъ. Спустя 20 лѣтъ послѣ *Мариотта* (1705), *Яковъ* чтобы образомъ опредѣлить, какое крученіе производится силами простой напряженія и распредѣленія, и каковы могутъ быть прѣдѣлы этихъ силъ, чтобы избѣжать всякой опасности разрыва волоконъ разрывъ отъ ихъ относительнаго скольженія.

Оси координатъ прямоугольны, крученіе вокругъ оси X .

- поперечное сѣченіе, первоначально плоское, перпендикулярно къ оси x .
- элементъ поверхности сѣченія; поперечныя координаты центра его y и z .
- крученіе, отнесенное къ 1-цѣ длины призмы для сѣченія ω , или дуга радіуса $= 1$ вращенія точки сѣченія, отстоящаго на единицу разстоянія по оси отъ ω , такъ что θdx  уголъ крученія на разстояніи $= dx$ отъ ω .
 θ положительно, когда, смотря въ положительную сторону оси x , т. е. отъ начала координатъ, увидимъ вращеніе отъ положительной части оси y къ положительной оси z , т. е. справа на лѣво.
- M_x — моментъ крученія ω , или общій моментъ вокругъ оси x частичныхъ силъ, дѣйствующихъ черезъ это сѣченіе, или (что приводитъ къ тому же) натяженій (pressions), на разныхъ его элементахъ.
- и α — будутъ полярныя координаты точки сѣченія, для котораго y, z суть прямоугольныя координаты, такъ что $y = r \cos \alpha$, $z = r \sin \alpha$, $r = \sqrt{y^2 + z^2}$, $\alpha = \arctang \frac{z}{y}$.

$J = J' + J'' = \int_{\omega} r^2 d\omega$ полярный моментъ инерціи.

$J' = \int_0^{\omega} z^2 d\omega, J'' = \int_0^{\omega} y^2 d\omega$ моменты инерціи сѣченія вокругъ линій парал-

лельныхъ осямъ y и z , проведенныхъ на плоскости сѣченія, обыкновенно чрезъ центръ его тяжести.

$2b, 2c$ — два главныхъ измѣренія сѣченія (b, c полу-оси, если сѣченіе эллиптическое, половины сторонъ, если это прямоугольникъ) обыкновенно въ направленіи y и z .

G — коэффициентъ упругости скольженія, когда оно одинаково для всѣхъ направленій \perp ныхъ xy , $g_x = \sqrt{g_{xy}^2 + g_{xz}^2}$ главное или наибольшее скольженіе по направленію \perp ному xy , проведенному чрезъ центръ элемента $d\omega$.

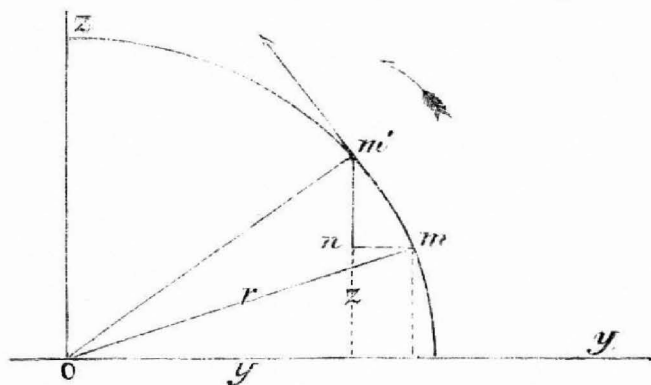
T — касательная составляющая натяженія, которую нельзя переступать, или наибольшая величина Gg_x , не представляющая опасности сжатію.

Характеристическія уравненія крученія.

Точки двухъ сѣченій ω, ω' , которыхъ координаты первоначально были y и z , послѣ перемѣщенія имѣютъ координатами:

$$1. \dots y + v, z + w; y + v + \frac{dv}{dx} dx \text{ и } z + w + \frac{dw}{dx} dx \dots 2.$$

Черт. 7.



Второе сѣченіе ω' повернулось относительно первого на уголъ θdx или на дугу $\theta r dx$ ($= mm'$). Cosinus'ы угловъ этой дуги съ осями координатъ y и z будутъ:

$$- \frac{z}{r}, \frac{y}{r} \dots 3.$$

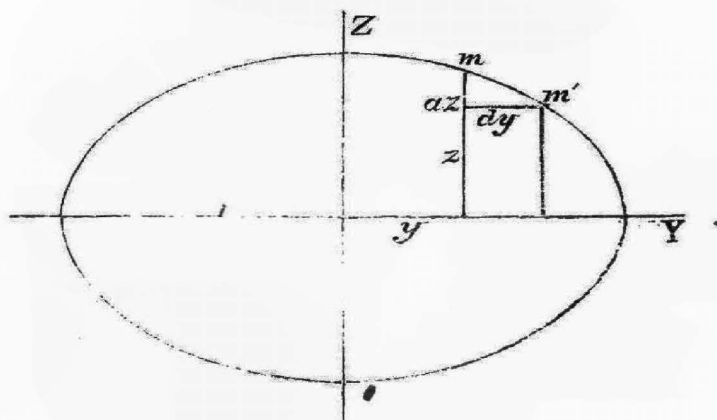
Слѣдов. приложенія относительнаго перемѣщенія или дуги $m'm$ будутъ — $\theta z dx$, $\theta y dx$.

Эти приложенія должны равняться соотвѣтственнымъ приращеніямъ координатъ, т. е.

$$\frac{dv}{dx} = -\theta z; \frac{dw}{dx} = \theta y \dots 4.$$

Таковы данныя относительно перемѣщеній, характеризующія
зрученіе вообще.

Данные условия относительно силъ, — что для внѣшнихъ боковыхъ давленій составляющія по оси $x=0$, выразятся такимъ образомъ: элементъ боковой поверхности призмы, имѣющей высотой dx , а основаниемъ элементъ mm' контура ω , имѣетъ проеціями на плоскости соотвѣтственно перпендикулярныя x , y и z величины:



НУЛЬ, — $dzdx$, $dydx$.

Затѣмъ, на основаніи первой изъ 2-хъ извѣстныхъ теоремъ Коши, что:

„Давленіе на малую плоскую поверхность есть составное давлe-
ніе, претерпываемыхъ тремя ея прямоугольными или косоуголь-
ными проеціями на три какихъ либо плоскости, проходящія
чрезъ центръ тяжести этой поверхности“, — заключаемъ, что
давленіе на этотъ рассматриваемый элементъ, направленное парал-
лельно x , есть равнодѣйствующая двухъ силъ: — $p_{xy} dz dy$, $p_{xz} dy dz$,
которые должно сложить, такъ какъ онѣ имѣютъ одно и то-же нап्रा-
вленіе (p есть натяженіе или давленіе (pression) на единицу поверх-
ности. 1-я буква выражаетъ нормаль къ поверхности, на которую
дѣйствуетъ это натяженіе, 2-я буква — направленіе прямой, на ко-
торую оно проектируется).

Так, образ., по умові для бокового натягнення по осі x имѣмъ:

[illegible]

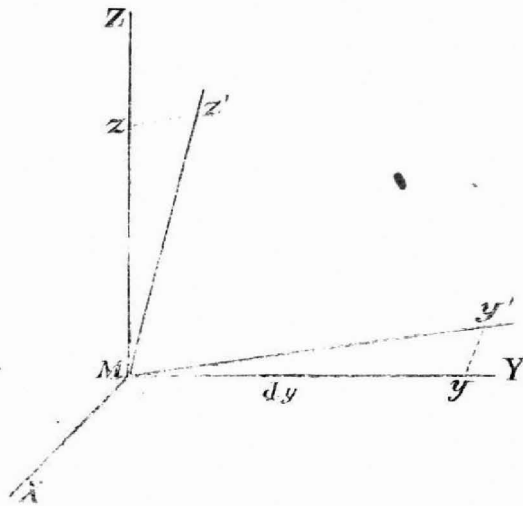
гдѣ du и dz относятся къ контуру сѣченій. Таковы *данныя относительно силъ*. Выраженіе это можно вывести и другими способами.

Для опредѣленія искомыхъ перемѣщеній, замѣтимъ во 1-хъ), что мы всегда можемъ предположить неподвижность одной изъ материальныхъ точекъ оси вращенія (напр. начало координатъ); можно также предположить неизмѣннымъ направленіе этой оси вращенія

и направлѣніе какого либо изъ плоскихъ элементовъ, проходящихъ чрезъ нее и ось y ; во 2-хъ) крученіе θ рассматриваемъ для одной изъ короткихъ призмъ, на которыя можно мысленно раздѣлить данную призму. Уголъ-же крученія послѣдней можетъ быть даже болѣе окружности. Такимъ образомъ, можемъ приложить общія формулы перемѣщенія, ибо мы рассматриваемъ весьма малыя перемѣщенія, которыя затѣмъ можно суммировать.

Скольженіе $g_{\mu\delta}$ вообще есть величина того угла, на который

Черт. 9.



уменьшается прямой уголъ между направлѣніями μ и δ . Линія yy' , параллельная Mz , между первоначальною осью My и перемѣстившеюся My' есть перемѣщеніе w точки y , если изъ него вычесть перемѣщеніе точки M , произведенное возвращеніемъ послѣдней въ первоначальное положеніе. Если возьмемъ длину $My = dy$, то получимъ $yy' = (w + \frac{dw}{dy} dy)$
— $w = \frac{dw}{dy} dy$.

Откуда малый уголъ $y'My = \frac{dw}{dy}$. Точно также докажемъ, что малый уголъ $z'Mz = \frac{dv}{dz}$. Слѣд. величина, на которую уменьшился прямой уголъ, сдѣлавшись острымъ, или величина скольженія, будетъ соотвѣтственно равна:

$$g_{yz} = \frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy}, g_{zx} = \frac{dw}{dx} + \frac{du}{dz}, g_{xy} = \frac{du}{dy} + \frac{dv}{dx}.$$

Вводя сюда указанныя выше характеристическія уравненія: $\frac{dv}{dx} = -\theta z$, $\frac{du}{dx} = \theta y$, получимъ:

$$g_{xy} = \frac{du}{dy} - \theta z, g_{xz} = \frac{du}{dz} + \theta y. \quad . \quad . \quad . \quad 6.$$

Если предположимъ, что чрезъ точку $M(x, y, z)$ проходятъ 3 плоскости симметріи (plan de symétrie, plan principal d'élasticité), то, какъ извѣстно, касательныя натяженія выразятся такъ:

$$p_{xy} = fg_{xy}, p_{xz} = eg_{xz}.$$

Замѣтимъ, что выводы Сенъ-Венана для крученія не требуютъ непремѣннаго существованія 3-хъ плоскостей симметріи.

Предполагается только, что двѣ изъ касательныхъ составляющихъ натяженія, напр. величины p_{xy} и p_{xz} , будутъ выраженіями одночленными (monômes: $p_{xy} = fg_{xy}$; $p_{xz} = eg_{xz}$), чего можно достигнуть приличнымъ выборомъ координатъ даже при существованіи одной только плоскости симметріи.

Вставляя полученные выраженія скольженій, имѣемъ для касательныхъ натяженій:

$$p_{xy} = fg_{xy} = f \left(\frac{du}{dy} - \theta z \right); p_{xz} = eg_{xz} = e \left(\frac{du}{dz} + \theta y \right) \quad 7.$$

Моментъ крученія (M_x) есть ничто иное, какъ сумма моментовъ вокругъ x силъ, — составляющихъ давленія, или натяженія $p_{xz}d\omega$, $p_{xy}d\omega$, $p_{xz}du$ на различные элементы du .

Для первой составляющей моментъ = 0, т. к. она параллельна оси; двѣ другія имѣютъ плечи рычага z и y , но послѣдняя дѣйствуетъ въ направленіи противоположномъ тому, въ которомъ по нашему предположенію дѣйствуетъ крученіе. Слѣдов.

$$M_x = \int_0^\omega d\omega (p_{xz}y - p_{xy}z) \text{ или подставляя: } M_x = \int_0^\omega d\omega \left[e \left(\frac{du}{dz} + \theta y \right) y - f \left(\frac{du}{dy} - \theta z \right) z \right].$$

Это выраженіе приводится къ виду:

$$\theta (e \int y^2 d\omega + f \int z^2 d\omega) = \theta (fJ' + eJ''),$$

а при $e = f$ къ полярному моменту инерціи сѣченія $J = \int r^2 d\omega$, умноженному на крученіе θ и на коэффициентъ упругости скольженія (e), если нѣтъ продольныхъ перемѣщеній (u), или если они постоянны для каждаго сѣченія, т. е. если сѣченія остаются плоскими и \perp ными къ оси. Это предположеніе допускала прежняя теорія крученія, но оно, какъ мы видѣли, справедливо только для призмы съ круговымъ основаніемъ, для которой Куломбъ далъ свою теорію. Для столь важнаго опредѣленія момента M_x и скольженій g , нужно знать продольныя перемѣщенія U частицъ скрученной призмы.

Общія уравненія, выражающія соотношенія между перемѣщеніями точекъ упругаго тѣла и данными натяженіями или силами для плоскости перпендикулярной оси x , таковы:

Изъ диф. ур. $\frac{d^2u}{dy^2} + \frac{d^2u}{dz^2} = 0$ видимъ, что ему удовлетворяетъ выраженіе $u = a'_2 yz$, ибо тогда $\frac{d^2u}{dy^2} = 0$, $\frac{d^2u}{dz^2} = 0$. Слѣдов.

$$u = -\frac{b^2 - c^2}{b^2 + c^2} \theta yz. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 13.$$

$$g_{xy} = \frac{du}{dy} - \theta z = -\frac{2b^2\theta z}{b^2 + c^2}; \quad g_{xz} = \frac{du}{dz} + \theta y = \frac{2c^2\theta y}{b^2 + c^2}. \quad . \quad 14.$$

$$\text{Моментъ круч. } M_x = G \int d\omega (g_{xz}y - g_{xy}z) = 2G\theta \frac{b^2/z^2 d\omega + c^2/y^2 d\omega}{b^2 + c^2}$$

$$J' = \int z^2 d\omega = \pi \frac{bc^3}{4}, \quad J'' = \int y^2 d\omega = \pi \frac{b^3c}{4}. \quad . \quad . \quad 15.$$

Откуда:

$$M_x = G\theta \frac{\pi b^3 c^3}{b^2 + c^2} = G\theta \frac{4J'J''}{J' + J''} = \frac{4G\theta}{J' + J''}. \quad . \quad . \quad 16.$$

Поперечныя перемѣщенія. Для полученія перемѣщеній w , v слѣдуетъ интегрировать $\frac{dv}{dz} = -\theta z$, $\frac{dw}{dx} = \theta y$, имѣя условіе отсутствія поперечныхъ расширеній, т. е. $\frac{dv}{dy} = 0$, $\frac{dw}{dz} = 0$. Отсюда, если F и f произв. функціи:

$$v = -\theta xz + F(z), \quad w = \theta xy + f(y).$$

По условію $\frac{dv}{dz} + \frac{dw}{dy} = 0$ имѣемъ $F'(z) + f'(y) = 0$, и затѣмъ:

$$v = -\theta xz - kz + k'; \quad w = \theta xy + ky + k''.$$

Постоянныя k' и k'' должны $= 0$, ибо мы предполагаемъ неподвижнымъ начало координатъ, для котораго $x = 0$, $y = 0$, $z = 0$; постоянное k , выражающее вообще малое вращеніе вокругъ оси x , тоже $= 0$, ибо мы предполагаемъ, что часть плоскости xy близь начала координатъ не повертывается. И такъ получаемъ:

$$v = -\theta xz, \quad w = \theta xy. \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 17.$$

Напряженія или давленія.

Выразивъ перемѣщенія u , v , w , получимъ для натяженій:

$$p_{xx} = 0, \quad p_{yy} = 0, \quad p_{zz} = 0, \quad p_{yz} = 0$$

что указываетъ на отсутствіе нормальныхъ напряженій на боковыхъ сторонахъ, т. е. на внѣшней боковой поверхности.

Касательныя натяженія по направленію осей y , z будутъ:

$$p_{xy} = -G\theta \frac{2b^2z}{b^2 + c^2}, \quad p_{xz} = G\theta \frac{2c^2y}{b^2 + c^2}. \quad . \quad . \quad 17.$$

и y^2 постоянно, — наибольшее скольженіе g находится въ тѣхъ точкахъ, гдѣ z^2 и y^2 имѣютъ наибольшія величины и слѣдов. въ точкахъ, гдѣ эта прямая встрѣчаетъ контуръ сѣченія.

Такимъ образомъ на эллиптическомъ контурѣ должно искать опасную точку (Poncelet), гдѣ разрывъ всего скорѣй можетъ произойти.

Если подставимъ вмѣсто z^2 въ предъидущее выраженіе вели-

Искривленіе стѣний (*gauchissement*).

Выраженіе $u = -\frac{b^2 - c^2}{b^2 + c^2} \theta yz$ показываетъ, что сѣченіе ω первоначально плоское становится послѣ крученія неровною поверхностью (*plan gauche*), именно: гиперболическимъ параболоидомъ, вершина котораго въ центрѣ сѣченія. Коэффициентъ при yz можно разсматривать какъ мѣру величины искривленія; она, какъ видно, пропорціональна крученію θ и разности кв. осей $(b^2 - c^2)$ (см. чертежъ). Ордината u , перпендикулярная первоначальной плоскости сѣченія, отрицательна въ тѣхъ частяхъ или четвертяхъ эллипса, гдѣ y и z оба положительны и гдѣ оба отрицательны.

Когда $b = c$ (сѣченіе круговое), то

$$u = 0, g_{xy} = -\theta z, g_{xz} = \theta y, g_x = \sqrt{g_{xy}^2 + g_{xz}^2} = \theta r. \quad 19.$$

$M_r = 2GJ\theta = GJ\theta = G \frac{\pi b^4}{2} \theta$, гдѣ $J = \int r^2 d\omega$ есть полярн. моментъ инерціи.

Формула Куломба $M_x = GJ\theta$, справедливая для призмъ съ круговыми основаніями, для другихъ основаній даетъ слишкомъ большой моментъ крученія.

Такъ для эллипса:

$$\frac{4J'J''}{J' + J''} = \frac{(J' + J'')^2 + (J'' - J')^2}{J' + J''} = J - \frac{(J'' - J')^2}{J'}$$

Слѣд. моментъ $M_x = G \frac{4J'J''}{J' + J''} \theta$ всегда менѣе $GJ\theta$ и, если J слишкомъ незначительно сравнительно съ J' , или c^2 сравнительно съ b^2 , то $M = 4GJ\theta$, — величина слишкомъ малая сравнительно съ величиной $G(J + J')$ прежней теоріи, въ которой не было обращено вниманія на продольное перемѣщеніе U , причину искривленія. Для искривленнаго сѣченія наклоненія фибръ, сдѣлавшихся винтообразными, гораздо менѣе, чѣмъ для сѣченія неискривленнаго. Поэтому сопротивленіе крученію, причина котораго заключается въ

этихъ наклоненіяхъ, по величинѣ гораздо менѣе, чѣмъ это выводили прежде.

Коши замѣтилъ *), что, когда ось крученія (ось x -овъ) есть ось упругости (axe d'élasticité), то θ не имѣетъ необходимости быть постояннымъ въ различныхъ точкахъ каждаго сѣченія для того, чтобы выраженія $\frac{dv}{dx} = -\theta z$, $\frac{dw}{dx} = \theta y$ и $\frac{d^2u}{dx^2} = 0$ приводили указанное нами общее. ур. $a \frac{d^2x}{dy^2} + f \frac{d^2v}{dy^2} + \dots e + e'' \frac{d^2u}{dzdx} = X$ къ простой интегрируемой формѣ: $\frac{d^2u}{dy^2} + \frac{d^2u}{dz^2} = 0$; онъ говоритъ, что для этого необходимо только, чтобы θ было функцией радіуса вектора $r = \sqrt{y^2 + z^2}$, ибо сумма двухъ послѣднихъ выраженій указанного диф. ур., приводящаяся для этого случая къ выраженію $(e + e') \left(\frac{d^2v}{dx dy} + \frac{d^2w}{dx dz} \right)$, уничтожается какъ для $\frac{d\theta}{dy} = 0$, $\frac{d\theta}{dz} = 0$, когда имѣемъ только $\frac{d\theta}{dy} = \frac{d\theta}{dr} \cdot \frac{dr}{dy} = \frac{d\theta}{dr} \frac{y}{r}$ и $\frac{d\theta}{dz} = \frac{d\theta}{dr} \cdot \frac{dr}{dz} = \frac{d\theta}{dr} \frac{z}{r}$.

Ось призматической фигуры есть ось крученія.

Слѣдуетъ замѣтить, что ось крученія пройдетъ необходимо чрезъ центры эллиптич. сѣченій, такъ какъ равновѣсіе составляющихъ $p_{xy}d\omega$, $p_{xz}d\omega$ параллельныхъ y и z требуется (изъ ихъ выраженій 18), чтобы $\int z d\omega = 0$, $\int y d\omega = 0$, или, чтобы начало коорд. y и z на каждомъ сѣченіи было именно въ центрѣ тяжести.

Болѣе значительныя перемѣщенія могутъ быть вообще получены, постепенно распространяя формулы, данныя для весьма малыхъ перемѣщеній; для этого перемѣщаютъ приличнымъ образомъ оси координатъ, послѣдовательно помѣщая ихъ въ различныхъ частяхъ призмы.

Наибольшее скольженіе и опасныя точки.

Во всякой точкѣ сѣченія ω , координаты которой суть y , z , главное скольженіе g_x по направленію x выражается по составляющимъ такъ:

$$g_x^2 = g_{xy}^2 + g_{xz}^2 = \frac{2\theta}{b^2 + c^2} (b^4 z^2 + c^4 y^2);$$

отсюда видно, что въ рядѣ точекъ, принадлежащихъ одной и той-же прямой, выходящей изъ центра, или для которыхъ отношеніе z^2

*) Comptes rendus, 20 février, t. XXXVIII, p. 326—332 (1854 года).

и y^2 постоянно, — наибольшее скольженіе g находится въ тѣхъ точкахъ, гдѣ z^2 и y^2 имѣютъ наибольшія величины и слѣдов. въ точкахъ, гдѣ эта прямая встрѣчаетъ контуръ сѣченія.

Такимъ образомъ на эллиптическомъ контурѣ должно искать опасную точку (Poncelet), гдѣ разрывъ всего скорѣй можетъ произойти.

Если подставимъ вмѣсто z^2 въ предъидущее выраженіе величину $c^2 \left(1 - \frac{y^2}{b^2}\right)$, относящуюся къ точкамъ контура, получ.:

$$g_x^2 = \left(\frac{2bc}{b^2 + c^2}\right)^2 [b^4 - (b^2 - c^2)y^2],$$

выраженіе, которое (если $b > c$) есть наибольшее изъ возможныхъ при $y = 0$. $z = \pm c$ и наименьшее при $z = 0$, $y = \pm b$. Слѣдов.

Опасныя точки (или наибольшее скольженіе) находятся на концахъ малой оси эллип. сѣченія, а на концахъ большой оси слабѣйшее скольженіе или наименьшая опасность разрыву отъ крученія.

Этотъ замѣчательный результатъ противорѣчитъ прежней обычной теоріи, по которой скольженіе и опасность разрыва суть наибольшія въ точкахъ наиболѣе удаленныхъ отъ оси крученія. Мы указали уже причину этого въ искривленіи сѣченій; Сенъ-Венанъ даетъ также весьма вѣроятное объясненіе этого во взаимодействіи продольныхъ фибръ, наклоняющихся винтообразно къ оси крученія, и элементовъ поперечнаго сѣченія, искривившагося отъ крученія. (См. черт.).

Въ точкахъ наиболѣе удаленныхъ отъ оси круч. (на рис. точки $ССС$) или на концахъ удлиненаго сѣченія эти элементы почти не сопротивляются дѣйствію фибръ, такъ что эти элементы (дуга эллипса BCB) и фибры остаются между собою почти \perp ными; главное скольженіе ничтожно также какъ и сопротивленіе и опасность разрыва отъ крученія. Въ точкахъ контура наиболѣе близкихъ къ оси (B, B, B, \dots) происходитъ иное: элементы сѣченія, удерживаемые другими прилежащими, не только не уступаютъ дѣйствію фибръ, но наклоняются даже въ сторону противоположную этому дѣйствію, что производитъ максимумъ скольженія, сопротивленія и опасности.

Условіе прочности.

На концахъ малой оси эл., которая $\parallel z$, имѣемъ $g_{xz} = 0$ и $g_x = g_{xy} = -\frac{2bc}{b^2 + c^2} \theta b$. (См. фор. 14).

Таково наибольшее скольженіе для всего сѣченія. Отношеніе къ наименьшему равно $\frac{b}{c}$.

Если T' и T'' суть силы или составляющія натяженій $p_{xy} = G'g_{xy}$, $p_{xz} = G''g_{xz}$ (G' и G'' коэф. упругости скольженія), когда скольженія достигаютъ своихъ предѣловъ, то условіе прочности отъ скольженія будетъ

$$1 = \text{или } \nabla \left(\frac{G'g_{xy}}{T'} \right)^2 + \left(\frac{G''g_{xz}}{T''} \right)^2.$$

Если прямая \parallel на оси x суть оси симметріи, то $\frac{T'}{G'} = \frac{T''}{G''} =$ вообще $\frac{T}{G}$ и слѣд. T должно быть $=$ или ∇ maximum Gg .

Въ нашемъ случаѣ условіе прочности эллиптич. призмы будетъ

$$T = \text{или } \nabla G\theta \frac{2b^2c^2}{b^2 + c^2}.$$

Отсюда выводятъ наибольшій моментъ силъ, производящихъ крученіе, которому возможно подвергать призму. Величину $G\theta$ опредѣляютъ изъ выраженія $M_x = G\theta \frac{\pi b^3 c^3}{b^2 + c^2}$. Откуда получаемъ:

$$\text{Limite } M_x \leq \frac{\pi b c^2}{2} \text{ или } \leq \frac{2J}{c} T.$$

По прежней теоріи, не принимавшей въ расчетъ искривленія сѣченій, получ. $M_x \leq \frac{J}{b} T$ (гдѣ $J = J' + J''$), т. е. величину гораздо большую истинной.

Инж. Борзовъ.

(Продолженіе будетъ).

УХОДЪ ЗА ЖЕЛѢЗНЫМИ МОСТАМИ И ИХЪ СОДЕРЖАНІЕ.

(Изъ „*Railroad Gazette*“ 1883 г., № 12).

Указавъ на болѣе выдающіяся теоріи повѣрки устойчивости и прочности цилиндрическихъ сводовъ, мы намѣрены, въ этой части нашего труда, изложить эмпирическіе способы ихъ проектированія.

Основная идея этихъ способовъ заключается:

- 1) въ предположеніи, что направляющія внутренней и внѣшней поверхностей—кривыя однородныя;
- 2) въ опредѣленіи швовъ перелома по правиламъ Боатора, и
- 3) въ опредѣленіи, по особымъ эмпирическимъ даннымъ, толщины свода въ швахъ перелома и въ замкѣ.

Полученное такимъ образомъ очертаніе проектируемаго свода остается затѣмъ провѣрить по одному изъ изложенныхъ способовъ повѣрки и убѣдиться, что принятые размѣры удовлетворяютъ всѣмъ условіямъ устойчивости и прочности сооруженія.

I. Эмпирическія формулы для расчета толщины цилиндрическихъ сводовъ въ замкѣ.

Буквы, входящія въ составъ нижеслѣдующихъ формулъ, имѣютъ слѣдующія значенія:

s — толщина свода въ замкѣ.

D — длина отверстія въ свѣту.

R — радіусъ внутренней поверхности круговыхъ сводовъ.

H — высота насыпи.

f — подъемъ свода.

* См.) журналъ М. П. С. „Инженеръ“ 1882 г., кн. 23 и 24.

Если шпалы не ровно положены на продольныя подшпальныя балки (stringer) и рельсы неправильно укрѣплены на шпалахъ, то движеніе по нимъ груза причиняетъ постоянныя толчки, передающіеся сперва отъ рельсъ шпаламъ, а затѣмъ отъ шпалъ на всю постройку.

Небрежная укладка рельсъ на пути, непосредственно прилегающемъ къ мосту, и черезъ-чуръ широкій зазоръ между рельсами при вѣздѣ на мостъ очень часто составляютъ причину значительныхъ толчковъ.

Приспособленія для расширенія мостовъ отъ теплоты (какъ-то: ролики и пр.), обыкновенно не находящіеся на виду, нерѣдко засариваются накопившимся въ нихъ мусоромъ, препятствующимъ свободному ихъ движенію, вслѣдствіе чего являются серьезныя разстройства.

Въ 1875 году, авторъ статьи замѣтилъ въ осматриваемомъ имъ желѣзнодорожномъ двухколейномъ мостѣ, что гранитный подферменный камень, на которомъ укрѣпленъ неподвижный конецъ 180-ти футоваго пролета, былъ сдвинутъ назадъ, именно вслѣдствіе того, что ролики подъ другимъ концомъ пролета были засорены.

Ненадлежащее укрѣпленіе неподвижнаго конца пролета составляетъ другую причину разстройства, въ особенности если къ мосту идетъ уклонъ.

При такихъ условіяхъ на двухколейныхъ желѣзныхъ мостахъ съ двумя фермами,—одна изъ нихъ будетъ имѣть стремленіе двигаться впередъ, по направленію движенія поѣздовъ, тогда какъ другая, наоборотъ, остается почти неподвижной. А отъ этого поперечнымъ скрѣпленіямъ моста приходится выдерживать большее напряженіе, на которое не рассчитывали при проектированіи.

Никакое укрѣпленіе концовъ моста и никакой уходъ за роликами не принесутъ пользы, если каменная кладка не будетъ настолько прочна, чтобы выдержать напоръ отъ расширенія или сжатія моста вслѣдствіе измѣненія температуры. Свободному дѣйствію роликовъ часто препятствуетъ различный мусоръ, накапливающийся вокругъ нихъ; такъ напр. шлаки, попадающіе съ паровозовъ, размолотые дѣйствіемъ роликовъ и смоченные дождемъ, дѣлаются до того твердыми, что ихъ можно очистить лишь при помощи молотка и долота.

Если очищеніе не будетъ производиться часто, то дѣйствіе роликовъ совершенно пріостановится, и ферма должна или выгнуться въ дугу, или скользнуть по верху роликовъ, или же сдвинуть съ мѣста

Если-же Нужно замѣтить, что чугунные башмаки подъ концами волокнами часто выдѣлываются такъ, что въ нихъ остаются дыры претерпѣваемое воды; если эти дыры находятся надъ роликами, то жёне, претерпѣваемое волокнами тѣла, таково и сопротивленіе этого волокна. Если-же растяженіе пропорціонально силѣ, то и сопротивленіе волокна, вызванное силою, также пропорціонально силѣ.

Лейбницъ въ іюлѣ 1684 г., т. е. черезъ два мѣсяца послѣ смерти Мариотта, объ изслѣдованіяхъ котораго онъ упоминаетъ, но зная какъ-бы по наслышкѣ о результатахъ его опытовъ, изложилъ свой взглядъ на этотъ предметъ въ *Acta eroditorum Lipsiae* („*Demonstrationes novae de resistentia solidorum*“).

Подобно Мариотту и Гуку онъ признаетъ законъ пропорціональности натяженій и удлиненій, но ось вращенія онъ помѣщаетъ подобно Галлилею внизу сѣченія, наимѣньшее-же вертикальное плечо рычага полагаетъ равнымъ четверти высоты прямоугольнаго сѣченія.

Вариньонъ, считая гипотезу Мариотта весьма правдоподобною, представилъ въ 1702 году: „*Mémoire sur la résistance des solides pour tout ce qu'on peut faire d'hypothèses touchant la force ou la ténacité des fibres du corps à rompre*“, въ которомъ онъ, помѣщая также неподвижную ось внизу сѣченія, даетъ общую формулу, гдѣ сопротивленіе фибръ остается неопредѣленною функціею ихъ растяженія и проч. Можно конечно предположить иной законъ, нежели законъ пропорціональности первымъ степенямъ растяженія, если желаемъ, чтобы формулы точнѣе опредѣляли тяжести, способныя произвести непосредственный переломъ, вмѣсто того, чтобы пользоваться теперешними формулами, которыя даютъ только предѣлы силъ, за которыми строеніе тѣла начинаетъ измѣняться, такъ какъ этотъ простой законъ не выполняется точно до того мгновенія, когда происходитъ разрывъ. Спустя 20 лѣтъ послѣ Мариотта (1705), *Яковъ Бернулли* сдѣлалъ весьма неудачную попытку приложить и расширить идеи Вариньона *). Бернулли допустилъ неточность еще болѣешую, нежели Мариоттъ, и утверждалъ, что положеніе оси вращенія совершенно безразлично, даже когда силы суть какія либо функціи растяженія или сжатія. Не зная о равенствѣ нулю суммы внутреннихъ горизонтальныхъ силъ (Куломбъ), онъ желалъ посредствомъ размышленія, которое оказывается неточнымъ, избѣгнуть необходимости опредѣлить сначала положеніе этой оси.

зомъ вся тяжесть постройки передавалась на два постоянные и на два подвижные опорные пункта?

Стоимость настилки, а также ихъ будущій ремонтъ, очень рѣдко принимается въ соображеніе. Многіе изъ выпѣ построенныхъ мостовъ имѣютъ такія настилки, что ихъ почти невозможно возобновить или ремонтировать, не потревоживъ всю постройку.

Нѣкоторые совѣты относительно ухода и содержанія желѣзнодорожныхъ желѣзныхъ мостовъ.

Путь.

На протяженіи 500 фут.² въ каждую сторону отъ моста, путь долженъ быть въ безъукоризненномъ видѣ. Если этотъ путь представляетъ закругленіе, то наружная его колея должна быть поднята на надлежащую высоту и рельсы правильно выгнуты по требуемому радіусу.

Если къ мосту идетъ уклонъ, то, не доѣзжая моста, по крайней мѣрѣ на 50 футовъ, должна быть настлана деревянная упругая настилка, поверхъ которой укладываются рельсы. Это въ особенности необходимо въ тѣхъ случаяхъ, когда насыпь назади устоя состоитъ изъ грунта, легко подвергающагося вліянію мороза.

Шпалы.

Шпалы должны быть изъ распиленного лѣса, размѣщены на одинаковомъ другъ отъ друга разстояніи и тщательно врѣзаны на одинаковую глубину въ продольныя, подшпальныя балки, на которыхъ онѣ должны имѣть прочное укрѣпленіе.

Если шпала подгніетъ и вдавится въ продольную подшпальную балку, или же рельсъ врѣжется въ шпалу, то шпалу необходимо до смѣны подкрѣпить клиномъ изъ какого-либо крѣпкаго дерева. Рельсы должны быть прочно укрѣплены къ каждой шпалѣ и зазоры между ними, при низшей температурѣ, не должны превышать ³/₈ дюйма.

Охранный помостъ.

Охранный помостъ долженъ быть на всѣхъ мостахъ; онъ врѣзывается въ шпалы и плотно прикрѣпляется къ нимъ болтами.

Если охранный помостъ уложенъ за предѣлы моста, то онъ не

шпалахъ, скрѣпляться съ охраннымъ помостомъ на мосту. Всѣ стѣны не слѣдуетъ и болтовые дыры какъ въ шпалахъ, такъ и въ поперечинахъ должны быть задѣлываемы.

Мауэрлаты.

Гдѣ употребляются мауэрлаты, должно быть обращено вниманіе, они лежали всей своей шириною на каменной кладкѣ.

Каменная кладка.

На постройки быковъ и устоевъ не слѣдуетъ употреблять бракованный матеріалъ. Швы въ нихъ должны быть тщательно раздѣлены, и ихъ необходимо часто осматривать и удостовѣряться не появились ли трещины, и вообще не указываютъ ли они на какую-либо осадку.

Желѣзные части мостовъ.

Осмотры всѣхъ желѣзныхъ частей моста должны производиться часто и подробно; въ особенности необходимо обращать вниманіе на ролики, башмаки и подушки и вообще чугунныя части, какъ наиболѣе всего подверженныя порчѣ. Ролики должны быть содержимы въ чистотѣ, такъ чтобы они легко могли вращаться, сохраняя перпендикулярное положеніе своихъ осей къ оси моста. Если для очистки ихъ доступъ снаружи къ нимъ затрудненъ, то слѣдуетъ поднять фермы, вынуть рамы роликовъ, вычистить ихъ и опять установить на мѣсто. Башмаки и подушки также необходимо часто осматривать, причемъ слѣдуетъ обращать вниманіе на то, не дали-ли они трещинъ, или не явилось-ли другое какое поврежденіе.

Гайки на болтахъ должны быть плотно подтянуты, а водоспускныя отверстія, если таковыя есть, надлежитъ очищать, чтобы они не засаривались.

Заклепки также слѣдуетъ осматривать отъ времени до времени и тѣ изъ нихъ, которыя окажутся ослабѣвшими, необходимо немедленно же срубить и замѣнить новыми. Если полоса рѣшетки моста окажется лопнувшею у заклепочной дыры, которая при этомъ окажется овальною, то необходимо такую высверлить и вложить въ нее заклепку большаго размѣра; но лишь въ томъ случаѣ можно допустить подобную замѣну, если новая заклепка не будетъ превышать діаметромъ своимъ на $\frac{1}{8}$ дюйма старой заклепки.

Если же полоса окажется лопнувшей болѣе этого предѣла, или же заклепка послѣ замѣны ея вновь ослабнетъ, то необходимо составить подробное описаніе случившагося и отослать его главному инженеру.

Осмотры.

Подробные осмотры каждаго моста должны быть производимы какъ можно чаще, и во всякомъ случаѣ, не менѣе одного раза въ мѣсяць; на тѣхъ-же мостахъ, которые почему-либо внушаютъ сомнѣніе въ своей благонадежности, осмотры слѣдуетъ дѣлать еще чаще того.

Всякая ничтожная перемѣна, относящаяся до моста, и окружающая его мѣстность должны быть подробно осмотрѣны, и по этому поводу должно быть составлено описаніе состоянія каменныхъ частей, верхняго строенія и пути, для представленія его, съ приложеніемъ надлежащихъ разъясненій, на усмотрѣніе главнаго инженера, при чемъ отнюдь не должно быть допускаемо какое-либо крупное исправленіе или измѣненіе въ конструкціяхъ, безъ утвержденія того-же инженера.

Окраска.

Всѣ желѣзныя части моста должны быть окрашиваемы, по меньшей мѣрѣ, въ три года разъ; но если окажутся ржавыя мѣста до истеченія этого срока, то слѣдуетъ таковыя немедленно очистить отъ ржавчины и закрасить.

Передъ тѣмъ какъ приступить къ окраскѣ всего моста, необходимо очистить всю ржавчину и положить краску ровно, избѣгая неаккуратнаго мазанія.

Ржавленіе или разъѣданіе желѣза при обыкновенной температурѣ составляетъ весьма важный вопросъ.

Много было произведено опытовъ, доказывающихъ, что желѣзо, подвергаемое дѣйствію сѣры, не разъѣдается. Объясненіе этого факта весьма просто. При обыкновенной температурѣ чистая сѣра не производитъ на желѣзо химическаго дѣйствія; эти два элемента соединяются лишь при температурѣ выше краснаго каленія. Но обыкновенная сѣра, находящаяся въ продажѣ, содержитъ въ себѣ сѣрную или сѣрнистую кислоты, происходящія вслѣдствіе окисленія сѣры во время ея процесса возгонки. Эти кислоты суть тѣ факторы въ нечистой сѣрѣ, которые разъѣдаютъ желѣзо. Такую сѣру необходимо, передъ ея употребленіемъ, промывать.

Обыкновенно окисленіе происходитъ лишь въ присутствіи какой-либо кислоты или влажности. Въ сухомъ воздухѣ, при обыкновенной температурѣ, или въ чистой водѣ, не содержащей воздуха и углекислоты, желѣзо не окисляется. Оно также не окисляется въ сухомъ газѣ углекислоты и весьма мало, если не совѣмъ, во влажномъ кислородѣ. Но въ присутствіи сырости и нѣсколькихъ кислотъ, окисленіе совершается весьма быстро и непрерывно.

Одинъ изъ самыхъ обыкновенныхъ факторовъ развѣданія желѣза,—это газообразная углекислота. Профессоръ Кальвертъ нашелъ, что сырой воздухъ съ примѣсью небольшого количества углекислоты производилъ весьма быстрое окисленіе.

Въ виду того, что воздухъ содержитъ въ себѣ газъ углекислоты и водяные пары, также какъ обыкновенная вода содержитъ въ себѣ воздухъ и углекислоту въ растворѣ, ржавленіе желѣза происходитъ повсемѣстно.

Степень окисленія варьируетъ лишь смотря по мѣстнымъ условіямъ; сухость воздуха, нѣкоторыхъ мѣстностей, замедляетъ это дѣйствіе, тогда какъ въ другихъ мѣстахъ большая сырость и большое количество газообразныхъ кислотъ ускоряютъ ржавленіе весьма значительно. Въ трубчатыхъ мостахъ, туннеляхъ, подпертыхъ желѣзными перекладами, и вообще во всемъ верхнемъ строеніи мостовъ, желѣзные части подвергаются весьма быстро дѣйствію окисленія, вслѣдствіе скопленія выходящихъ изъ паровозовъ въ большомъ количествѣ влаги (отъ сгущеннаго пара), углекислоты и нерѣдко даже сѣрнистой кислоты, которая осаждается на металлическихъ поверхностяхъ.

Сѣрнистая кислота весьма дѣятельный факторъ ржавленія, однако наибольшую силу развѣданія желѣза безспорно слѣдуетъ приписать газообразной углекислотѣ.

Вотъ результаты анализа образца ржавчины, взятой съ желѣза Конвейскаго моста:

Окись желѣза.	93,094%
Закись желѣза	5,810
Карбонатъ желѣза	0,900
Кремнеземъ	0,196

Въ ржавчинѣ, взятой съ моста пенсильванской желѣзной дороги, подверженнаго вліянію газовъ, выбрасываемыхъ паровозами, В. Кентъ нашелъ углекислоту въ большомъ количествѣ, и только слѣды сѣрной и сѣрнистой кислотъ.

Въ прѣсной или соленой водѣ на развѣданіе желѣза сильно вліяетъ обиліе присутствія воздуха и газовъ углекислоты.

Дѣйствіе окисленія обыкновенно сильнѣе, если желѣзо подвергается попеременно сухости и сырости.

Тѣдкія щелочныя соли и щелочныя земли предупреждаютъ окисленіе желѣза, нейтрализуя кислоты; желѣзо, слѣдовательно, не ржавѣетъ въ щелочныхъ растворахъ или опущенное въ извѣсть. Однако, мнѣнія относительно дѣйствія извѣстковой окраски на желѣзо весьма противорѣчивыя. Наблюдалось много случаевъ, въ которыхъ извѣстковая окраска быстро давала ржавчину желѣзу; другіе, однако, увѣряютъ, что она имѣетъ предохраняющее дѣйствіе. Можетъ быть, различіе дѣйствія обуславливалось посторонними примѣсями къ этому раствору; такъ, на примѣръ, простые маляры очень часто примѣшиваютъ къ своимъ извѣстковымъ растворамъ поваренную соль для того, чтобы придать окраскѣ большую прочность, другіе добавляютъ клей или подобныя клейкія вещества, чтобы окраска лучше держалась.

Краска, содержащая въ себѣ соль, произвела-бы разъѣдающее дѣйствіе на желѣзо, тогда какъ содержащая въ себѣ клей,—нѣтъ. Сомнительно, чтобы тонкій слой извести, послѣ поглощенія даже всего количества потребной для нея углекислоты, могъ-бы дѣйствовать какъ предохранительное противъ ржавчины средство; напротивъ, судя по ея гигроскопическому характеру, извѣсть скорѣе должна притягивать къ поверхности желѣза сырость, напитанную разрушающими кислотами.

Относительно гидравлическаго цемента дѣло представляется не столь яснымъ.

Т. Кларкъ въ своемъ отчетѣ о Ниагарскомъ мостѣ замѣчаетъ, что, при изслѣдованіи нѣкоторыхъ желѣзныхъ частей, онъ нашелъ желѣзо въ такомъ исправномъ состояніи, какъ-будто оно было только что уложено, безъ малѣйшаго признака ржавчины, хотя цементъ былъ окруженъ водою. А генералъ М. К. Мэгсъ (M. C. Meigs) говоритъ, что онъ нашелъ желѣзную трубу, положенную двѣнадцать лѣтъ тому назадъ въ цементъ, совершенно продиравленную, и водопроводчики увѣряютъ, что они убѣдились на практикѣ, что американскій цементъ портитъ желѣзо.

Эти различныя мнѣнія относительно дѣйствія цемента на желѣзо могутъ быть объяснены различіемъ условій въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ, напр.: большою плотностью или толщиной цемента, который покрываетъ желѣзо.

Возможно и то, что въ нѣкоторыхъ цементахъ кремнеземъ растворяется въ водѣ и этимъ способствуетъ прониканію кислотъ къ желѣзу.

О. Меткафъ увѣряетъ, что желѣзная труба, зарытая въ угольную началось одинъ годъ была окончательно разъѣдена.

Окисленіе желѣза происходитъ весьма быстро, послѣ того какъ разъѣдена началось, ибо ржавчина весьма легко втягиваетъ въ себя весьма сырость и газы, и такимъ образомъ подводитъ все новые началось для ржавленія къ нетронутымъ еще частямъ металла.

Этимъ-же обстоятельствомъ объясняется различіе въ степени ржавленія употребляемыхъ въ дѣло и остающихся въ бездѣйствіи: рельсы, началось и инструментовъ.

Удары и сотрясенія, которымъ подвергаются эти предметы въ рыхлый случаѣ, удерживаютъ всегда поверхность ихъ металла чистую отъ ржавчины, которая въ противномъ случаѣ, оставаясь на металлѣ, является постояннымъ сборнымъ мѣстомъ для разъѣдающихъ факторовъ.

Весьма часто ошибаются относительно количества желѣза, со- ошибаются въ извѣстномъ слой ржавчины. Плотный слой ржавчины рыхлый содержать въ себѣ желѣза отъ $\frac{1}{4}$ до $\frac{1}{5}$ своей толщины, но болѣе слабый или рыхлый слой ржавчины содержитъ въ себѣ чистаго желѣза не болѣе $\frac{1}{8}$ части. Другими словами, слой ржавчины въ $\frac{1}{4}$ д. толщины содержитъ въ себѣ отъ $\frac{1}{16}$ до $\frac{1}{32}$ д. желѣза, рыхлый по плотности ржавчины.

Предохраненіе желѣза отъ ржавчины является вопросомъ перво- степенной важности; много было сдѣлано изобрѣтеній, съ этою менѣе болѣе или менѣе дѣйствительныхъ, напримѣръ: примѣши- ваніе къ желѣзу другихъ металловъ, какъ-то: олова, мѣди, мышьяка и т. п.; затѣмъ, употребляютъ также наведеніе на поверхности менѣе металловъ, менѣе подверженныхъ окиси, какъ-то: никкеля, олова, мѣди, серебра, золота; покрываютъ также цинкомъ, который хотя и окисляется на поверхности, но этимъ слоемъ окисленія ограничивается дальнѣйшая порча металла (если его, кромѣ угле- кислоты, не подвергнуть дѣйствию другихъ кислотъ); еще наводятъ на желѣзо расплавленные минеральные эмали; покрываютъ лакомъ, также покрываютъ магнитной окисью желѣза по способу Баффа или Бауера, подвергая его высокой температурѣ въ присутствіи влажности, и, наконецъ, употребляютъ окраску.

Для большей части инженерныхъ работъ покрытие желѣза для предохраненія его отъ ржавчины должно удовлетворять слѣдующимъ менѣе мѣ: во-первыхъ, — дешевизнѣ, и во-вторыхъ, — чтобы возможно легко легко обновлять случайно или нарочно испорченные мѣста.

Качество окраски зависитъ отъ долговѣчности, прочнаго приста-

находившуюся до того въ покоѣ (при стрѣлѣ прогиба $f_q = \frac{5/8 ql^4}{48 EJ}$ и давленіе на опору $= \frac{ql}{2}$). Балка все болѣе и болѣе изгибается и передаетъ все возрастающее давленіе на опоры, такъ что каждое изъ нихъ можно представить въ видѣ

$$^{1/2} X + ^{1/2} ql,$$

гдѣ X возрастаетъ отъ нуля вмѣстѣ съ прогибомъ f и представляетъ переменное давленіе груза Q на балку. Если принять, что зависимость между этимъ давленіемъ X и переменною стрѣлою прогиба f та же (3), что и въ состояніи равновѣсія, т. е.

$$X = \frac{48 EJ}{l^3} \cdot f - \frac{5}{8} ql. \quad (5)$$

то уравненіе переменной упругой линіи въ функціи стрѣлы f будетъ:

$$EJy = [Af - B] \left(\frac{l^2 x}{16} - \frac{x^3}{12} \right) + \frac{q}{12} \left(\frac{l^3 x}{2} + \frac{x^4}{2} - \frac{lx^3}{3} \right) \dots \quad (6).$$

Это выраженіе ординаты и позволить намъ написать ускореніе каждой точки упругой линіи въ зависимости отъ ускоренія $\frac{d^2 f}{dt^2}$ средней точки ея.

Дѣйствительно, взявъ вторую производную по времени отъ ур. 6, получимъ ускореніе точки, которой абсцисса x , слѣдующаго вида:

$$\frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{A}{EJ} \left(\frac{l^2 x}{16} - \frac{x^3}{12} \right) \cdot \frac{d^2 f}{dt^2} = \left(\frac{3x}{l} - \frac{4x^3}{l^3} \right) \frac{d^2 f}{dt^2} \dots \quad (7).$$

Изъ аналитической механики извѣстно, что, когда на точку дѣйствуютъ силы, то уравненія движенія получаются, приравнявъ $m \frac{d^2 y}{dt^2}$ суммѣ проэкцій силъ на ту же ось y -овъ; если-же имѣется система точекъ, то, выдѣляя каждую, можно также написать

$$m \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} = \Sigma P_y + \Sigma R_y,$$

гдѣ ΣP_y — проэкція внѣшнихъ силъ, а ΣR_y — внутреннихъ для данной точки. Когда-же возьмемъ сумму для всѣхъ точекъ тѣла, т. е. $\Sigma m \frac{d^2 y}{dt^2} = \Sigma \Sigma P_y + \Sigma \Sigma R_y$,

то вслѣдствіе того, что между каждыми двумя точками внутреннія силы равны и противоположны, членъ $\Sigma \Sigma R_y$ уничтожается, почему и говорится: „внѣшнія силы, дѣйствующія на тѣло, уравновѣшиваются съ силою инерціи тѣла $\left(- \Sigma m \cdot \frac{d^2 y}{dt^2} \right)$ “.

Поэтому и мы можемъ сумму внѣшнихъ силъ (грузъ Q , вѣсъ балки ql и давленія опоръ $(-\frac{X+ql}{2}$ и $-\frac{X+ql}{2})$ равную $Q-X$ приравнять члену $\Sigma m \frac{d^2 y}{dt^2}$, распространенному какъ на частицы самой балки, такъ и на самый грузъ Q , имѣющій массу $\frac{Q}{g}$, а какъ онъ движется одинаково со серединой балки, то знакъ $\Sigma m \frac{d^2 y}{dt^2}$ разбивается на двѣ части: для груза $\frac{Q}{g} \frac{d^2 f}{dt^2}$ и для самой балки $\Sigma m \frac{d^2 y}{dt^2}$, такъ что слѣдовательно

$$Q - X = \frac{Q}{g} \frac{d^2 f}{dt^2} + \Sigma m \frac{d^2 y}{dt^2} \text{ или}$$

$$Q - \frac{48EJ}{l^3} f + \frac{5}{8} ql = \frac{Q}{g} \frac{d^2 f}{dt^2} + \Sigma m \frac{d^2 y}{dt^2} \dots \dots (8).$$

Послѣдній членъ второй части, относящійся только до элементовъ самой балки, можно представить въ видѣ интеграла, слѣдующимъ путемъ.

Выдѣлимъ изъ балки двумя поперечными сѣченіями, отстоящими отъ конца ея на x и $x + dx$, призматическій элементъ. При изгибѣ, онъ движется поступательно, вмѣстѣ съ своимъ центромъ тяжести O , и вращательно, вокругъ оси горизонтальной и перпендикулярной къ плоскости XY , а, слѣдовательно, и ускореніе каждой точки его состоитъ: изъ поступательнаго $\frac{d^2 y_o}{dt^2}$ для центра тяжести и вращательныхъ — центростремительнаго $\frac{v^2}{\rho}$ и касательнаго $\frac{dv}{dt}$. Обозначимъ угловую скорость черезъ ω и слѣд. угловое ускореніе черезъ $\frac{d\omega}{dt}$; тогда $v = \omega \rho$ и $\frac{dv}{dt} = \rho \frac{d\omega}{dt}$, гдѣ ρ — разстояніе точки отъ оси вращенія O . Сумма произведеній изъ массъ на центростремительныя ускоренія

$$\Sigma m \frac{v^2}{\rho} = \Sigma m \omega \rho = \omega \Sigma m \rho = 0.$$

Точно также и для касательныхъ ускореній

$$\Sigma m \frac{dv}{dt} = \Sigma m \rho \frac{d\omega}{dt} = \frac{d\omega}{dt} \Sigma m \rho = 0,$$

т. е. обѣ составляющія силы инерціи элемента, при вращательномъ движеніи его, равны нулю. Такимъ образомъ значеніе $\Sigma m \frac{d^2 y}{dt^2}$ для элемента зависитъ только отъ поступательнаго его движенія и обращается въ $\Sigma m \cdot \frac{d^2 y_o}{dt^2} = \frac{d^2 y_o}{dt^2} \Sigma m$, или просто $\frac{d^2 y}{dt^2} \Sigma m$, гдѣ y озна-

Сравнивая оба послѣднія выраженія, можемъ представить время прогиба

$$T = \pi \sqrt{\frac{F}{g}} \dots \dots \dots (13)$$

Итакъ время прогиба балки равно времени колебанія маятника, котораго длина (F) есть прогибъ ея въ состояніи равновѣсія.

2. Балка на двухъ опорахъ и грузъ не по срединѣ.

Если грузъ Q дѣйствуетъ не въ срединѣ балки, а на разстояніи a отъ лѣвой опоры, то допуская передачу дѣйствія X груза Q на опоры по закону рычага (т. е. $\frac{Xa}{l}$ и $\frac{X(l-a)}{l}$ и X возрастаетъ отъ нуля), получимъ уравненіе лѣвой части упругой линіи

$$EJy' = \frac{q}{24}(x^4 - 2lx^3 + l^3x) + X \left(\frac{xa^3}{6l} + \frac{axl}{3} - \frac{a^2x}{2} + \frac{ax^3}{6l} - \frac{x^3}{6} \right) \dots (14)$$

а правой

$$EJy'' = \frac{q}{24}(x^4 - 2lx^3 + l^3x) + X \left(\frac{xa^3}{6l} + \frac{alx}{3} + \frac{ax^3}{6l} - \frac{ax^2}{2} - \frac{a^3}{6} \right) \dots (15)$$

и стрѣла прогиба f подъ грузомъ Q

$$EJf = \frac{q}{24}(a^4 - 2la^3 + l^3a) + \frac{X}{3} \left(\frac{a^4}{l} - 2a^3 + a^2l \right) \dots (16).$$

Подставивъ изъ ур. 16 значеніе X въ ур. 14 и 15 и взявъ вторыя производныя, имѣемъ ихъ въ видѣ

$$\frac{d^2y_1}{dt^2} = \frac{3}{B} \left(\frac{xa^3}{6l} + \frac{alx}{3} + \frac{x^3a}{6l} - \frac{a^2x}{2} - \frac{x^3}{6} \right) \frac{d^2f}{dt^2} \dots \dots (17)$$

$$\frac{d^2y''}{dt^2} = \frac{3}{B} \left(\frac{xa^3}{6l} + \frac{alx}{3} + \frac{ax^3}{6l} - \frac{ax^2}{2} - \frac{a^3}{6} \right) \frac{d^2f}{dt^2} \dots \dots (18)$$

гдѣ $B = \frac{a^4}{l} - 2a^3 + la^2$

Инерція груза и балки равна

$$\frac{Q}{g} \frac{d^2f}{dt^2} + \int_0^a \frac{\Omega \Delta}{g} dx \cdot \frac{d^2y_1}{dt^2} + \int_a^l \frac{\Omega \Delta}{g} dx \cdot \frac{d^2y_{11}}{dt^2} =$$

$$\frac{Q}{g} \frac{d^2f}{dt^2} + \frac{\Omega \Delta}{8g} \left(\frac{a^4 - 2a^3l + al^3}{a^4 - 2a^3l + a^2l^2} \right) l \cdot \frac{d^2f}{dt^2}$$

а внѣшнія силы

$Q - X$ или (въ функціи f)

$$Q - 3l \left(\frac{EJf - \frac{q}{24}(a^4 - 2a^3l + al^3)}{a^4 - 2a^3l + a^2l^2} \right)$$

Приравняя силу инерціи внѣшнимъ силамъ, получимъ линейное уравненіе втораго порядка

$$\frac{d^2f}{dt^2} \left[\frac{ql}{8g} \left(\frac{a^4 - 2a^3l + l^3a}{a^4 - 2a^3l + a^2l^2} \right) + \frac{Q}{g} \right] + \frac{3EJl \cdot f}{a^4 - 2a^3l + a^2l^2} =$$

$$Q + \frac{ql}{8} \left(\frac{a^4 - 2la^3 + al^3}{a^4 - 2la^3 + a^2l^2} \right) \text{ или}$$

$$a_1^2 \frac{d^2 f}{dt^2} + b_1^2 f = p_1, \text{ откуда}$$

$$f = \frac{p_1}{b_1^2} + k \operatorname{Sn} \left(\frac{b_1}{a_1} t + \frac{\pi}{2} \right). \text{ Но}$$

$$\frac{p_1}{b_1^2} = \frac{Q(a^4 - 2a^3l + a^2l^2)}{3EJl} + \frac{q(a^4 - 2a^3l + l^3a)}{24} = f_Q + f_q,$$

$$\text{положеніемъ } f = f_q + f_Q + k \operatorname{Sn} \left(\frac{b_1}{a_1} t + \frac{\pi}{2} \right).$$

При $t = 0$, $f = f_q$ слѣд. $k = -f_Q$, а потому

$$f = f_q + f_Q \left(1 - \operatorname{Cs} \frac{b_1}{a_1} t \right) \dots \dots \dots (19)$$

$$\begin{aligned} \text{Время прогиба } T &= \frac{\pi a_1}{b_1} = \pi \sqrt{\frac{a^4 - 2a^3l + al^3}{3EJg}} + \frac{Q}{3EJg} \left(\frac{a^4}{l} - 2a^3 + a^2l \right) \\ &= \pi \sqrt{\frac{f_q + f_Q}{g}} = \pi \sqrt{\frac{F}{g}}, \text{ гдѣ } F \text{ стрѣла прогиба въ покоѣ.} \end{aligned}$$

Пользуясь общимъ положеніемъ груза на балкѣ, можно рѣшить напряж: гдѣ долженъ быть помѣщенъ грузъ на балкѣ, чтобъ онъ, дѣйствуя извѣстный мгновенный промежутокъ времени, далъ бы наименьшее напряженіе R матеріала на изгибъ. (Опорныя точки, въ которыхъ всегда $R = 0$, разсматриваться не будутъ и являются *напряж. рѣшеніями*).

Если дается сосредоточенный грузъ P на балкѣ, то всегда можно функции стрѣлу прогиба f и напряженіе R матеріала подъ грузомъ въ функции P . Если-же исключить изъ обоихъ этихъ выраженій величину P , то получимъ стрѣлу f въ функции наибольшаго напряженія матеріала R въ данный моментъ, т. е.

$$f = \frac{q}{24EJ} (a^4 - 2a^3l + l^3a) + \left(\frac{RJ}{g} - \frac{aq(l-a)}{2} \right) \frac{a(l-a)}{3} \dots (20)$$

Но $f = f_q + f_Q \left(1 - \operatorname{Cs} \frac{b_1}{a_1} t \right)$. Приравнявъ вторыя части другъ въ другу, получимъ зависимость напряженія R отъ времени (припоминая, что $f_q = \frac{q(a^4 - 2a^3l + l^3a)}{24EJ}$)

$$\frac{EJl}{Q} \left(\frac{RJ}{ga(l-a)} - \frac{q}{2} \right) = 1 - \operatorname{Cs} \left(\frac{b_1}{a_1} t \right) = 2 \operatorname{Sn}^2 \frac{b_1}{2a_1} t \dots (21).$$

Послѣ изслѣдованія значенія t , при переменномъ a , заключаемъ, что извѣстному R соотвѣтствуетъ время t тѣмъ большее, чѣмъ ближе грузъ къ срединѣ пролета, т. е. a къ $\frac{l}{2}$. Или что при одинаковомъ времени дѣйствія груза, производимое имъ напряженіе матеріала въ точкѣ дѣйствія тѣмъ больше, чѣмъ дальше отстоитъ грузъ отъ середины балки.

3. Случай какой нибудь балки и произвольнаго положенія груза.

Выведенный законъ колебанія вполне справедливъ, какая-бы балка ни была и при произвольномъ положеніи нагрузки, что можно совершенно точно доказать, не входя въ подробности вида упругой кривой, если только пренебрежемъ силой инерціи самой балки, величиной незначительной при большихъ грузахъ и малыхъ пролетахъ (рельсъ въ пути, мостовыя балочки), какъ это видно изъ формулы 11.

Дѣйствительно, при малыхъ измѣненіяхъ вида балки существуетъ пропорціональность между ними и вызывающими ихъ силами. Следовательно, если на балку дѣйствуетъ одинъ сосредоточенный грузъ Q (т. е. $q = 0$), а давленіе на него балки въ извѣстный моментъ X , то вообще $X = \alpha f$, гдѣ α есть функція отъ x , a и вида балки.

Выдѣляя грузъ, находимъ массу его $\frac{Q}{g}$ подверженной дѣйствию силы тяжести Q и вверхъ направленнаго сопротивленія X балки. Сила инерціи груза $= \Sigma m \frac{d^2 y}{dt^2} = \frac{d^2 f}{dt^2} \frac{Q}{g}$. Равенство силы инерціи съ внѣшними силами, приложенными къ тѣлу Q , есть дифференціальное урав. движенія этого тѣла.

$$\frac{Q}{g} \frac{d^2 f}{dt^2} = Q - X = Q - \alpha f, \text{ откуда}$$

$$\frac{Q}{g} \frac{d^2 f}{dt^2} + \alpha f = Q, \text{ или}$$

$$a^2 \frac{d^2 f}{dt^2} + b^2 f = Q.$$

Откуда подобно предъидущему время прогиба

$$T = \frac{\pi a}{b} = \pi \sqrt{\frac{Q}{ag}} = \pi \sqrt{\frac{F}{g}}, \text{ т. е. та же самая формула, что и прежде.}$$

Л. Проскуряковъ.

СТАТИЧЕСКІЙ РАЗСЧЕТЪ

КЕССОНОВЪ ИЗЪ КАМЕННОЙ КЛАДКИ.

Инженера Л. Бреннеке.

ВВЕДЕНІЕ.

Предлагаемая здѣсь въ переводѣ статья г. Бреннеке находится въ связи съ статьею того-же автора „Объ устройствѣ основаній при помощи сгущеннаго воздуха“, переводъ которой помѣщенъ въ Журн. М. П. С. за 1881 годъ, и можетъ быть нѣкоторымъ образомъ разсмотрѣна, какъ ея продолженіе.

Въ упомянутой статьѣ, авторъ, обладающій долголѣтнимъ опытомъ въ этой области строительнаго искусства, изложилъ существующія системы устройства кессонныхъ основаній и описалъ главнѣйшія работы, исполненныя этимъ способомъ, снабдивъ свое изложеніе подробнымъ разборомъ и многими практическими указаніями по вопросу о кессонахъ.

Если вначалѣ этотъ способъ и имѣлъ нѣкоторыхъ противниковъ, именно среди старыхъ инженеровъ, которые считали его предметомъ только моды и находили слишкомъ дорогимъ, то въ настоящее время несомнѣнная польза его окончательно выяснилась. Дѣйствительно, въ послѣднее время способъ этотъ настолько усовершенствовался, и вслѣдствіе этого сталъ значительно дешевле, что при сильно пропитанномъ водою грунтѣ и глубинахъ, большихъ 8 метровъ надъ уровнемъ низкой воды, примѣненіе его для устройства мостовыхъ устоевъ обыкновенно оказывается уже дешевле обыкновеннаго способа устройства основаній при помощи перемычекъ и бетона. При глубинахъ-же большихъ 10 метровъ, способъ устройства основаній при помощи сгущеннаго воздуха оказывается болѣе выгоднымъ и для возведенія стѣнъ набережныхъ.

Съ этимъ способомъ, при такихъ значительныхъ глубинахъ, можетъ соперничать только способъ устройства основаній при помощи погружаемой кладки въ понтонныхъ ящикахъ и то только при хорошемъ грунтѣ. Поэтому кессоны были примѣнены почти при всѣхъ болѣе значительныхъ мостовыхъ сооруженіяхъ новѣйшаго времени, при которыхъ ожидали нѣкоторыхъ затрудненій при заложении основанія.

Назовемъ изъ этихъ сооружений особенно выдающіяся, какъ-то: въ Россіи мостъ Императора Александра II черезъ р. Неву, Александровскій мостъ черезъ р. Волгу и другіе, за границей: большой висячій мостъ черезъ East-river, у Нью-Йорка, и с.-луисскій мостъ въ Америкѣ, новѣйшіе мосты черезъ Рейнъ (за исключеніемъ везельскаго), мосты черезъ Эльбу у Стендаля, Демитца, Лауэнбурга и Дрездена и проч.

Кромѣ заложения шахтъ (Марія и Рейнпрейссенъ въ горномъ округѣ Аахенъ), сооруженія мостовъ и набережныхъ (Антверпенъ), способъ устройства кессонныхъ основаній недавно былъ примѣненъ и къ устройству основанія сухихъ доковъ (Тулонъ) и къ проведенію тоннелей въ плавучемъ грунтѣ (Гудзонскій тоннель въ Сѣв. Америкѣ), и повсюду оказался превосходнымъ помощникомъ строителя.

Устройство кессоновъ, конечно, усовершенствовалось теперь, сообразно успѣхамъ техники. Отъ небольшого цилиндра съ діаметромъ въ 1,03 метра и площадью въ 0,83 квадратныхъ метра, который впервые употребилъ французскій горный инженеръ Трижеръ, теперь дошли до желѣзныхъ кессоновъ разнообразной формы и величины, которые, напримѣръ въ С.-Петербургѣ и С.-Луи, достигли площади въ 510 и 372 квадратныхъ метра, и деревянныхъ, которые, какъ въ Нью-Йоркѣ, покрываютъ площадь въ 1,594 и 1,632 квадратныхъ метра.

Но наибольшей величины до настоящаго времени достигъ кессонъ для сухаго дока въ Тулонѣ, который, при 41 метрѣ ширины и 144 метрахъ длины, имѣетъ площадь около 5,800 квадратныхъ метровъ.

По основной-же своей идеѣ всѣ эти конструкціи не измѣнились. Всѣ онѣ состоятъ изъ собственно рабочей камеры, кессона и воздушныхъ шлюзовъ, т. е. помѣщеній, черезъ которыя производится переходъ изъ кессона наружу. Эти шлюзы, устраиваемые при большихъ кессонахъ въ большемъ количествѣ, придѣлываются отчасти внизу на самомъ кессонѣ, а отчасти ихъ оставляютъ надъ водою и соединяютъ съ кессономъ посредствомъ желѣзной шахтовой трубы.

Соотвѣтственно ходу работы по опусканію кессона, эту шахту наращиваютъ новыми звеньями, предварительно разобивъ нижнее отверстие шахты съ рабочей камерой кессона.

Въ послѣднее время стали стремиться къ возможному уменьшенію количества употребляемаго для кессоновъ желѣза, имѣющаго большую цѣнность и играющаго только временную роль при сооруженіи кессона, впоследствии же совершенно ненужнаго для прочности сооруженія, особенно при мостовыхъ опорахъ.

Вслѣдствіе этого стали устраивать только прочный желѣзный остовъ, самую-же рабочую камеру кессона замыкали хорошо выведенною каменной кладкой (мосты черезъ Одеръ и Парницъ у Штеттина, черезъ Рейнъ у Дюссельдорфа).

Наконецъ при сооруженіи моста черезъ Эльбу у Лауэнбурга обошлись и безъ прочнаго желѣзнаго остова, а устроили относительно слабыя кольца изъ листоваго и угловаго желѣза, надъ которыми были положены три ряда брусевъ, изъ буковаго лѣса, толщиною въ 8 сантиметровъ, и на нихъ выводилась кладка изъ кирпичей, постепеннымъ выпускомъ которыхъ было образовано нѣчто въ родѣ купольнаго свода, замыкавшаго рабочую камеру. При возведеніи свода, въ замковой части его было оставлено отверстие, въ которую задѣлали горизонтальную плиту съ придѣланнымъ къ ней звеномъ желѣзной трубы, предназначенной для прикрѣпленія нижней части шахтовой трубы.

Въ Лауэнбургскомъ кессонѣ еще не посмѣли совершенно приблизить форму кессона къ формѣ устоя, для устройства основанія котораго онъ долженъ былъ служить, и полагали необходимымъ придавать кессону въ планѣ форму круга или приближающихся къ кругу эллипсовъ, такъ какъ, вѣроятно, опасались перевѣса наружнаго давленія надъ внутреннимъ давленіемъ воздуха, а этому давленію хотѣли противодѣйствовать кольцевою формою кладки. Французскій-же инженеръ Сежурне (Séjourné), основываясь на опытѣ въ Лауэнбергѣ, примѣнилъ при сооруженіи мармандскаго виадука для трехъ крайнихъ быковъ эллиптическіе кессоны довольно растянутой формы и, наконецъ, для одного изъ устоевъ, кессонъ съ совершенно прямыми боковыми стѣнами *).

До сихъ поръ еще не было сдѣлано ни одной попытки къ установленію основаній, которыя могли-бы служить для разчета размѣровъ кессоновъ. Строители при этомъ принуждены были руко-

*) См. „Инженеръ“, 1884, кн. 1.

«ИНЖЕНЕРЪ», ж. м. п. с. 1884, т. 1, кн. 3.

стѣны кессона давленіе подѣ угломъ естественнаго откоса. Если кессонъ опущенъ въ грунтъ подобнаго рода, то слой воды, производящій давленіе на грунтъ, дѣйствуетъ только какъ вертикальная нагрузка. Поэтому при подобномъ грунтѣ этотъ слой воды можно въ расчетѣ замѣнить слоемъ грунта соотвѣтственно меньшей высоты. Чѣмъ меньше способность грунта пропитываться водою, т. е. чѣмъ онъ плотнѣе, тѣмъ больше будетъ уголъ его естественнаго откоса и поэтому тѣмъ меньше будетъ вліяніе расположеннаго надъ нимъ слоя воды. Это подтверждается также явленіями, замѣчаемыми при устройствѣ основаній при помощи сгущеннаго воздуха въ подобнаго рода грунтахъ.

Именно, при этомъ часто случается, что излишекъ сгущеннаго воздуха пробивается въ какомъ-нибудь опредѣленномъ мѣстѣ изъ подѣ ножа кессона и во все время опусканія кессона, отъ начала до конца, продолжаетъ вытекать у этого мѣста, независимо отъ того, занимаетъ-ли эта часть ножа высшее или низшее положеніе. Это явленіе объясняется тѣмъ, что, при опусканіи кессона въ плотный слой грунта, означенное мѣсто представляло наименьшее сопротивленіе давленію воздуха. Поэтому воздухъ прорвалъ себѣ здѣсь каналъ, который дѣйствіемъ уходящаго воздуха, встрѣчавшаго здѣсь самое слабое сопротивленіе, оставался открытымъ во все время опусканія кессона.

Поэтому въ данномъ случаѣ давленіе воздуха внутри кессона зависитъ не отъ давленія воды у той части края кессона, которая имѣетъ *наивысшее* положеніе, а отъ давленія воды именно *у этого опредѣленнаго мѣста*.

Если этотъ каналъ будетъ достаточно хорошо задѣланъ, то работу можно будетъ продолжать при гораздо меньшемъ давленіи воздуха, точно также возможно будетъ увеличить давленіе внутри кессона выше того предѣла, который при проницаемомъ грунтѣ опредѣляется разстояніемъ ножа кессона отъ уровня воды.

Для обоихъ случаевъ имѣются примѣры изъ практики.

Первый случай представился при заложеніи шахты Рейнпрейсенъ у Гомбурга, гдѣ производители работъ обнаружили больше смѣлости, чѣмъ осторожности. Кессонъ здѣсь пришлось опускать черезъ толстый слой лёсса, причемъ работа производилась при давленіи внутри кессона только въ 3,75 атмосферы на глубинѣ 228 рейнскихъ футовъ ниже уровня Рейна, вблизи котораго находится шахта. Наконецъ катастрофа, которую можно было предвидѣть, наступила, т. е. гидростатическое давленіе пробило слой лёсса и шахта наполнилась грунтомъ.

Второй случай, т. е. гдѣ оказалось возможнымъ сдѣлать давленіе внутри кессона больше величины, обусловливаемой разстояніемъ ножа кессона отъ уровня воды, имѣлъ мѣсто при заложеніи основаній моста черезъ р. Маасъ у Роттердама.

Здѣсь при опусканіи кессона только на 14,5 метра глубины, давленіе воздуха внутри кессона дошло до трехъ атмосферъ, т. е. вдвое больше нормальнаго, такъ что вслѣдствіе этого кессонъ былъ приподнятъ на 13 сантиметровъ *).

Мы полагаемъ, что всѣ эти явленія говорятъ въ пользу того, что грунтъ изъ очень плотной, твердой глины. Такъ какъ подобный грунтъ до довольно значительной высоты имѣетъ уголъ естественнаго откоса весьма близкій къ прямому, то этотъ низшій предѣлъ давленія можно принять весьма близкимъ къ нулю.

Поэтому низшій предѣлъ дѣйствующаго наружнаго давленія грунта слѣдуетъ искать при опусканіи кессона въ грунтъ, состоящій изъ очень плотной, твердой глины. Такъ какъ подобный грунтъ до довольно значительной высоты имѣетъ уголъ естественнаго откоса весьма близкій къ прямому, то этотъ низшій предѣлъ давленія можно принять весьма близкимъ къ нулю.

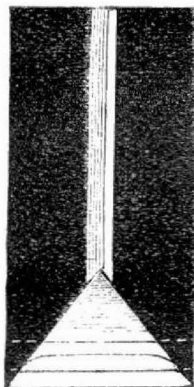
Высшій предѣлъ перевѣса наружнаго давленія на стѣны кессона надъ внутреннимъ давленіемъ воздуха будемъ имѣть при опусканіи кессона въ грунтъ, состоящій изъ круглаго голыша, вполне свободно пропускающаго воду, имѣющаго при томъ относительно небольшой уголъ естественнаго откоса и требующаго внутри кессона давленіе, равное гидростатическому давленію у ножа кессона.

Для этого рода грунта мы и опредѣлимъ теперь въ общихъ выраженіяхъ дѣйствующія снаружи и внутри кессона горизонтальныя силы. При этомъ принимаемъ кессонъ представляющимъ въ планѣ прямоугольникъ длиною l и шириною b . Поперечный разрѣзъ кессона мы представляемъ себѣ въ видѣ треугольника съ постоянною высотой ϵb , гдѣ ϵ — правильная дробь (фиг. 1). Продольный разрѣзъ тогда будетъ имѣть видъ трапеціи. Подобнаго вида кессонъ былъ употребленъ для одного изъ устоевъ мармандскаго виадука.

*) Поэтому въ плотномъ грунтѣ слѣдуетъ устроить предохранительныя клапаны, которые ненужны въ проницаемомъ грунтѣ. Подобное чрезмѣрное увеличеніе давленія воздуха внутри кессона не менѣе опасно чѣмъ недостаточное давленіе. Еслибы воздухъ подъ давленіемъ въ 3 атмосферы прорвалъ себѣ каналъ черезъ грунтъ, такъ что давленіе внутри кессона сразу опустилось бы до нормальнаго, соответствующаго глубинѣ въ 14,5 метровъ, т. е. около 1,5 атмосферъ, то всѣмъ рабочимъ внутри кессона грозила бы большая опасность.

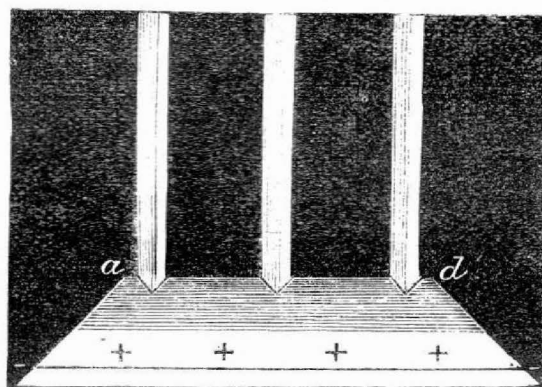
Глубину воды обозначимъ буквою t_1 , глубину опусканія въ грунтъ черезъ t_2 и общую глубину черезъ t , такъ что $t = t_1 + t_2$.

Фиг. 1.



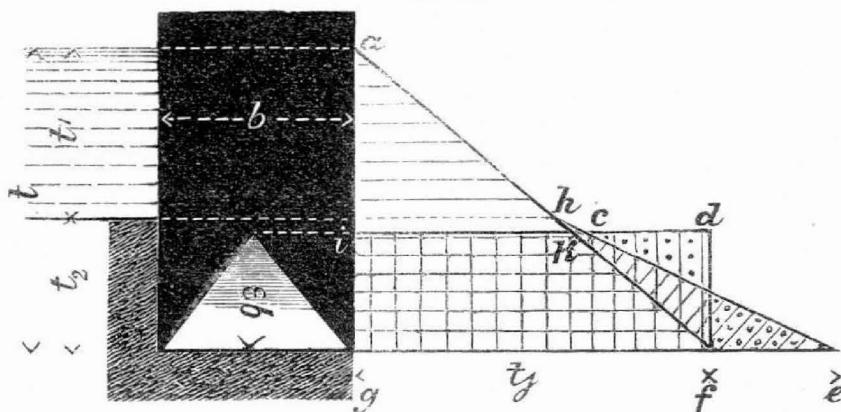
Кессонъ съ прямыми стѣнами, сходящимися вверху въ горизонтальную прямую.
Поперечный разрѣзъ.

Фиг. 2.



Продольный разрѣзъ.

Фиг. 3.



Распределение давленій въ глыбѣ для поперечнаго разрѣза, фиг. 1.

продольной стѣны кессона.

Для поясненія фигуръ замѣтимъ здѣсь, что на фигурѣ 14 помѣщено разъясненіе принятыхъ здѣсь условныхъ обозначеній; всѣ фигуры представлены въ масштабѣ 1 : 400.

Давленіе земли, изображенное треугольникомъ hcf , выразится, не принимая во вниманіе сдѣвленія, черезъ $\gamma_1 \frac{t_2^2}{2} \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$, гдѣ γ_1 обозначаетъ вѣсъ кубическаго метра грунта, уменьшенный вѣсомъ вытѣсненной воды, а φ уголъ естественнаго откоса. Высота треугольника t_2 ; поэтому, чтобы привести давленіе земли къ давленію воды, мы должны сдѣлать основаніе треугольника равнымъ $= \gamma_1 \cdot t_2 \cdot \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right)$, что на фиг. 3 представлено линіей ef .

На фиг. 3 изображено распределение давленій при положеніи кессона въ грунтѣ изъ глыша или хряща. Давленіе воды будетъ $= \frac{t^2 \cdot \gamma}{2}$, и поэтому его можно изобразить треугольникомъ высотой въ t метровъ и съ основаніемъ $t \cdot \gamma$, или, принимая γ за единицу (одну тонну), получимъ основаніе треугольника равнымъ t метрамъ. Такимъ образомъ треугольникъ afg представляетъ горизонтальное наружное давленіе воды на одинъ погонный метръ

Наконецъ, давленіе воздуха внутри кессона всюду выражается вѣсомъ столба воды высотой m метровъ. Такъ какъ это давленіе въ пространствѣ надъ рабочей камерой кессона передается желѣзной шахтенной трубѣ, то на фиг. 3 представлена только часть этого давленія до высоты рабочей камеры. Такимъ образомъ прямоугольникъ $idfg$ изображаетъ горизонтальное давленіе воздуха до высоты εb .

Для большей ясности, треугольникъ, изображающій давленіе земли, заштрихованъ наклонными линіями, направленными изъ верхняго праваго въ нижній лѣвый уголъ; треугольникъ, изображающій ной шахтенной трубѣ, то на фиг. 3 представлена только часть этого давленія до высоты рабочей камеры. Такимъ образомъ прямоугольниками. Площади, выражающія величину равнодѣйствующаго давленія снутри наружу, отмѣчены штрихами и точками, а площади, выражающія равнодѣйствующее давленіе снаружи внутрь—штрихами и малыми кружками.

Такимъ образомъ на фиг. 3 получается общее давленіе снаружи, равное площади трапеціи $gesc$:

$$\varepsilon b \left[\gamma \left(t - \frac{\varepsilon b}{2} \right) + \gamma_1 t g^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \left(t_2 - \frac{\varepsilon b}{2} \right) \right],$$

а давленіе воздуха $\varepsilon b \cdot t \cdot \gamma$.

Если теперь условимся считать силы, дѣйствующія снутри кессона наружу, положительными, а силы, дѣйствующія въ обратномъ направленіи, отрицательными, то равнодѣйствующее давленіе на погонный метръ разсматриваемой части поверхности кессона, составляясь изъ давленія земли, воды и воздуха, будетъ

$$= \gamma \varepsilon b \cdot t - \varepsilon b \left[\gamma \left(t - \frac{\varepsilon b}{2} \right) + \gamma_1 t g^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \left(t_2 - \frac{\varepsilon b}{2} \right) \right]$$

$$\text{или} = \varepsilon b \left[\gamma \frac{\varepsilon b}{2} - \gamma_1 t g^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \left(t_2 - \frac{\varepsilon b}{2} \right) \right].$$

Сюда слѣдуетъ еще прибавить положительное горизонтальное давленіе отъ распора кладки, дѣйствующей, какъ сводъ, которое мы обозначимъ буквою H , такъ что общее давленіе на погонный метръ продольной стѣны кессона при проникаемомъ грунтѣ выразится *):

$$Z = H + \varepsilon b \left[\gamma \frac{\varepsilon b}{2} - \gamma_1 t g^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \left(t_2 - \frac{\varepsilon b}{2} \right) \right].$$

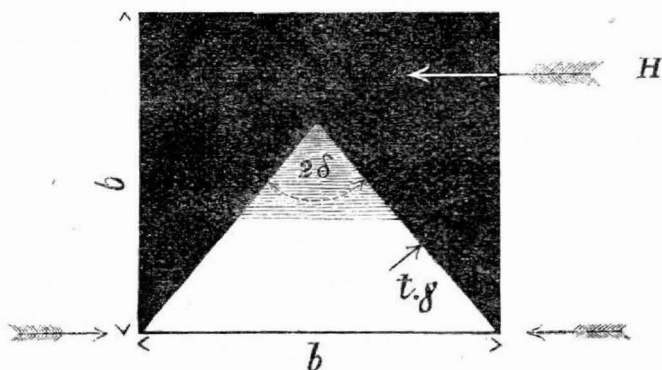
*) Это выраженіе, строго говоря, будетъ вѣрно только для средней части рабочей камеры кессона, между точками a и d на фиг. 1, т. е. пока высота εb остается постоянною.

Теперь надо опредѣлить величину H . Для этого необходимо рассмотреть вопросъ, какую часть массива основанія слѣдуетъ принимать во вниманіе при вычисленіи горизонтальнаго давленія.

Если-бы мы пожелали для опредѣленія горизонтальнаго давленія принимать во вниманіе всю массу устоя, какъ это, напримѣръ, дѣлается при повѣркѣ свода съ лежащей надъ нимъ нагрузкой, гдѣ принимается во вниманіе вѣсъ всего слоя находящагося надъ сводомъ грунта, то это навѣрно не будетъ соотвѣтствовать дѣйствительности. Кладка на цементномъ растворѣ, выведенная постепеннымъ выпускомъ кирпичей въ видѣ свода, пока растворъ не окрѣпнѣетъ, дѣйствительно будетъ производить горизонтальный распоръ на подобіе арки, но такъ какъ кладка рабочей камеры кессона производится чрезвычайно тщательно, вслѣдствіе требованія непроницаемости, то распоръ не будетъ пропорціоналенъ вѣсу возводимой кладки, а по мѣрѣ возрастанія толщины кладки надъ замкомъ камеры, грузъ вновь возводимой кладки будетъ передаваться на нижнее кольцо кессона черезъ нижнюю, уже отвердѣвшую часть кладки, которая будетъ дѣйствовать, какъ каменная балка, слѣдовательно безъ распора.

Поэтому мы предлагаемъ для расчета горизонтальнаго распора кладки принимать во вниманіе слой кладки, высота котораго равна ширинѣ кессона b (фиг. 3) и при этомъ считать вѣсъ кубическаго

Фиг. 4.



Слой кладки, который надо принять во вниманіе для опредѣленія H .

метра кладки, не принимая во вниманіе потерю вѣса отъ давленія воды и воздуха, въ 1,8 тоннъ для кирпичной и въ 2,4 тонны для каменной кладки.

Это предположеніе, конечно, произвольное, но оно во всякомъ случаѣ представляетъ достаточную безопасность и, кромѣ того,

удобно тѣмъ, что, при одинаковой крутости распалубки потолка рабочей камеры, абсолютная толщина принимаемаго во вниманіе слоя кладки $(b - \varepsilon b)$ увеличивается пропорціонально ширинѣ b .

При заложении основаній на сушѣ, уже ради одного удобства производства кладки, ее не будутъ выводить выше b метровъ до начала опусканія кессона. Когда-же приступятъ къ опусканію кессона, давленіе внутри сгущеннаго воздуха и треніе земли будутъ

въ значительной мѣрѣ уменьшать давленіе кладки, а вмѣстѣ съ этимъ давленіемъ и горизонтальный распоръ.

Точно также при производствѣ работы въ пространствѣ, занятомъ водою, кладку будутъ возводить такимъ образомъ, что верхняя ея грань будетъ мало возвышаться надъ уровнемъ воды, хотябы для того только, чтобы освободить подмости. Но часть кладки, находящаяся въ водѣ, теряетъ въ вѣсѣ 1,000 килограммовъ на каждый кубическій метръ и соотвѣтственно этому уменьшается и горизонтальный распоръ. Поэтому массивъ основанія изъ кирпичной кладки будетъ подъ водою производить принятый нами распоръ только на глубинѣ около 26 метровъ (фиг. 5), если-бы весь фундаментъ дѣйствительно былъ кубическій метръ весь горизонтальный распоръ.

Но часть кладки, весъ иная ея грань которую требуется бы для того тол, что въ те-находящаяся часть кладки дѣйствительно кубическій достаточно выражение и будетъ дѣйствительность формулы балка.

Принимая это предполо-вмѣсто получимъ величину H на погонный метръ продольной стѣны:

$$H = \frac{b^2 (3 - 2\varepsilon)}{12 (1 + \varepsilon)} \cdot \alpha,$$

гдѣ черезъ α обозначенъ вѣсъ кубическаго метра кладки.

Подставляя это значеніе H въ выведенную выше формулу, получимъ окончательное выраженіе равнодѣйствующей горизонтальныхъ давленій въ видѣ:

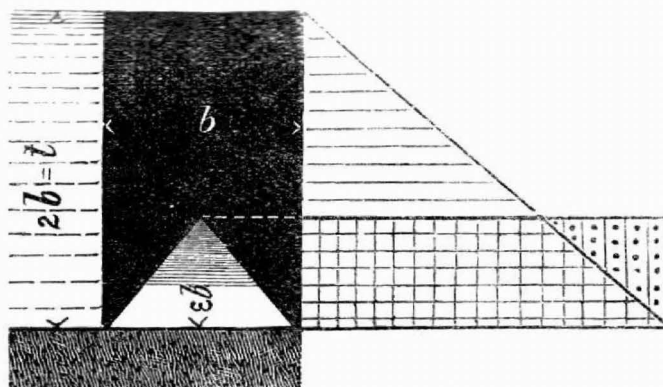
$$1) Z = \frac{b^2 (3 - 2\varepsilon) \alpha}{12 (1 + \varepsilon)} + \varepsilon b \left[\gamma \frac{\varepsilon b}{2} - \gamma_1 \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \left(t_2 - \frac{\varepsilon b}{2} \right) \right].$$

Теперь подставимъ въ эту формулу вмѣсто α , γ , γ_1 и φ такія числовыя величины, которыя соотвѣтствуютъ наибольшей величинѣ наружнаго давленія.

α равно 1,8 — 2,4 тонны,

$\gamma = 1$ тоннѣ.

Кубическій метръ сухаго хряща вѣситъ 1,77 тонны. Принимая удѣльный вѣсъ отдѣльныхъ камней 2,3, получимъ, что 1 кубиче-



Положеніе кессона, приблизительно соотвѣтствующее формулѣ 5.

скій метръ хряща содержитъ $\frac{1,77}{2,3} = 0,77$ кубическаго метра камня и $1 - 0,77 = 0,23$ кубическаго метра промежутковъ. При погруженіи этого же хряща въ воду, 1 кубическій метръ его вытѣсняетъ объемъ воды, равный объему его твердыхъ частей, т. е. 0,77 кубическаго метра воды, и, слѣдовательно, теряетъ въ вѣсѣ 0,77 тонны. Такимъ образомъ $\gamma_1 = 1,77 - 0,77 = 1$ тоннѣ.

Уголъ естественнаго откоса круглаго хряща $\phi = 30^\circ$, а угловатаго $\varphi = 45^\circ$. Мы поэтому примемъ для разсчета меньшую изъ этихъ величинъ.

Подставляя эти цифры, получимъ:

$$Z = \frac{2,4}{12} \frac{1,8b^2(3-2\varepsilon)}{(1+\varepsilon)} + \varepsilon b \left[\frac{\varepsilon b}{2} \cdot 1 - 1 \cdot tg^2 \left(45^\circ - \frac{30}{2} \right) \left(t_2 - \frac{\varepsilon b}{2} \right) \right]$$

или

$$2) \quad Z = \frac{0,2}{0,15} \frac{b^2(3-2\varepsilon)}{1+\varepsilon} + \varepsilon b \{ 0,667 \cdot \varepsilon b - 0,333 \cdot t_2 \} \text{ въ тоннахъ.}$$

Множитель 0,2 въ первомъ членѣ второй части относится къ кладкѣ изъ камня, а множитель 0,15 къ кирпичной кладкѣ.

Полученное значеніе Z соотвѣтствуетъ наибольшей величинѣ наружнаго давленія.

Изъ этого явствуетъ, что Z обыкновенно будетъ положительнымъ, и нужно довольно большую величину для t_2 , чтобы отрицательный членъ преобладалъ, т. е. только на довольно значительной глубинѣ равнодѣйствующее всѣхъ горизонтальныхъ давленій будетъ направлено снаружи внутрь.

Примемъ, на примѣръ, ширину b кессона $= 7$ метрамъ, а высоту его $= \frac{2}{3}$ ширины, тогда $\varepsilon = 0,67$ и $\varepsilon b = 4,69$ метра.

Подставивъ эти величины въ уравненіе 2, мы увидимъ, что Z превратится въ 0, когда отрицательный членъ, т. е. второй членъ въ скобкахъ, сдѣлается равнымъ суммѣ другихъ двухъ членовъ формулы, слѣдовательно, когда

$$\frac{(0,2)}{0,15} \frac{7^2(3-1,33)}{1+0,67} + 4,69 \cdot 0,667 \cdot 4,69 = 4,69 \cdot 0,333 \cdot t_2$$

или когда

$$t_2 = \frac{(0,2)}{0,15} \frac{7^2 \cdot 1,67}{1,67 \cdot 4,69 \cdot 0,333} + \frac{4,69 \cdot 0,667}{0,333}$$

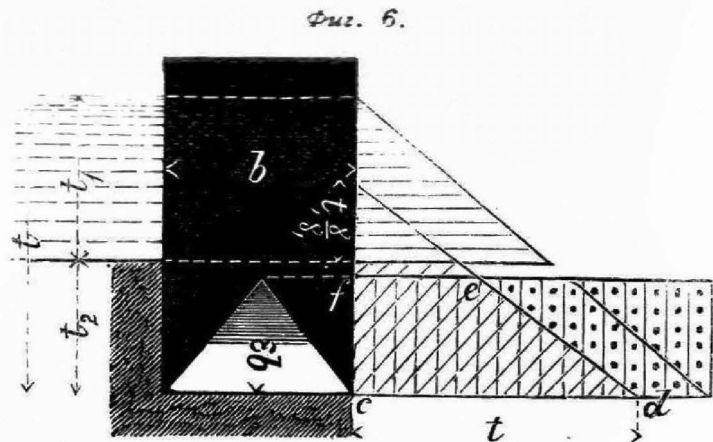
$$t_2 = \frac{(6,28)}{4,71} + \frac{(15,674)}{9,394} = 14,104.$$

Цифры 6,28 и 4,71 получились отъ принятаго нами распоракладки. Если бы мы даже совершенно пренебрегли этой горизонтальной силой, то и тогда еще потребуется углубленіе кессона болѣе чѣмъ на 9,394 метра ниже дна рѣки, чтобы равнодѣйствующая всѣхъ дѣйствующихъ горизонтальныхъ силъ получила направленіе снаружи внутрь.

Чѣмъ мелкозернистѣе грунтъ, тѣмъ позже наступитъ эта перемѣна направленія равнодѣйствующей горизонтальныхъ силъ. Наконецъ, при грунтѣ, для котораго вода дѣйствуетъ только какъ нагрузка, эта перемѣна рѣдко или никогда не будетъ достигнута.

Чѣмъ мелкозернистѣе для Z , при опусканіи кессона въ подобнаго вода дѣйствуетъ только на горизонтальныхъ силъ

давленіе земли отъ глубины t_1 метровъ, при чемъ слой земли толщиной $(t_2 + t_1 \frac{\gamma}{\gamma_1})^2$ метровъ, гдѣ γ давленіе прежнее значеніе, $t_2 + t_1$ начеетъ вѣсъ кубиникогда метра пропитанВеличины грунта (слѣднникогда, не вычитая поывра вѣса въ водѣ).



Распределение давлений при глинистомъ грунтѣ для поперечнаго разрѣза, фиг. 1.

Тогда давленіе земли (см. фиг. 6) выразится

$$= \gamma_1 \frac{(t_2 + t_1 \frac{\gamma}{\gamma_1})^2}{2} \cdot tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right).$$

Поэтому давленіе это изобразится треугольникомъ (acd), высота котораго $t_2 + t_1 \frac{\gamma}{\gamma_1}$, а длина основанія $\gamma_1 \left((t_2 + t_1 \frac{\gamma}{\gamma_1}) tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \right)$.

Часть давленія, приходящаяся на стѣну кессона, площадь трапеціи $cdef$, будетъ равна

$$\gamma_1 \cdot \epsilon b \cdot tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \left(t_2 + t_1 \frac{\gamma}{\gamma_1} - \frac{\epsilon b}{2} \right).$$

Величины давленія воздуха и распоракладки остаются безъ измѣненія, такъ что получимъ:

$$3) \quad Z = \frac{\alpha b^2 (3 - 2\epsilon)}{12 (1 + \epsilon)} +$$

$$\epsilon b \left\{ \gamma \cdot t - \gamma_1 tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \left(t_2 + t_1 \frac{\gamma}{\gamma_1} - \frac{\epsilon b}{2} \right) \right\}.$$

Для глины, пропитанной водою, имѣемъ $\gamma_1 = 2,04$ тонны и $\varphi = 17^\circ$. Подставляя эти значенія, а также величины γ и α , какъ прежде, а вмѣсто t сумму $t_1 + t_2$ въ формулу 3, получимъ

$$4) Z = \frac{0,2}{0,15} \frac{b^2(3-2\varepsilon)}{1+\varepsilon} + \varepsilon b \{0,452 t_1 + 0,559 \varepsilon b - 0,117 t_2\} \text{ въ}$$

тоннахъ.

Z превратится въ нуль, когда

$$t_2 = \frac{1}{0,117 \varepsilon b} \left\{ \frac{0,2}{0,15} \frac{b^2(3-2\varepsilon)}{1+\varepsilon} + \varepsilon b (0,452 t_1 + 0,559 \varepsilon b) \right\}.$$

Принимая опять, какъ прежде, ширину $b = 7$ метрамъ, $\varepsilon = 0,67$, слѣдовательно $\varepsilon b = 4,69$ метра, и глубину воды t_1 , входящую въ нашу формулу, только въ 1 метръ, увидимъ, что Z превратится въ нуль, когда

$$t_2 = \frac{1}{4,69 \cdot 0,117} \left\{ \frac{(0,2)}{0,15} \frac{7^2 \cdot 1,67}{1,67} + 4,69 (0,452 + 0,559 \cdot 4,69) \right\}$$

или когда

$$t_2 = \frac{(17,86)}{13,39} + \frac{(44,13)}{26,27} = 39,66 \text{ метра.}$$

Если мы опять не пожелаемъ принять во вниманіе величины 13,39 и 17,86, полученные отъ горизонтальнаго распора кладки, то все таки останутся еще 26,27 метра глубины подъ дномъ рѣки, до которой давленіе одного воздуха превосходитъ наружное давленіе.

Въ большинствѣ случаевъ значеніе Z будетъ находиться между величинами, получаемыми изъ формулъ 2 и 4. Въ верховьяхъ рѣкъ, гдѣ дно состоитъ изъ болѣе крупныхъ наносовъ, значеніе Z будетъ приближаться къ величинѣ, получаемой изъ формулы 2, въ низовьяхъ же, гдѣ грунтъ на днѣ рѣки состоитъ изъ болѣе мелкихъ наносовъ, значеніе Z будетъ ближе къ величинѣ, получаемой изъ формулы 4.

Результатомъ изложеннаго изслѣдованія мы можемъ установить слѣдующія положенія:

- 1) Боковыя стѣны кессоновъ, рабочая камера которыхъ имѣетъ въ продольномъ разрѣзѣ видъ трапеціи, будутъ въ большинствѣ случаевъ, встрѣчающихся на практикѣ, испытывать давленіе, направленное изнутри наружу.
- 2) Напряженіе противоположнаго направленія можетъ имѣть мѣсто только при весьма проницаемомъ грунтѣ на значительной глубинѣ.

Изъ этого опять слѣдуетъ:

3) что боковымъ стѣнамъ кессоновъ можно безъ стѣсненія придавать плоскую форму, что желательно изъ практическихъ и экономическихъ соображеній, вмѣсто того, чтобы сдѣлать ихъ въ пространствѣ между поперечными связями съ выпуклостью наружу, какъ въ Лауэнбургѣ (см. выше),—что даже въ большинствѣ случаевъ будетъ болѣе, соотвѣтственно испытываемому стѣнами напряженію, сообщать имъ кривизну въ обратномъ направленіи *).

4) Наконецъ, что поперечныя связи кессона подвергаются главному значенію Z приблизительно соотвѣтствуетъ (для кирпичной кладки) положеніе кессона, показанное на фиг. 5, гдѣ предполагается, что рабочая камера уже наполнена сгущеннымъ воздухомъ.

Формулы 1 и 2 даютъ для Z положительный maximum, когда отрицательный членъ второй части превращается въ нуль. Тогда значеніе Z получится изъ 1 формулы:

$$5 \text{ а) } Z^{max.} = \frac{b^2(3-2\varepsilon)\alpha}{12(1+\varepsilon)} + \frac{(\varepsilon b)^2 \cdot \gamma}{2},$$

а изъ 2 формулы:

$$5 \text{ б) } Z^{max.} = \frac{0,2}{0,15(3-2\varepsilon)} + 0,5(\varepsilon b)^2 \text{ въ тоннахъ на погонный}$$

метръ продольной стѣны.

Этому значенію Z приблизительно соотвѣтствуетъ (для кирпичной кладки) положеніе кессона, показанное на фиг. 5, гдѣ предполагается, что рабочая камера уже наполнена сгущеннымъ воздухомъ.

Мы предлагаемъ принять это значеніе Z для расчета поперечныхъ желѣзныхъ связей, такъ какъ оно всегда даетъ достаточно прочныя размѣры.

Конечно, при опусканіи кессона въ глинистый грунтъ, перевѣсъ давленія воздуха надъ дѣйствующимъ напоромъ грунта будетъ сначала больше перевѣса, который только-что имѣло давленіе воздуха надъ давленіемъ воды. За то при опусканіи въ грунтъ не только уменьшается распоръ отъ кладки, вслѣдствіе тренія ея о грунтъ, но также

*) Подобнаго рода кривизна стѣнъ съ выпуклостью во внутрь особенно желательна на тотъ случай, когда, при быстромъ выходѣ сгущеннаго воздуха изъ кессона, послѣдній значительно садится. При этомъ стѣнамъ кессона приходится испытывать значительное давленіе изнутри наружу, вслѣдствіе клинообразнаго дѣйствія вступающаго въ кессонъ грунта. Конечно, въ этомъ случаѣ давленіе воздуха за то уменьшается.

рѣдко случится такая глубина воды, которая соотвѣтствовала бы формулѣ 5, т. е. при началѣ опусканія кессона рѣдко будетъ достигнуть уже перевѣсъ внутренняго давленія на

$$\frac{0,15^{(0,2)} (3 - 2\varepsilon)}{1 + \varepsilon} + 0,5 (\varepsilon b)^2.$$

Наконецъ, запасною силою противъ внутренняго давленія можно считать еще пассивное сопротивленіе грунта, которое хотя не можетъ уничтожить напряженія связей, но все-таки можетъ быть рассматриваемо, какъ нѣкотораго рода запасъ.

Поэтому поперечные размѣры частей, опредѣленные по формулѣ 5 и, при большой глубинѣ опусканія кессона, приспособленные и для сопротивленія возможнымъ сжимающимъ усиліямъ, будутъ всегда достаточны.

Мы могли-бы еще особенно рассмотреть случай плавучаго или иловатаго грунта, какъ переходъ отъ глинистаго къ хрящеватому. — Принимая для этихъ грунтовъ уголъ естественнаго откоса $\varphi = 0$, мы имъ нѣкоторымъ образомъ приписываемъ свойства жидкости. Но тогда потребуется увеличеніе давленія воздуха внутри кессона. Это давленіе должно теперь сопротивляться уже не вѣсу столба воды высотой въ t метровъ, а вѣсу столба, состоящаго изъ воды и плавучаго песку или ила *), которыхъ средній удѣльный вѣсъ γ'' значительно больше удѣльнаго вѣса γ воды.

Для подобнаго грунта формула 3 приняла-бы видъ нашей формулы 5а, съ тою разницею, что во второмъ членѣ, вмѣсто γ , будетъ содержаться множитель γ'' . Слѣдовательно она будетъ:

$$Z = \frac{b^2 (3 - 2\varepsilon) \alpha}{12 (1 + \varepsilon)} + \frac{(\varepsilon b)^2 \cdot \gamma''}{2}.$$

Если-бы надъ плавучимъ грунтомъ вовсе не было слоя воды, слѣдовательно $t_1 = 0$ и $t_2 = t$, то γ'' имѣло-бы наибольшее значеніе и его надо было-бы принять = около 2γ .

Въ этомъ случаѣ значеніе Z получилось-бы значительно больше, чѣмъ изъ формулы, которую мы предлагаемъ, какъ общую для расчета поперечныхъ связей. Тѣмъ не менѣе и въ этомъ случаѣ достаточно будетъ пользоваться значеніемъ Z изъ формулы 5а или 5б, такъ какъ, вмѣстѣ съ увеличеніемъ втораго члена нашей формулы отъ увеличенія γ'' , увеличивается въ томъ же отношеніи и

*) См., для сравненія, опыты при постройкѣ Гудзоновскаго туннеля. „Centralblatt der Bauverwaltung“ 1883.

Прим. автора.

формулы воздуха вверхъ, отчего опять уменьшается горизонтальный соотворъ кладки (H). Такимъ образомъ мы имѣли-бы право соотвѣтствующимъ образомъ уменьшить первый членъ формулы, такъ что образомъ Z въ общемъ останется почти тоже.

Равнодѣйствующее изъ всѣхъ давленій, которымъ подвергается уменьшить стѣна кессона, при опусканіи его въ иловатый или пылякъ грунтъ, будетъ, точно также, какъ въ водѣ, всегда направлено наѣ, какъ напимѣрь, когда рабочая камера покрывается довольно плоской распалубкой, необходимо только устроить связи, сопротивляющіяся растяженію.

При конструкціи этого замыкающаго желѣзнаго кольца надо принять во вниманіе, что оно должно обладать большимъ моментомъ сопротивленія, какъ относительно вертикальной, такъ и относительно горизонтальной оси.

грунтъ когда онѣ напираютъ на грунтъ при непредвидѣнной засторонній осадкѣ кессона. Кромѣ того надо предпочесть болѣе выводы положеніе связей вслѣдствіе того соображенія, что равнодѣйствующее сила отъ давленія воды и земли съ одной стороны, и возвре — съ другой, все время, пока она направлена изнутри наружу, прикрѣпляя о, въ теченіи большей части работы, будетъ приложена время $\frac{1}{2}$ и $\frac{2}{3}$ высоты рабочей камеры, считая отъ нижняго края отъ ножа кессона.

Поэтому лучше всего устроить поперечныя связи выше замыкающаго желѣзнаго кольца, прикрѣпляя эти связи къ кольцу такимъ образомъ, чтобы онѣ для него служили жесткими распорками, въ томъ случаѣ, если конструкція кольца не исключаетъ возможности дѣйствія на него сжимающихъ усилій. Въ послѣднемъ-же случаѣ, какъ напимѣрь, когда рабочая камера покрывается довольно плоской распалубкой, необходимо только устроить связи, сопротивляющіяся растяженію.

При конструкціи этого замыкающаго желѣзнаго кольца надо принять во вниманіе, что оно должно обладать большимъ моментомъ сопротивленія, какъ относительно вертикальной, такъ и относительно горизонтальной оси.

Если мы въ нашей формулѣ 5 для расчета желѣзныхъ поперечныхъ связей приняли всю разность между внутреннимъ и внѣшнимъ давленіями, то изъ упомянутаго выше о положеніи равнодѣй-

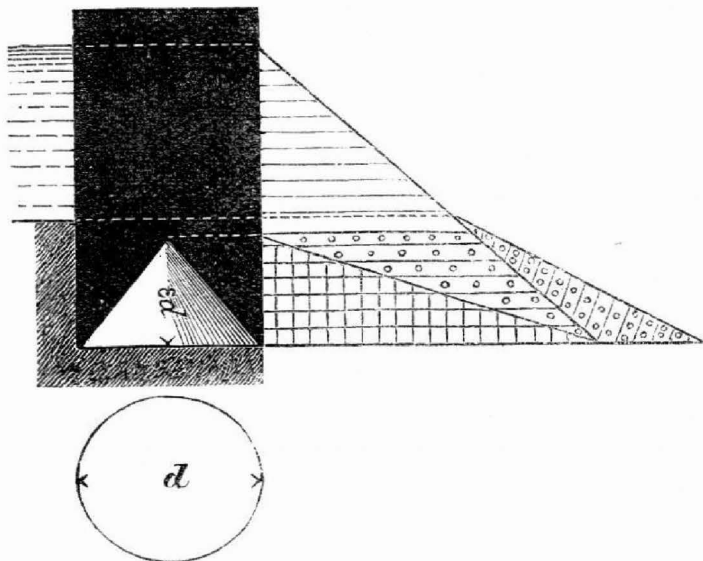
*) См. ст. „Объ устройствѣ основаній при помощи сгущеннаго воздуха“. Журн. м. п. с. 1881.

ствующей этихъ силъ слѣдуетъ, что наше предположеніе слишкомъ невыгодно. При устройствѣ поперечныхъ связей на незначительномъ разстояніи выше верхняго желѣзнаго кольца, напряженіе ихъ, отъ дѣйствія горизонтальныхъ силъ, будетъ гораздо меньше. Поэтому формула 5, во всякомъ случаѣ, даетъ для всѣхъ родовъ грунтовъ довольно большія значенія для расчета поперечныхъ связей.

При весьма широкихъ и вслѣдствіе этого весьма высокихъ кессонахъ, рационально будетъ устроить по высотѣ два ряда поперечныхъ связей. Верхнія связи, которыя могутъ быть устроены для сопротивленія только растягивающимъ усиліямъ, можно помѣстить на высотѣ около $\frac{3}{4} \epsilon b$ надъ краемъ, и для расчета ихъ поперечныхъ размѣровъ принять около $\frac{(\epsilon b)^2}{4}$ тоннъ на погонный метръ стѣны. Нижній рядъ связей, прочно сопряженный съ замыкающимъ кольцомъ желѣзнаго остова рабочей камеры, надо будетъ устроить съ сопротивленіемъ какъ растягивающимъ, такъ и сжимающимъ усиліямъ, а поперечные ихъ размѣры взять соотвѣтственнымъ образомъ уменьшенные противъ получаемыхъ изъ формулы 5.

При конической формѣ верхней части рабочей камеры обстоятельства существенно измѣняются, какъ это видно на фигурахъ 7 и 8.

Фиг. 7.



Распределеніе давленій для круглыхъ кессоновъ при
проницаемомъ грунтѣ.

Ради простоты примемъ, что рабочая камера ограничена сверху полнымъ конусомъ, а не усѣченнымъ, какъ собственно бываетъ на дѣлѣ. Называя длину окружности основанія конуса U , а образующую конуса s , получимъ боковую поверхность конуса $\frac{U.s}{2}$.

Все внутреннее давленіе воздуха нормально къ поверхности конуса ($t.\gamma$ на единицу) будетъ $\frac{U.s.t.\gamma}{2}$.

Горизонтальная составляющая этого давленія будетъ $= \frac{U.s.t.\gamma}{2} \cos \delta$, если черезъ δ обозначимъ половину угла при вершинѣ конуса.

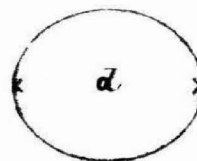
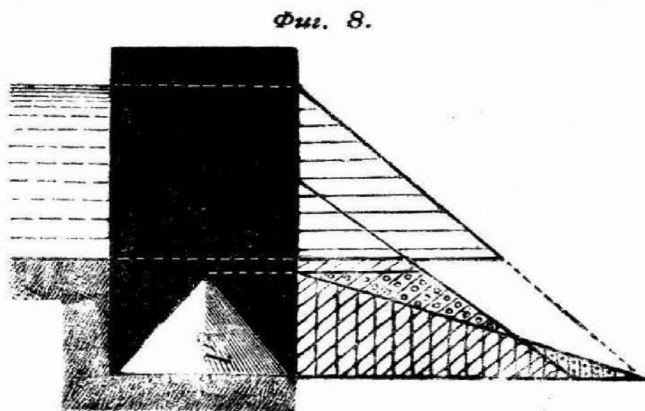
Чѣмъ мелкозернистѣе грунтъ, тѣмъ позже наступитъ эта перемѣна направленія равнодѣйствующей горизонтальныхъ силъ. Наконецъ, при грунтѣ, для котораго вода дѣйствуетъ только какъ нагрузка, эта перемѣна рѣдко или никогда не будетъ достигнута.

равнодѣйствующей го давленія воздуха извнутри наружу $= \frac{\epsilon d.t.\gamma}{2}$,

вода дѣйствуетъ только на горизонтальныхъ силъ:

давлѣніе земли отъ глубины t_1 метровъ, примемъ слой земли толщиной $(t_2 + t_1 \frac{\gamma}{\gamma_1})^2$ метровъ, гдѣ γ давлѣніе прежнее значеніе, $t_2 + t_1$ начаетъ вѣсь кубика метра пропитаннаго грунтомъ (слѣдуетъ никогда, не вычитая поправки вѣса въ водѣ).

Этотъ этотъ распоръ равнымъ



Распределение давленій для круглыхъ кессоновъ при непроницаемомъ грунтѣ.

$$H = \frac{\alpha.d^2(2-\epsilon)}{24(1+\epsilon)}.$$

Такимъ образомъ, для круглыхъ кессоновъ при весьма проницаемомъ грунтѣ, наша формула 1 приметъ видъ:

$$Z = \frac{\alpha.d^2(2-\epsilon)}{24(1+\epsilon)} + \frac{\epsilon d.t.\gamma}{2} - \epsilon d \left[\gamma \left(t - \frac{\epsilon d}{2} \right) + \gamma.tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \left(t_2 - \frac{\epsilon d}{2} \right) \right]$$

или

$$6) \quad Z = \frac{\alpha.d^2(2-\epsilon)}{24(1+\epsilon)} + \epsilon d \left[\frac{\gamma}{2} (\epsilon d - t) - \gamma.tg^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \left(t_2 - \frac{\epsilon d}{2} \right) \right],$$

вмѣсто формулы 2, принимая опять, какъ прежде, для α , γ , γ_1 , φ числовыя величины и подставляя $t = t_1 + t_2$, получимъ:

$$7) \quad Z = \frac{0,075d^2(2-\epsilon)}{1+\epsilon} + \epsilon d [0,667 \epsilon d - (0,5t_1 + 0,833t_2)]$$

тоннахъ.

Точно такимъ-же образомъ получимъ для круглыхъ кессоновъ, опускаемыхъ въ плотный, пропитанный водою глинистый грунтъ, вмѣсто нашихъ формулъ 4 и 5, соотвѣтственно слѣдующія выраженія:

$$8) \quad Z = \frac{\alpha \cdot d^2 (2 - \varepsilon)}{24 (1 + \varepsilon)} + \varepsilon d \left[\frac{\gamma \cdot t}{2} - \gamma \cdot t g^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \left(t_2 + t_1 \frac{\gamma}{\gamma_1} - \frac{\varepsilon d}{2} \right) \right]$$

$$9) \quad Z = \frac{(0,1) \cdot 0,075 \cdot d^2 (2 - \varepsilon)}{1 + \varepsilon} + \varepsilon d \left\{ 0,559 \varepsilon d - (0,671 t_2 + 0,048 t_1) \right\}$$

въ тоннахъ.

Такъ какъ горизонтальная составляющая давленія воздуха здѣсь получается вдвое меньшею, чѣмъ въ кессонахъ съ трапециoidalной формой рабочей камеры, а горизонтальный распоръ кладки уменьшился еще болѣе, чѣмъ вдвое, между тѣмъ какъ горизонтальныя составляющія силы, дѣйствующихъ снаружи, остались безъ измѣненія, то здѣсь равнодѣйствующая всѣхъ силъ приметъ направленіе снаружи во внутрь гораздо раньше, чѣмъ въ выше разсмотрѣнныхъ случаяхъ.

Если мы, для примѣра, примемъ: d какъ прежде $= 7$, $\varepsilon = 0,67$, то $\varepsilon d = 4,69$; $t_1 = 1$ метру, тогда Z превратится въ нуль при проницаемомъ грунтѣ (форм. 7), когда:

$$t_2 = \frac{(0,999)}{0,749} + \frac{(4,154)}{3,155} = 3,904,$$

при непроницаемомъ грунтѣ (форм. 8), когда:

$$t_2 = \frac{(1,428)}{1,071} + \frac{(5,47)}{4,042} = 5,113.$$

Такимъ образомъ, уже при весьма небольшихъ глубинахъ будетъ имѣть мѣсто перевѣсъ давленія снаружи во внутрь.

Къ счастію, въ этомъ случаѣ круглая форма кессона какъ разъ соотвѣтствуетъ возможности наибольшаго сопротивленія наружнымъ силамъ, и кольцевая кладка каменной части представляетъ этимъ силамъ значительное сопротивленіе.

Разсмотрѣнная выше форма кессона (фиг. 1 и 2) съ продольнымъ разрѣзомъ рабочей камеры въ видѣ трапеціи, какую, на примѣръ, имѣлъ кессонъ, употребленный для одного устоя у Марманда, вообще не можетъ считаться особенно раціональной. Практичнѣе будетъ, особенно въ томъ случаѣ, когда устраиваютъ въ кессонѣ нѣсколько воздушныхъ плюзовъ, вывести верхнюю часть рабочей камеры, на-

стѣны кессона давленіе подѣ угломъ естественнаго откоса. Если кессонъ опущенъ въ грунтъ подобнаго рода, то слой воды, производящій давленіе на грунтъ, дѣйствуетъ только какъ вертикальная нагрузка. Поэтому при подобномъ грунтѣ этотъ слой воды можно въ расчетѣ замѣнить слоемъ грунта соотвѣтственно меньшей высоты. Чѣмъ меньше способность грунта пропитываться водою, т. е. чѣмъ онъ плотнѣе, тѣмъ больше будетъ уголъ его естественнаго откоса и поэтому тѣмъ меньше будетъ вліяніе расположеннаго надъ нимъ слоя воды. Это подтверждается также явленіями, замѣчаемыми при устройствѣ основаній при помощи сгущеннаго воздуха въ подобнаго рода грунтахъ.

Именно, при этомъ часто случается, что излишекъ сгущеннаго воздуха пробивается въ какомъ-нибудь опредѣленномъ мѣстѣ изъ подѣ ножа кессона и во все время опусканія кессона, отъ начала до конца, продолжаетъ вытекать у этого мѣста, независимо отъ того, занимаетъ-ли эта часть ножа высшее или низшее положеніе. Это явленіе объясняется тѣмъ, что, при опусканіи кессона въ плотный слой грунта, означенное мѣсто представляло наименьшее сопротивленіе давленію воздуха. Поэтому воздухъ прорвалъ себѣ здѣсь каналъ, который дѣйствіемъ уходящаго воздуха, встрѣчавшаго здѣсь самое слабое сопротивленіе, оставался открытымъ во все время опусканія кессона.

Поэтому въ данномъ случаѣ давленіе воздуха внутри кессона зависитъ не отъ давленія воды у той части края кессона, которая имѣетъ *наивысшее* положеніе, а отъ давленія воды именно *у этого опредѣленнаго мѣста*.

Если этотъ каналъ будетъ достаточно хорошо задѣланъ, то работу можно будетъ продолжать при гораздо меньшемъ давленіи воздуха, точно также возможно будетъ увеличить давленіе внутри кессона выше того предѣла, который при проникаемомъ грунтѣ опредѣляется разстояніемъ ножа кессона отъ уровня воды.

Для обоихъ случаевъ имѣются примѣры изъ практики.

Первый случай представился при заложеніи шахты Рейнпрейсенъ у Гомбурга, гдѣ производители работъ обнаружили больше смѣлости, чѣмъ осторожности. Кессонъ здѣсь пришлось опускать черезъ толстый слой лёсса, причемъ работа производилась при давленіи внутри кессона только въ 3,75 атмосферы на глубинѣ 228 рейнскихъ футовъ ниже уровня Рейна, вблизи котораго находится шахта. Наконецъ катастрофа, которую можно было предвидѣть, наступила, т. е. гидростатическое давленіе пробило слой лёсса и шахта наполнилась грунтомъ.

АНАЛИТИЧЕСКАЯ ТЕОРІЯ СВОДОВЪ.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ *).

Указавъ на болѣе выдающіяся теоріи повѣрки устойчивости и прочности цилиндрическихъ сводовъ, мы намѣрены, въ этой части нашего труда, изложить эмпирическіе способы ихъ проектированія.

Основная идея этихъ способовъ заключается:

- 1) въ предположеніи, что направляющія внутренней и внѣшней поверхностей—кривыя однородныя;
- 2) въ опредѣленіи швовъ перелома по правиламъ Боатора, и
- 3) въ опредѣленіи, по особымъ эмпирическимъ даннымъ, толщины свода въ швахъ перелома и въ замкѣ.

Полученное такимъ образомъ очертаніе проектируемаго свода остается затѣмъ провѣрить по одному изъ изложенныхъ способовъ повѣрки и убѣдиться, что принятые размѣры удовлетворяютъ всѣмъ условіямъ устойчивости и прочности сооруженія.

І. Эмпирическія формулы для расчета толщины цилиндрическихъ сводовъ въ замкѣ.

Буквы, входящія въ составъ нижеслѣдующихъ формулъ, имѣютъ слѣдующія значенія:

s — толщина свода въ замкѣ.

D — длина отверстія въ свѣту.

R — радіусъ внутренней поверхности круговыхъ сводовъ.

H — высота насыпи.

f — подъемъ свода.

* См.) журналъ М. П. С. „Инженеръ“ 1882 г., кн. 23 и 24.

- 1) Формулы *Perronet'a* для мостовъ подъ шоссейныя дороги съ горизонтальной линіей нагрузки на 0,^м40 выше вѣшной поверхности замка:

а) Для полуциркульныхъ сводовъ:

$$c = \frac{R}{15} + 0,^м33.$$

б) Для пологихъ круговыхъ сводовъ:

$$c = \frac{f}{30} + \frac{D^2}{120f} + 0,^м33.$$

- 2) Формулы *Dejardin'a* для мостовъ подъ шоссейныя дороги:

а) Для полуциркульныхъ сводовъ:

$$c = 0,05 D + 0,^м30.$$

б) Для пологихъ круговыхъ сводовъ:

$$c = 0,050 R + 0,^м30 \text{ при углахъ въ центрѣ} = 60^\circ$$

$$c = 0,035 R + 0,^м30 \quad \text{ " " " } = 50^\circ$$

$$c = 0,020 R + 0,^м30 \quad \text{ " " " } = 40^\circ$$

с) Для коробчатыхъ сводовъ, коихъ стрѣлка = $\frac{1}{3}$,

$$c = 0,070 R' + 0,^м30,$$

причемъ R' обозначаетъ радіусъ кривизны внутренней поверхности.

- 3) Формула г. *Leveillé* для мостовъ подъ шоссейныя дороги:

$$c = \frac{1}{30} D + 0,^м33.$$

- 4) Формула г. *Lesguiller'a* для мостовъ подъ шоссейныя дороги:

$$c = 0,2 \sqrt{D} + 0,^м10.$$

- 5) Формула австрійскихъ инженеровъ, для мостовъ подъ желѣзныя дороги:

$$c = 0,^м43 + \frac{R}{10} + \frac{H}{50}.$$

Здѣсь принята въ расчетъ высота имѣющей насыпи.

- 6) Формула г. *Culmann'a*, изъ Цюриха, для мостовъ подъ желѣзныя дороги:

$$c = 0,^м30 + 0,025 D + 0,20 R.$$

- 7) Формула г. *Minard'a* для водопроводныхъ мостовъ, при глубинѣ воды въ 1,^м15 (*Navigation des rivières et des canaux*, p. 352, Paris 1841):

$$c = 0,^м65 + (D - 3,^м00) \times 0,06.$$

Для отверстій меньше 3,^м00, толщина свода въ замкѣ принимается = 0,^м60.

8) Формулы *Heinzerling'a*, для каменныхъ трубъ:

а) для тесаннаго камня:

$$c = 0,\text{м}40 + 0,025 R \text{ — при насыпи до } 1,\text{м}50.$$

$$c = 0,\text{м}45 + 0,030 R \text{ — при насыпи болѣе } 1,\text{м}50.$$

б) для кирпича:

$$c = 0,\text{м}43 + 0,028 R \text{ при насыпи } \leq 1,\text{м}50.$$

$$c = 0,\text{м}51 + 0,033 R \text{ „ „ } > 1,\text{м}50.$$

в) для бутовой кладки:

$$c = 0,\text{м}48 + 0,031 R \text{ при насыпи } \leq 1,\text{м}50.$$

$$c = 0,\text{м}55 + 0,037 R \text{ „ „ } > 1,\text{м}50.$$

(Heinzerling: Die Brücken der Gegenwart).

II. Практическія данныя для руководства при проектированіи цилиндрическихъ сводовъ.

Г. Desnoyer-Croizette, профессоръ школы дорогъ и мостовъ въ Парижѣ, предлагаетъ, при проектированіи цилиндрическихъ сводовъ для мостовъ подъ шоссеиныхъ и желѣзныхъ дороги, руководствоваться слѣдующими эмпирическими правилами:

А. Для полуциркульныхъ сводовъ.

1) Толщину свода въ замкѣ разсчитывать по формулѣ:

$$c = 0,\text{м}15 + 0,15 \sqrt{2 R}.$$

2) Толщину свода въ плоскости шва, составляющаго 45° съ горизонтомъ, приравнивать двойной толщинѣ свода въ замкѣ.

3) Внѣшнюю поверхность дѣлать цилиндрической, по дугѣ круга, проходящей черезъ вершину свода и двѣ выше обозначенныя точки.

4) Зависимость между отверстіемъ свода x и ему соотвѣтствующимъ распоромъ y опредѣлять по уравненіямъ:

а) при сплошной забулкѣ:

$$y = 750,00 x + 74,75 x^{1,89}$$

б) при забулкѣ съ разгрузными арками:

$$y = 869,00 x + 64,50 x^{1,81}$$

Для облегченія расчетовъ могутъ служить нижеслѣдующія таблицы I, II и III:

ТАБЛИЦА I.
Полуциркульные своды послѣ снятія кружалъ.

Отверстіе въ свѣту.	Толщина въ замкѣ.	Высоталиній нагрузки.	При сплошной забуткѣ.				При забуткѣ съ разгрузными арками.			
			Уголъ шва перелома.	Величина распора въ килограмм.	Среднее давленіе въ замкѣ	Сред. давл. на шовъ перелома.	Уголъ шва перелома.	Величина распора въ килограмм.	Среднее давленіе въ замкѣ	Сред. давл. на шовъ перелома.
10	0,62	0,40	32°	13.340	2,15	2,31	32°	12.340	1,99	1,96
20	0,82	0,40	31°	36.720	4,48	4,99	32°	31.700	3,87	3,76
30	0,97	0,40	28°	69.000	7,11	8,49	32°5'	54.740	5,64	5,28
40	1,10	0,40	27°	109.880	9,99	12,30	33°40'	85.650	7,79	7,08
50	1,21	0,40	26°	159.020	13,14	16,57	33°	118.190	9,77	8,99
60	1,31	0,40	25°	216.360	16,52	21,26	33°45'	159.190	12,17	11,32
70	1,40	0,40	24°	281.720	20,12	26,39	33°52'	205.250	14,66	13,53
80	1,49	0,40	23°	355.080	23,83	31,95	33°58'	248.900	16,70	15,31
90	1,57	0,40	23°	436.270	27,79	37,34	33°54'	297.840	18,97	17,48
100	1,65	0,40	22°	525.220	31,83	43,64	33°47'	352.250	21,35	19,83

ТАБЛИЦА II.
Полуциркульные своды въ моментъ раскружаливанія.

Отверстіе въ свѣту.	Уголъ шва перелома.	Величина распора въ килограмм.	Среднее давленіе въ килограммахъ.	
			Въ замкѣ.	Въ плоскости шва перелома.
20	38°	19,200	2,34	2,12
60	40° 30'	91,970	7,02	6,24
100	45° 35'	193,580	11,78	10,38

ТАБЛИЦА III.
Сравнительная таблица полуциркульныхъ сводовъ для мостовъ подъ шоссеиыя и желѣзныя дороги.

Отверстіе въ свѣту.	Толщина въ замкѣ.	Для шоссеиныхъ мостовъ.				Для желѣзно-дорожныхъ мостовъ.			
		Высота погрузки.		Среднее давленіе въ замкѣ.		Высота погрузки.		Среднее давленіе въ замкѣ.	
		Посто-янной.	Полной.	Посто-янное.	Постоянное и временное.	Посто-янной.	Полной.	Посто-янное.	Постоянное и временное.
20	0,82	0,40	0,62	3,87	4,25	1,00	1,55	4,90	5,87
60	1,31	0,40	0,62	12,17	21,89	1,00	1,55	14,13	15,93
100	1,65	0,40	0,62	21,35	22,28	1,00	1,55	23,92	26,29

В. Для пологихъ круговыхъ сводовъ.

- 1) Толщину свода въ замкѣ рассчитывать по формулѣ:

$$c = 0,^m15 + 0,15 \sqrt{2R}.$$

- 2) Толщину свода
- C
- въ плоскости пять приравнивать толщинѣ въ замкѣ, умноженной на извѣстный коэффициентъ, находящійся въ зависимости отъ пологости проектируемаго свода; и такъ:

а) для сводовъ при пологости въ $1/4$ $C = 1,80$ с.b) " " " " въ $1/6$ $C = 1,40$ с.c) " " " " въ $1/8$ $C = 1,25$ с.d) " " " " въ $1/10$ $C = 1,15$ с.e) " " " " въ $1/12$ $C = 1,10$ с.

- 3) Внѣшнюю поверхность дѣлать цилиндрической по дугѣ круга, проходящей черезъ вершину свода и двѣ выше обозначенныя точки.

- 4) Для опредѣленія распора и среднихъ давленій употреблять таблицы IV и V, составленныя по уравненіямъ, предложеннымъ для полуциркульныхъ сводовъ (см. стр. 523 и 524).

С. Для эллиптическихъ сводовъ.

- 1) Толщину свода въ замкѣ рассчитывать по формулѣ:

$$c = 0,^m15 + 0,15 \sqrt{2R},$$

гдѣ R обозначаетъ радіусъ дуги одинаковой пологости съ проектируемымъ сводомъ.

- 2) Толщинѣ свода
- C
- въ плоскости шва, соответствующаго половинѣ подъема, придавать слѣдующіе размѣры:

а) при пологости сводовъ въ $1/3$ $C = 2,00$ с.b) " " " " въ $1/4$ $C = 1,80$ с.c) " " " " въ $1/5$ $C = 1,60$ с.

- 3) Внѣшнюю поверхность дѣлать эллиптической по эллипсу, проходящему черезъ вершину свода и двѣ выше означенныя точки.

- 4) Зависимость между отверстіемъ свода
- x
- и ему соответствующимъ распоромъ
- y
- опредѣлять по уравненіямъ:

а) при пологости свода въ $1/3$:

$$y = 1145x + 100,35x^{1,85}$$

b) при пологости свода въ $1/4$:

$$y = 1350x + 161,00x^{1,78}$$

c) при пологости свода въ $1/5$:

$$y = 1360x + 263,70x^{1,71}.$$

Т А Б Л И Ц А IV.
Пологіе круговые своды съ сплошною забутою.

Пологость.	Отверстіе въ свѣту.	Толщина свода въ замкѣ.	Коэффи-ціентъ для пять.	Распоръ въ килограмм.	Среднее давленіе.		Пологость.	Отверстіе въ свѣту.	Толщина свода въ замкѣ.	Коэффи-ціентъ для пять.	Распоръ въ килограмм.	Среднее давленіе.	
					Въ замкѣ.	Въ пятахъ.						Въ замкѣ.	Въ пятахъ.
$\frac{1}{4}$	10	0,68	1,80	18,310	2,69	2,83	$\frac{1}{8}$	10	0,84	1,25	30,350	3,61	3,54
	20	0,90	1,80	50,950	5,66	6,11		20	1,43	1,25	85,860	7,60	8,43
	30	1,07	1,80	95,620	8,94	9,84		30	1,35	1,25	159,630	11,82	11,60
	40	1,21	1,80	152,160	12,57	14,01		40	1,53	1,25	249,880	16,33	16,08
	50	1,34	1,80	220,540	16,46	18,52		50	1,70	1,25	355,430	20,91	20,65
	60	1,45	1,80	299,160	20,63	23,40		60	1,84	1,25	477,140	25,93	25,67
	70	1,55	1,80	388,010	25,03	28,60		70	1,98	1,25	613,810	31,00	30,77
	80	1,65	1,80	489,340	29,66	34,01							
	90	1,74	1,80	600,050	34,49	39,75							
$\frac{1}{6}$							$\frac{1}{10}$	10	0,92	1,15	36,620	3,98	3,98
								20	1,23	1,15	102,390	8,32	8,28
								30	1,47	1,15	191,300	13,01	12,93
								40	1,68	1,15	299,590	17,83	17,74
								50	1,86	1,15	424,190	22,81	22,74
								60	2,02	1,15	566,750	28,06	28,01
	10	0,76	1,40	24,620	3,24	3,21	$\frac{1}{12}$	10	0,98	1,10	41,400	4,22	4,26
	20	1,02	1,40	68,210	6,69	6,67		20	1,33	1,10	118,820	8,93	8,98
	30	1,21	1,40	127,490	10,54	10,65		30	1,59	1,10	221,980	13,96	13,97
	40	1,37	1,40	200,690	14,65	14,87		40	1,81	1,10	347,380	19,19	19,27
	50	1,52	1,40	286,750	18,86	19,32		50	2,01	1,10	494,193	24,59	24,63
	60	1,65	1,40	388,780	23,56	24,22							
	70	1,77	1,40	501,000	28,30	29,25							
	80	1,87	1,40	626,160	33,31	34,63							

ТАБЛИЦА V.

Пологіе круговые своды съ разгрузными арками.

Пологость $\frac{F}{D}$	Отверстіе	Толщина въ замкѣ.	Горизон- тальный распорѣ.	Среднее давленіе въ кило- граммахъ.	
				Въ замкѣ.	Въ пятахъ.
$\frac{1}{4}$ {	50 ^m	1,34 ^m	180,600 килогр.	13,50 килогр.	13,25 килогр.
	90	1,74	458,712 "	26,36 "	26,53 "
$\frac{1}{6}$ {	50	1,52	254,520 "	16,74 "	15,89 "
	80	1,88	523,728 "	27,85 "	26,49 "
$\frac{1}{8}$ {	50	1,70	317,544 "	18,67 "	17,53 "
	70	1,98	524,976 "	26,51 "	24,92 "
$\frac{1}{10}$ {	50	1,86	388,584 "	20,89 "	20,26 "
	60	2,02	509,736 "	25,23 "	24,44 "
$\frac{1}{12}$	50	2,01	468,840 "	23,32 "	22,98 "

Для облегченія расчетовъ могутъ служить нижеслѣдующія таблицы VI и VII:

ТАБЛИЦА VI.

Эллиптическіе своды. — Забутка съ разгрузными арками.

Пологость.	Отверстіе	Толщина въ замкѣ.	Горизонталь- ный распорѣ.	Среднее давленіе въ килограммахъ.	
				Въ замкѣ.	Въ плоско- сти шва перелома.
$\frac{1}{3}$ {	50 ^m	1,25	156,240 килогр.	12,50	8,69
	70	1,46	276,000 "	18,90	13,51
	90	1,63	387,600 "	23,78	18,10
$\frac{1}{4}$ {	50	1,34	198,240 "	14,79	9,81
	70	1,55	331,920 "	21,41	13,53
	90	1,74	496,800 "	28,55	19,13
$\frac{1}{5}$ {	50	1,44	244,440 "	17,04	12,38
	80	1,76	490,800 "	27,89	19,96

Т А Б Л И Ц А VII.
Эллиптическіе своды. — Забутка сплошная.

Пологость.	Отверстіе.	Толщина въ замкѣ.	Коэффициентъ толщины на половинѣ подъема.	Горизонтальный распоръ.	Среднее давленіе.		Пологость.	Отверстіе.	Толщина въ замкѣ.	Коэффициентъ толщины на половинѣ подъема.	Горизонтальный распоръ.	Среднее давленіе.	
					Въ замкѣ.	Въ плоскости шва перелома.						Въ замкѣ.	Въ плоскости шва перелома.
$\frac{1}{3}$	10	0,64	2,00	18,550	2,89	2,12	$\frac{1}{5}$	10	0,72	1,60	27,120	3,77	2,80
	20	0,85	—	48,510	5,71	4,32		20	0,96	—	71,450	7,44	5,58
	30	1,00	—	88,570	8,86	6,78		30	1,14	—	129,310	11,34	8,18
	40	1,14	—	138,130	12,12	9,52		40	1,29	—	199,160	15,44	11,53
	50	1,25	—	196,760	15,74	12,63		50	1,43	—	280,010	19,58	14,71
	60	1,36	—	264,180	19,42	16,47		60	1,55	—	371,170	23,95	18,02
	70	1,46	—	340,130	23,31	19,99		70	1,66	—	427,100	28,44	21,49
	80	1,55	—	424,440	27,38	24,10		80	1,76	—	582,380	33,09	25,11
	90	1,63	—	516,920	31,71	28,01							
	100	1,71	—	617,440	36,11	32,07							
$\frac{1}{4}$	10	0,68	1,80	23,200	3,41	2,41							
	20	0,90	—	60,320	6,70	4,81							
	30	1,07	—	109,070	10,19	7,39							
	40	1,21	—	168,420	13,92	10,14							
	50	1,34	—	238,070	17,77	13,14							
	60	1,45	—	316,470	21,83	16,22							
	70	1,55	—	404,310	26,09	19,56							
	80	1,65	—	500,940	30,36	23,22							
	90	1,74	—	606,090	34,83	26,65							

III. Таблица нѣкоторыхъ существующихъ каменныхъ мостовъ, съ указаніемъ главнѣйшихъ размѣровъ этихъ сооруженій.

(По Morandière'y и Heinzerling'y).

ТАБЛИЦА VIII.

№ по порядку	Названіе мостовъ и виадутовъ.	Годъ постройки.	Кривая внутренняя поверхность.	Отверстіе.	Подъемъ.	Высота быковъ.	Толщина въ замкѣ.	Толщина быковъ.	Длина устоевъ.
Мосты въ Парижѣ.									
1	Du chemin de Ceinture	1853	Дуга круга.	34,50	4,60	5,00	1,20	4,00	13,25
2	Bercy.	1864	Эллипсъ.	29,00	8,00	—	1,00	4,00	7,50
3	Austerlitz	1854	Дуга круга.	32,29	4,67	4,00	1,26	3,09	10,00
4	Marie.	1635	Полукругъ.	17,65	—	2,00	1,30	3,57	8,50
5	Louis-Philippe.	1862	Эллипсъ.	32,00	8,25	0,73	1,00	4,00	8,00
6	aux Doubles.	1848	Дуга круга.	31,00	3,10	5,20	1,30	—	14,00
7	Petit Pont	1853	—	31,75	3,15	—	1,35	—	—
8	Notre Dame.	1853	Эллипсъ.	18,76	7,53	1,50	0,90	3,50	—
9	Saint-Michel	1857	—	17,20	6,68	1,70	0,70	3,00	6,00
10	an Change	1860	—	31,60	7,40	1,62	1,00	4,00	11,60
11	des Tuilleries	1689	Коробчатая.	23,00	7,80	2,00	1,42	4,90	6,17
12	de la Concorde	1791	Дуга круга.	31,19	3,97	5,60	1,14	2,92	15,59
13	des Invalides	1856	—	31,86	3,10	5,00	1,20	4,59	11,00
14	de l'Alma.	1856	Эллипсъ.	43,00	8,20	0,00	1,50	5,00	8,00
15	de Jéna.	1843	Дуга круга.	28,00	3,30	7,00	1,44	3,00	15,00
16	du Point-du-Jour	1866	Эллипсъ.	30,25	9,00	0,50	1,60	4,72	10,86
Мосты въ другихъ мѣстностяхъ.									
17	Cabin John (Washington)	—	Дуга круга.	69,59	18,59	—	1,31	—	—
18	de Grosvenor (Chester)	1833	—	61,00	12,81	2,50	1,22	—	—
19	Ballochmyle	—	Полукругъ.	55,17	27,58	—	1,37	—	—
20	de Vieille Briande (l'Al-lier)	1454	Дуга круга.	54,20	21,00	0,00	2,27	—	—
21	Bialukъ de Nogent (Marne)	1856	Полукругъ.	50,00	—	0,00	1,80	6,00	9,25
22	Durham.	—	—	48,75	24,37	—	1,44	—	—
23	de Vérone	1354	Коробчатая.	48,73	16,00	0,00	2,00	13,00	—
24	de Lavaur (l'Agout)	1775	—	48,70	19,81	0,00	3,25	—	16,56
25	на р. Doux (Tournon)	1545	Дуга круга.	47,80	19,82	0,00	0,85	—	—

№ по порядку	Названіе мостовъ и виадуктовъ.	Годъ постройки.	Кривая внутренняя поверхность.	Отверстіе.	Подъемъ.	Высота быковъ.	Толщина въ замкѣ.	Толщина быковъ.	Длина устоевъ.
26	de Gignac (l'Hérault)	1807	Коробчатая.	47,26	—	4,00	1,95	8,40	—
27	на р. Taaf	—	Дуга круга.	46,47	11,37	—	1,13	—	—
28	de Londres (Tamise).	1831	Эллипсъ.	46,30	11,50	—	1,52	—	—
29	на р. Aar (Bern)	—	Дуга круга.	46,06	18,41	—	1,80	—	—
30	de Claix (le Drac).	1611	—	45,80	16,57	2,50	1,46	—	—
31	de Gloucester	1827	Эллипсъ.	45,75	16,50	—	1,37	—	8,24
32	de Roeder (Saxe)	1845	Дуга круга.	45,32	15,10	—	1,70	—	—
33	de Ceret (le Tech.)	1336	Полукругъ.	45,00	—	0,00	1,62	—	—
34	Dora Riparia (Turin)	1834	Дуга круга.	44,80	5,50	—	1,49	—	12,20
35	de Ponty-Fridd (le Taaf)	1751	—	42,70	10,70	0,00	0,91	—	—
36	Мраморный мостъ во Флоренціи	—	—	42,23	9,10	0,00	1,62	—	—
37	Napoléon (Saint - Sauveur)	1861	Полукругъ.	42,00	—	0,00	1,45	—	—
38	de Vizille (Romanche)	1766	Коробчатая.	41,90	11,70	0,00	1,95	—	9,75
39	de la Serivia (de Turin à Gênes).	1850	Эллипсъ.	40,00	13,33	0,00	1,80	—	9,50
40	Meadenhead (Great - Western).	—	—	39,01	6,50	—	1,60	—	—
41	Meadenhead (Great - Western)	—	—	39,00	6,40	—	1,60	—	—
42	de Mantes (Seine)	1765	Коробчатая.	39,00	11,85	0,00	1,45	7,80	8,77
43	de Neuilly (Seine)	1774	—	39,00	9,70	0,00	1,62	4,22	9,83
44	de Rumilly (Cleran)	—	Полукругъ.	38,48	19,49	—	1,62	—	—
45	de Fêtes (Durance)	1732	—	38,00	—	0,00	1,62	—	—
46	de Waterloo (Tamise)	1817	Коробчатая.	36,60	9,15	—	1,52	6,10	—
47	de Toulouse (Garonne)	1632	—	34,40	12,70	2,00	0,81	8,12	—
48	du Sault-du-Rhône.	1827	Эллипсъ.	34,00	9,74	0,00	1,40	—	—
49	d'Avignon (Rhône).	1187	Дуга круга.	33,80	15,00	0,00	0,87	—	—
50	du Saint-Esprit (Rhône)	1305	—	33,10	8,20	0,00	1,80	—	—
51	d'Orléans (Loire)	1760	Коробчатая.	32,50	8,10	0,00	2,11	5,85	7,15
52	de la Guillotière (Lyon)	1245	Дуга круга.	32,00	11,70	—	0,65	10,40	—
53	de l'Hérault (Nice)	—	—	32,00	5,80	0,00	1,62	—	—
54	de Port-de-Piles (Creuse)	1747	Коробчатая.	31,60	12,35	0,00	1,30	5,85	—
55	de Port-de-Piles (Creuse)	1848	Эллипсъ.	31,00	11,00	0,00	1,30	5,50	22,85
56	de Carbonne (Garonne)	1770	Коробчатая.	31,20	12,35	0,00	1,30	6,88	—
57	въ Мюнхенѣ (Баварія)	1814	—	31,19	5,20	—	1,30	2,92	9,75
58	de Rouen (Seine)	1818	—	31,00	4,20	—	1,45	—	18,00

№ по порядку	Названіе мостовъ и виадуктовъ.	Годъ построен.	Кривая внутренней поверхности.	Отверстіе.	Подъемъ.	Высота быковъ.	Толщина въ замкѣ.	Толщина быковъ.
59	de Chalonnes (Loire). . .	1866	Эллипсъ.	30,00	7,50	0,00	1,35	3,50
60	de Nantes (Loire) . . .	1866	—	30,00	7,50	0,00	1,35	3,50
61	de la Boucherie (Nürnberg)	1599	Дуга круга.	29,60	3,90	1,50	1,22	—
62	de Black - Friars (Londres)	1760	—	29,56	12,19	0,00	1,52	6,10
63	de Pontoise	1772	—	29,24	2,17	—	1,62	3,00
64	de la Trinité (Florence)	1566	—	29,19	4,86	3,54	0,97	7,88
65	de Véroue (Adige). . .	1850	—	29,00	1/8	—	1,30	5,00
66	des Orfèvres (Florence)	1345	—	28,80	4,60	4,00	1,01	6,20
67	въ Дрезденѣ (Elbe) . .	1850	Коробчатая.	28,33	7,36	—	1,18	4,53
68	de Dunkeld (Tay) . . .	1808	Дуга круга.	27,45	9,15	—	0,92	4,88
69	Виадукъ de Dean . . .	1831	—	27,45	9,15	19,83	0,92	3,35
70	de Grenoble.	1839	Эллипсъ.	27,00	6,75	—	1,20	5,00
71	de Ladenbourg (Neckar)	—	Дуга круга.	27,00	3,42	—	1,20	—
72	de Bordeaux (Garonne)	1822	Полукругъ.	26,49	8,02	4,00	1,20	4,20
73	de Sisteron (Durance) .	1500	Коробчатая.	26,00	17,50	0,00	0,81	—
74	Fouchard (Saumur) . .	—	Дуга круга.	26,00	2,63	5,50	1,30	3,09
75	de Maligny (Serin) . .	—	Полукругъ.	26,00	—	15,00	0,92	—
76	de Montlouis (Loire) .	1845	Эллипсъ.	24,75	7,15	1,45	1,30	3,25
77	de Tours (Loire) . . .	1762	Коробчатая.	24,40	8,23	0,43	1,42	4,90
78	d'Orléans (Loire) . . .	1848	—	24,00	8,00	0,87	1,20	4,00
79	de Plessis-les-Tours . .	1857	—	24,00	7,10	1,50	1,30	3,00
80	de Compiègne (Oise). .	1733	—	23,40	7,80	0,00	1,30	0,00
81	de Sainte - Maxouce (Loire)	1786	Дуга круга.	23,40	1,95	6,50	1,46	2,92
82	de Roanne (Loire). . .	1789	Коробчатая.	23,40	8,12	0,00	0,97	4,06
83	de Tilsitt (Lyon) . . .	1864	Дуга круга.	22,84	2,75	5,30	1,10	2,50
84	Виадукъ Hennebont . .	1862	Полукругъ.	22,00	—	14,36	1,05	3,60
85	Виадукъ de Port-Launay	1867	—	22,00	—	33,30	1,20	4,80
86	de Bellecour (Lyon) . .	1789	Коробчатая.	20,80	7,45	0,00	0,81	5,68
87	d'Agen (для канала).	—	—	20,00	8,00	1,60	0,81	3,60
88	de Cinq-Mars (Loire) .	1847	Эллипсъ.	20,00	6,60	2,40	1,20	3,50
89	de Cher (Tours)	1848	—	20,00	6,67	0,80	1,00	2,60
90	de Châtelleraut (Vienne)	1848	—	20,00	6,67	0,80	1,00	2,60
91	Виадукъ на р. Durance	1848	Коробчатая.	20,00	6,66	0,00	1,10	3,50
92	du Val-Benoist (Meuse)	—	Дуга круга.	20,00	2,67	5,50	1,00	2,80
93	de Moulins (Allier) . .	1764	Коробчатая.	19,50	6,50	0,97	1,97	3,57

№ по порядку	Названіе мостовъ и віадунктовъ.	Годъ постройки.	Кривая внутренняя поверхность.	Отверстіе.	Подъемъ.	Высота быковъ.	Толщина въ закладъ.	Толщина быковъ.	Длина устоевъ.
Мосты въ Парижѣ.									
1	Du chemin de Ceinture	1853	Дуга круга.	34,50	4,60	5,00	1,20	4,00	13,25
2	Bercy.	1864	Эллипсъ.	29,00	8,00	—	1,00	4,00	7,50
3	Austerlitz	1854	Дуга круга.	32,29	4,67	4,00	1,26	3,09	10,00
4	Marie.	1635	Полукругъ.	17,65	—	2,00	1,30	3,57	8,50
5	Louis-Philippe.	1862	Эллипсъ.	32,00	8,25	0,73	1,00	4,00	8,00
6	aux Doubles.	1848	Дуга круга.	31,00	3,10	5,20	1,30	—	14,00
7	Petit Pont	1853	—	31,75	3,15	—	1,35	—	—
8	Notre Dame.	1853	Эллипсъ.	18,76	7,53	1,50	0,90	3,50	—
9	Saint-Michel	1857	—	17,20	6,68	1,70	0,70	3,00	6,00
10	an Change	1860	—	31,60	7,40	1,62	1,00	4,00	11,60
11	des Tuilleries	1689	Коробчатая.	23,00	7,80	2,00	1,42	4,90	6,17
12	de la Concorde	1791	Дуга круга.	31,19	3,97	5,60	1,14	2,92	15,59
13	des Invalides	1856	—	31,86	3,10	5,00	1,20	4,59	11,00
14	de l'Alma.	1856	Эллипсъ.	43,00	8,20	0,00	1,50	5,00	8,00
15	de Jéna.	1843	Дуга круга.	28,00	3,30	7,00	1,44	3,00	15,00
16	du Point-du-Jour	1866	Эллипсъ.	30,25	9,00	0,50	1,60	4,72	10,86
Мосты въ другихъ мѣстностяхъ.									
17	Cabin John (Washing- ton)	—	Дуга круга.	69,59	18,59	—	1,31	—	—
18	de Grosvenor (Chester)	1833	—	61,00	12,81	2,50	1,22	—	—
19	Ballochmyle	—	Полукругъ.	55,17	27,58	—	1,37	—	—
20	de Vieille Briande (l'Al- lier)	1454	Дуга круга.	54,20	21,00	0,00	2,27	—	—
21	Віадукъ de Nogent (Marne)	1856	Полукругъ.	50,00	—	0,00	1,80	6,00	9,25
22	Durham.	—	—	48,75	24,37	—	1,44	—	—
23	de Vérone	1354	Коробчатая.	48,73	16,00	0,00	2,00	13,00	—
24	de Lavaur (l'Agout)	1775	—	48,70	19,81	0,00	3,25	—	16,56
25	на р. Doux (Tournon)	1545	Дуга круга.	47,80	19,82	0,00	0,85	—	—

ОБЗОРЪ НѢКОТОРЫХЪ ЗАГРАНИЧНЫХЪ ПОРТОВЪ.

(Продолженіе *).

Г е н у я.

Генуя есть первый коммерческій портъ Италіи. Его торговые обороты увеличиваются съ каждымъ годомъ. Съ прорытіемъ С.-Готтардскаго тоннеля, когда товары, идущіе въ Средиземное море изъ Англіи, Голландіи и Бельгіи, получили возможность направляться сюда, минуя Марсель, Генуя сдѣлалась даже конкурентомъ Марселя. Въ настоящее время ея торговое значеніе видно изъ слѣдующей таблицы, гдѣ количество грузовъ дано въ тысячахъ тоннъ, а стоимость въ милліонахъ лиръ (франковъ).

ГОДЫ.	Привозъ.		Вывозъ.		Транзитъ и другіе грузы.		ВСЕГО.	
	тоннъ.	лиръ.	тоннъ.	лиръ.	тоннъ.	лиръ.	тоннъ.	лиръ.
1878	993,7	311,6	123,0	84,6	30,0	23,7	1147,7	419,9
1879	1043,2	334,5	99,7	75,8	36,9	27,4	1179,8	437,7
1880	1042,4	319,4	113,3	84,2	60,2	35,6	1215,9	439,2
1881	1173,2	338,5	117,3	79,2	56,3	39,9	1346,8	457,6

Въ этой таблицѣ показано общее количество товаровъ, какъ морскихъ, такъ и нѣкоторыхъ сухопутныхъ. Но сухопутные товары составляютъ лишь ничтожную часть данныхъ здѣсь чиселъ. Такъ въ 1881 году ихъ было по привозу 25,4 тыс. тоннъ, а по вывозу 1 тыс.; въ 1880 г. по привозу 14,1, а по вывозу 0,3 тыс. тоннъ,

*) См. „Инженеръ“, ж. м. н. с., т. I, кн. 2, 1884.

такъ что безъ большой погрѣшности цифры этой таблицы могутъ быть приняты для морской торговли. Главными по вѣсу предметами торговли являются каменные матеріалы, хлѣбные продукты, минералы и металлы, колоніальные товары и табакъ. Изъ приведенныхъ выше данныхъ видно, что Генуя есть портъ преимущественно привозный, такъ какъ привозъ въ немъ превосходитъ въ 9—10 разъ вывозъ.

Что касается до размѣровъ судоходства, то это усматривается изъ слѣдующей таблицы, въ которой показаны морскія суда вмѣстѣ съ каботажными ¹⁾).

Годы.	Лудовъ прибыло и отошло.								На сколько тон. вмѣстим. приход. одна вѣс. тонна.
	Паровыхъ.			Парусныхъ.			В С Е Г О.		
	Число.	**) Тоннажъ.	Средній тоннажъ	Число.	Тоннажъ.	Средній тоннажъ	Число.	Тоннажъ.	
1877	3518	2012688	572	9020	1237762	137	12538	3250450	—
1878	3267	2057619	630	7798	1195803	153	11065	3253422	2,83
1879	3807	2584979	679	6939	1024567	148	10746	3609546	3,06
1880	4021	2832167	704	7323	919270	126	11344	3751437	3,09
1881	4230	3176510	751	6919	875335	127	11149	4051845	3,01

Въ вышеприведенныхъ числахъ пришедшія суда, какъ и вездѣ, составляютъ почти половину. Таблица эта между прочимъ указываетъ на весьма быстрое увеличеніе числа и размѣровъ паровыхъ судовъ и на уменьшеніе парусныхъ — фактъ, замѣчаемый вообще повсюду. Паровой, средній тоннажъ достигъ нынѣ въ Генуѣ такой величины, какую нѣсколько лѣтъ тому назадъ имѣли только наибольшія суда. Съ другой стороны, таблица указываетъ на невыгодное отношеніе между тоннами: вѣсовой и вмѣстимости, что объясняется незначительностью отпуска, сравнительно съ привозомъ.

Генуя лежитъ въ глубинѣ (черт. 1) естественной бухты, прикрытой съ юга двумя молами: старымъ (vecchio) и новымъ (nuovo),

*) Въ Италіи, также какъ и во Франціи, подъ каботажемъ разумѣется нѣчто иное, чѣмъ у насъ. Каботажными тамъ называются суда, плавающія въ извѣстныхъ водахъ, независимо отъ національности, къ которой принадлежатъ эти воды и суда.

**) Для перехода къ нашему тоннажу, число этого столбца и вообще итальянскій тоннажъ надо дѣлить на 0,94.

ширина прохода между которыми 500 метровъ. Бухта окружена высокими горами. По берегамъ ея построено нѣсколько небольшихъ моловъ, а съ восточной стороны имѣется небольшой ковшъ (Darsena), къ которому примыкаетъ съ сѣвера военный арсеналъ. Южнѣе Дарсены, въ томъ мѣстѣ, гдѣ помѣщаются маленькіе молы, находятся таможенные пакгаузы. На сѣверномъ берегу построены пассажирская и, ближе къ морю, товарная станціи желѣзной дороги, отъ которой отдѣляются вѣтви по всему сѣверному и сѣверо-западному берегамъ. Здѣсь же находятся товарные склады. На западной сторонѣ, близъ берега, устроенъ въ высокой горѣ карьеръ для добычи камня, идущаго на постройку порта, а еще далѣе къ югу, на естественномъ мысѣ, за новымъ моломъ, каменный маякъ, возвышающійся на 125 метровъ. Берега залива обдѣланы набережными.

Грунтъ бухты состоитъ изъ небольшого пласта ила, ниже котораго залегаетъ туфъ. Послѣдній мѣстами иногда совсѣмъ выходитъ на дневную поверхность.

Господствующее, прибрежное теченіе вообще очень слабое, направляясь съ востока на западъ, усиливается и замедляется соотвѣствующими вѣтрами. Хотя оно идетъ прямо ко входу въ портъ, но какъ портъ, такъ и входъ въ него морскими наносами не засоряется, ибо ихъ не имѣется. Это, вѣроятно, можно объяснить большою глубиною залива, при которой теченіе не оказываетъ вліянія на дно, а скалистые берега вовсе не даютъ матеріала для наносовъ. Тѣмъ не менѣе въ портѣ замѣчаются мѣстами наносы, но они образуются отъ береговыхъ ручьевъ и сточныхъ городскихъ канавъ. Амплитуда колебаній горизонта не превосходитъ 0,4 метровъ.

Самые сильные вѣтры SW, но господствующіе, хотя и не отличающіеся большою силою, SO. Кромѣ того, съ сѣвера дуетъ горный вѣтеръ, который однако для порта не имѣетъ никакого значенія. SW вѣтры, сообразно съ своей силой, разводятъ очень сильное волненіе, но портъ достаточно укрытъ отъ него новымъ моломъ. Что же касается до SO, то онъ приноситъ въ портъ, хотя и рѣдко, значительную зыбь, препятствующую спокойной стоянкѣ и нагрузкѣ съ выгрузкою судовъ. Желаніе уничтожить эту зыбь, а равно и расширить огражденное существовавшими молами водное пространство, сообразно съ увеличивающеюся съ каждымъ годомъ торговою дѣятельностію порта, потребовало постройки дополнительныхъ, нижеописанныхъ сооружений, которыя нынѣ и производятся.

Вообще вопросъ объ улучшеніи и расширеніи Генуэзскаго порта возникъ уже давно и вызвалъ множество проектовъ и предположе-

ній. Но практическое его рѣшеніе послѣдовало въ 1876 году, послѣ смерти герцога Гальяера (Galliera), который завѣщалъ на постройку порта 20 милліоновъ франковъ. Къ этой суммѣ городъ прибавилъ отъ себя около 3 милліоновъ, а правительство до 24 милліоновъ. Такимъ образомъ составилось около 47 милл. франковъ, потребныхъ на постройку. Въ основаніе ея принять съ нѣкоторыми измѣненіями проектъ извѣстнаго Барре, главнаго инженера компаніи марсельскихъ доковъ. По этому проекту предполагено устроить обширный передовой портъ, что вмѣстѣ съ тѣмъ послужитъ и для большаго обезпеченія гавани отъ волненія, — а затѣмъ въ самой гавани расширить существующія набережныя, углубить у нихъ мѣстами дно и устроить нѣсколько большихъ и малыхъ моловъ.

Для устройства передоваго порта предполагено удлинитъ новый молъ (черт. 1) на 1,400 метровъ, при глубинѣ отъ 14 до 29 метровъ. Въ мою бытность въ Генуѣ большая часть работъ уже была здѣсь произведена. Съ восточнаго берега назначено выдвинуть еще молъ длиною свыше 500 метр., при глубинѣ около 11 метр., къ которому будутъ пристроены два сухіе дока для починки судовъ. Между доками и старымъ моломъ расположится одинъ молъ длиною 180, а шириною въ 50 метр. Берегъ между старымъ моломъ и проектированнымъ большимъ, а равно и самый старый молъ предполагается уширить и обдѣлать набережными. Ко всѣмъ этимъ работамъ на восточномъ берегу еще не приступлено.

Что касается до гавани, то здѣсь отъ Дарсены до стараго мола берегъ также будетъ уширенъ и обдѣланъ набережными, при чемъ промежутки между существовавшими здѣсь четырьмя небольшими, старинными молами засыпаются, а на мѣсто ихъ будетъ построено три новыхъ мола нѣсколько большихъ размѣровъ. Далѣе на сѣверной сторонѣ уже устраиваются нынѣ три большихъ мола шириною до 100 и длиною въ 200 метровъ. По нимъ будутъ проведены желѣзныя дороги и устроены магазины. Новый молъ частью также уширяется и со стороны гавани къ нему будутъ пристроены два мола, изъ коихъ наибольшій длиною 150 метр. Между новымъ и первымъ большимъ, сѣвернымъ моломъ берегъ мѣстами уширяется и обдѣлывается набережными. Здѣсь же на мѣстѣ трехъ существовавшихъ моловъ будетъ устроено столько же новыхъ, но значительно большихъ размѣровъ. Кромѣ всѣхъ этихъ работъ производится перестройка старыхъ набережныхъ. Обсуждая этотъ проектъ, нельзя не указать на нѣкоторые его недостатки.

Какъ видно изъ чертежа 1, всѣ молы проектированы перпенди-

ственныхъ камней, то ей даютъ отстояться и принять надлежащую осадку и положеніе въ теченіи двухъ лѣтъ. Затѣмъ уже приступаютъ къ укладкѣ массивовъ. Они кладутся на 1—1,2 метр. выше проектной линіи, для того, чтобы, по окончаніи осадки, заняли требуемое по проекту мѣсто. Передъ оставленіемъ работъ на зиму въ окончномъ ихъ пунктѣ массивы укладываются съ тою же цѣлью даже на 2 метра выше проектной плоскости. Къ веснѣ они обыкновенно уже опускаются до этой плоскости. Всѣ эти предосторожности въ началѣ постройки не были приняты и потому построенныя части западнаго мола оказались значительно ниже проектнаго уровня.

Когда наброска приготовлена для укладки массивовъ, кладутъ нижній рядъ ихъ. Затѣмъ новою наброскою сравниваютъ старую съ верхнею плоскостью уже погруженныхъ массивовъ и укладываютъ второй ихъ рядъ и т. д. Здѣсь можно было опасаться большихъ затрудненій, такъ какъ казалось-бы очень трудно насыпать какъ разъ столько камня, сколько требуется для уравниенія съ верхнею плоскостью уже уложенныхъ массивовъ. Но по словамъ мѣстныхъ инженеровъ, въ дѣйствительности въ этомъ отношеніи не встрѣчается ни какихъ затрудненій, ибо всегда насыпается камня ровно столько, сколько нужно. Это достигнуто, конечно, практикою.

Въ первые два года производства работъ второй отъ наружной поверхности откоса или внутренній рядъ массивовъ укладывался горизонтально. Но такъ какъ камень подъ свѣшивающимся во внутрь концомъ (черт. 7) насыпался, какъ выше объяснено, передъ самой укладкой массивовъ и потому не успѣвалъ еще принять полной осадки, то съ теченіемъ времени массивъ принималъ наклонное во внутрь положеніе. Поэтому теперь наброску производятъ въ нѣсколько большемъ количествѣ такъ, чтобы второй, свѣшивающійся рядъ массивовъ ложился съ уклономъ наружу (черт. 8). По прошествіи же нѣкотораго времени они принимаютъ сами собою горизонтальное положеніе. Въ прежнее время всѣ массивы имѣли общепринятую форму четырехугольных параллелепипедовъ. Но теперь, угловыя грани ихъ стали срѣзывать такъ, какъ это приблизительно изображено на черт. 9, и тѣмъ достигли большей экономіи, безъ всякаго ущерба для дѣла, такъ какъ опытомъ дознано, что острые ребра массивовъ весьма быстро разрушаются. Примѣръ этотъ заслуживаетъ полнаго вниманія и подражанія, въ особенности тогда, когда массивы идутъ въ наброску, такъ какъ дѣйствительно въ этомъ случаѣ ихъ ребра и углы весьма скоро разрушаются и поэтому представляютъ совершенно непроизводительную затрату матеріала и работы. Но кромѣ

того, уничтожаясь, они обнажаютъ внутреннія, болѣе слабыя части массива и тѣмъ ускоряютъ его разрушеніе.

Охранная стѣнка на молѣ устраивается послѣ уже укладки массивовъ на наружномъ откосѣ и вообще послѣ всѣхъ работъ, когда сооруженіе приметъ окончательную уже осадку. Для чего обыкновенно требуется около 2 лѣтъ. Сначала постель для стѣнки дѣлалась изъ бетона. Но опытъ показалъ, что бетонъ въ этомъ случаѣ очень неудовлетворителенъ. Поэтому теперь вмѣсто него кладутъ массивъ размѣромъ $5 \times 2 \times 1,75$ метра. Практика доказала удобства этого способа, а равно и значительную дешевизну его сравнительно съ прежнимъ, такъ что за ту же сумму оказалось возможнымъ дѣлать площадку за стѣнкою, вмѣсто 8, въ 10 метр. шириною. Изображенный на черт. 5 профиль мола есть тотъ, который принятъ нынѣ. До него дошли путемъ послѣдовательныхъ измѣненій первоначальнаго, согласно указаніямъ опыта, и ничто не доказываетъ, что онъ окончательный. Погонный метръ его при средней глубинѣ въ 22 метра стоитъ круглымъ числомъ 10,500 франк., а нѣсколько облегченный профиль проектированнаго восточнаго мола (чер. 6) на средней глубинѣ отъ 10 до 11 метр. исчисленъ въ 4,500 франк.

Высказанное здѣсь о типахъ набережныхъ и моловъ указываетъ на сколько трудно было выработать ихъ въ началѣ, что и повлекло за собою ихъ измѣненія, вызванныя ходомъ работъ. Если принять во вниманіе, что то же было и бываетъ въ другихъ портахъ, и, между прочимъ, и у насъ, какъ то видно изъ исторіи постройки Петербургскаго, Ревельскаго, Либавскаго и Одесскаго портовъ, то оказывается, что такъ называемые окончательные проекты портовъ есть въ сущности предварительные, нужные лишь для приступа къ работамъ и для исчисленія приблизительной ихъ стоимости. На этомъ основаніи казалось бы, что занятіе тщательною и подробною разработкою проектовъ составляетъ непроизводительную затрату труда и времени, по крайней мѣрѣ въ громадномъ большинствѣ случаевъ.

Камень для работъ добывается изъ казеннаго карьера, лежащаго близъ берега на западной сторонѣ гавани, и перевозится на суда, смотря по величинѣ, или на тѣлѣжкахъ или на санкахъ по деревяннымъ слягамъ. За недостаткомъ казеннаго камня, разрабатывается подрядчикомъ еще карьеръ, лежащій въ сѣверо-западной сторонѣ гавани значительно дальше отъ берега. Камень весьма слоистаго сложенія и имѣетъ весьма гладкія поверхности, крайне плохо вяжущіяся съ растворомъ. Это обстоятельство заставило отказаться отъ

бутовыхъ массивовъ и обратиться къ бетоннымъ. Для погрузки массивовъ пользуются паровымъ краномъ силою въ 50 тоннъ. Онъ имѣетъ деревянный корпусъ и стоитъ около 80,000 франковъ. Въ теченіи 10 рабочихъ часовъ на набережной укладывается имъ среднимъ числомъ 4 штуки массивовъ въ нижнемъ ряду, для котораго требуются водолазы, въ остальныхъ-же рядахъ погружается по 15 штукъ. За укладку массивовъ на глубинѣ большей 3,5 метровъ платится по 5,25 франковъ съ 1 куб. метра, а при глубинѣ меньшей 3,5 по 7¼ франк. За постановку массивовъ для временной огрузки стѣнокъ набережной берется по 2 фр. съ кубич. метра массива, а за погрузку нижняго ряда съ водолазами по 8,40. Фабрикація массивовъ производится на одномъ изъ западныхъ моловъ. Для погрузки на суда массивы подвозятся на вагонеткахъ по рельсамъ къ крану, который и передаетъ ихъ на судно. Массивы приготовляются ручнымъ способомъ. Опытъ показалъ, что 2 массива или $4 \times 2 \times 1,75 \times 2 = 28$ куб. метр. выдѣлываются въ день восемнадцатью рабочими, считая здѣсь всѣ работы по приготовленію щебня, раствора и бетона, укладкѣ его въ формы и даже подвозку матеріаловъ къ мѣсту работъ, а массивовъ къ крану. Такимъ образомъ въ среднемъ одинъ человѣкъ дѣлаетъ въ день 1,556 кубич. метра. Массивъ по приготовленіи остается въ формѣ въ теченіи 20 дней, а затѣмъ еще сушится два мѣсяца на воздухѣ, прежде своего употребленія въ дѣло.

Массивы приготовляются изъ щебня, длиною не болѣе 5-сантиметровъ, изъ жирной извести и пуццоланъ: римской и неаполитанской. Неаполитанская пуццолана хорошо держится въ водѣ и потому идетъ только въ подводныхъ частяхъ сооруженія. Римская-же употребляется въ надводныхъ и въ перемежномъ слѣѣ. Щебень обходится по 4,6 франк. за кубич. метръ, жирная известь по 34 фр., римская пуццолана 20 и неаполитанская 16,70 франк. за тонну. Растворъ для массивовъ, составляемый изъ 4-хъ частей извести и 4½ частей пуццоланы, употребляется въ количествѣ 4½ частей на 7 частей щебня. Массивъ этого состава изъ римской пуццоланы стоитъ 23,30, а изъ неаполитанской 19,95 франка за 1 кубич. метръ.

Каждый массивъ въ 14 куб. метр. въ дѣлѣ на молѣ обходится около 500 фр. (около 145 руб. кредитн. за 1 кубич. саж.).

Одинъ куб. метръ бутовой кладки стоитъ 14,9 франковъ. Растворъ для кладки составляется изъ 1 части жирной извести и 2 частей пуццоланы. Если это пуццолана римская, то растворъ обходится 35,5 фр. за 1 куб. метръ, а при неаполитанской — 28.

Для сужденія объ относительномъ значеніи всѣхъ этихъ цифръ могутъ служить слѣдующія цѣны на рабочія силы: рабочему платится въ день 3 фр., каменщику 4, а каменотесцу 4,5 франка.

Засыпка земли за стѣнку набережной стоитъ по 1,8 франка съ кубич. метра.

Погрузка камня въ набережныя и молы производится съ барокъ. При казенномъ, даровомъ камнѣ, за выломку его, перевозку и погрузку на мѣсто платится за тонну:

За камень 1-ой категоріи	3,2 фр.
„ „ 2-ой	„	2,9 „
„ „ 3-й	„	2,7 „
„ „ 4-ой	„	2,4 „
„ „ 5-ой	„	2,2 „
„ „ 6-ой	„	2,0 „
„ „ 7-ой	„	1,8 „
„ „ 8-ой	„	1,5 „

Если камень подрядчика, то цѣны нѣсколько увеличиваются. Такъ, напр., за камень 3-ей категоріи платится 4 франк., 4-ой — 3,8 и т. д. и 8-ой — 2 фр. За нагрузку камня первыхъ 4-хъ категорій выше горизонта воды, приплачивается по 1 фр. за тонну, за 5-ую и 6-ю по 0,7 и за 7-ю и 8-ю категоріи по 0,4 фр.

Въ годъ среднимъ числомъ употребляютъ въ дѣло около 500,000 тоннъ (около 8,000 куб. саж.).

Кромѣ всѣхъ упомянутыхъ выше построекъ въ Генуѣ, представляетъ еще интересъ кранъ для мачтованія судовъ, а для починки ихъ пловучій деревянный докъ, принадлежащій частной компаніи. Длина его 100 метровъ, а стоимость простирается, по словамъ мѣстнаго инженера, до 1.200,000 франковъ.

Водоснабженіе судовъ дѣлается водопроводомъ, который доставляетъ воду въ трубу, прикрѣпленную къ стѣнкѣ набережной. Къ этой трубѣ могутъ подъѣзжать лодки, наливаться здѣсь водою помощью гуттаперчеваго рукава и отвозить ее къ судамъ.

Фіуме.

Фіуме есть главный портъ Венгріи на Адриатическомъ морѣ. Онъ пользуется правами порто-франко. Вообще венгерское правительство, ради соперничества съ австрійскимъ, дѣлаетъ все возможное, чтобы сдѣлать Фіуме, въ ущербъ Триесту, первокласснымъ торговымъ портомъ Адриатики. Тѣмъ не менѣе, какъ то видно изъ

приводимыхъ статистическихъ матеріаловъ, почерпнутыхъ изъ отчетовъ мѣстной коммерческой палаты, торговое значеніе Фиуме до сихъ поръ не велико. Обстоятельство это, вѣроятно, можно объяснить главнымъ образомъ отдаленностью города отъ производительныхъ центровъ страны, незначительностію самого города и неудобствомъ сообщенія по желѣзной дорогѣ съ Фиуме, вслѣдствіе крутыхъ уклоновъ, величина которыхъ на большомъ протяженіи достигаетъ 0,025.

Весь торговый оборотъ Фиуме, по привозу и вывозу, считая въ томъ числѣ и сухопутную торговлю, опредѣляется слѣдующими цифрами въ метрическихъ центнерахъ *) (centinaia metriche) и флоринахъ **):

Въ 1878 г.	3.838,762	центнера,	на сумму	50.195,972	флор.
» 1879 г.	5.325,278	»	»	67.920,189	»
» 1880 г.	6.268,405	»	»	77.074,234	»

Въ томъ числѣ собственно морская торговля, со включеніемъ каботажа, составляла:

Годы.	Привозъ.		Вывозъ.		ВСЕГО.	
	Центнеры.	Флорины.	Центнеры.	Флорины.	Центнеры.	Флорины.
1878	626,831	6,471,832	1,365,689	12,380,719	1,992,520	18,862,551
1879	679,384	6,942,356	2,376,550	22,701,193	3,055,934	29,643,549
1880	667,729	7,851,655	2,189,536	19,362,498	2,857,265	27,214,153

Такимъ образомъ въ среднемъ за эти три года морскую торговлю, съ каботажемъ, можно считать круглымъ числомъ въ 16 мил. пудовъ, на сумму $21\frac{1}{2}$ мил. кредитныхъ рублей, изъ коихъ на каботаажъ приходится около 8 мил. руб. Главные предметы ввоза уголь и зерновые продукты, а вывоза мука и лѣсные товары.

Что касается до числа и размѣровъ судовъ, то это видно изъ слѣдующей таблицы (см. стр. 541).

Работы по устройству порта Фиуме описаны уже инженеромъ Эйдригевичемъ въ 1-мъ выпускѣ II-го тома „Инженерныхъ записокъ“

*) Метрическій центнеръ равенъ $\frac{1}{10}$ тонны, или 6,10475 пудовъ.

**) Одинъ металлическій австрійскій флоринъ или гульденъ равенъ 61,74 коп. металл. По нынѣшнему курсу бумажныхъ флорина и рубля, флоринъ стоитъ 85 коп. кредитныхъ.

за 1875 годъ. Поэтому здѣсь уместно ограничиться только краткимъ описаніемъ.

Годы.	Каботажныя.				Дальняго плаванія.				ВСЕГО.	
	Паровыя.		Парусныя.		Паровыя.		Парусныя.			
	Число судовъ.	*) Тон- нажъ.	Число судовъ.	Тон- нажъ.	Число судовъ.	Тон- нажъ.	Число судовъ.	Тон- нажъ.	Число судовъ.	Тон- нажъ.
П Р И В Ы Л О										
1878	791	91317	1267	31780	79	52630	584	36066	2721	211793
1879	734	129985	1254	31948	169	120266	579	43460	2636	325659
1880	686	118551	1126	31242	188	137621	682	55229	2682	342643
О Т О Ш Л О										
1878	765	82553	1183	27648	87	60075	697	45443	2732	215719
1879	718	115101	1082	82622	190	137730	661	50178	2601	325631
1880	677	114599	1017	22780	197	141817	769	60091	2660	339287

Портъ Фиуме, какъ видно на черт. 1, расположенъ въ глубокой и укрытой со всѣхъ сторонъ бухтѣ, окруженной высокими скалами. Самые сильные вѣтры — это *ONO* бора и *SO* сирокко. Отъ боры портъ совершенно укрытъ прибрежными скалами, такъ что во время этого вѣтра волненіе въ портѣ бываетъ ничтожное. Что же касается до сирокко, который часто отличается еще большою силою, нежели бора, то, хотя бухта и укрыта отъ него островами, тѣмъ не менѣе проходами между ними заносится въ бухту довольно опасное волненіе, увеличиваемое волною, образующеюся уже въ самой бухтѣ. Это волненіе бываетъ иногда на столько сильно, что, напримѣръ, въ 1879 г. имъ была повреждена на протяженіи 24-хъ метровъ оконечность мола, прикрывающаго входъ въ каналъ. Вообще замѣчено, что сильныя бури при сирокко повторяются черезъ 2—3 года. Но какъ бы то ни было, волненіе, даже при сирокко, никогда не достигаетъ чрезмѣрной силы, на что уже указываетъ нѣсколько слабый профиль дамбы.

*) Для перехода къ нашему тоннажу числа этого столбца и соотвѣтственно послѣдующихъ надо дѣлить на 0,77.

Въ Фіуме замѣчается явленіе приливовъ, которые обыкновенно здѣсь возвышаются надъ среднимъ уровнемъ моря, принятымъ за ординаръ, на 0,4 метр. На столько же понижается вода и при отливахъ, такъ что обыкновенная амплитуда колебанія горизонта составляетъ 0,8 метр. Но при сирокко, а также во время сизигій, приливъ и отливъ достигаетъ величины 0,5 метр. и, слѣдовательно, амплитуда 1 метръ.

Теченіе въ бухтѣ обусловливается только приливами, такъ что морскаго береговаго теченія собственно нѣтъ. Съ тѣмъ вмѣстѣ въ портѣ не замѣчается и наносовъ. На этомъ основаніи землечерпаніе производится лишь чрезъ 4—5 лѣтъ для очистки набережной стараго бассейна, въ томъ мѣстѣ его, куда въ него спущены городскіе стоки, приносящіе съ собою осадки. Кромѣ того, оно употреблялось для углубленія бассейна при постройкѣ набережной между (черт. 2) молами I и Адамовымъ (Adamisch).

Грунтъ дна по преимуществу состоитъ изъ ила различной, но вообще болѣе или менѣе значительной толщины, такъ что, напр., между молами I и II, она достигаетъ величины 9 метровъ. Затѣмъ идетъ песокъ и глина. Вообще грунтъ весьма сжимаемый и неблагонадежный для постройки. Вслѣдствіе этого, при возведеніи портовыхъ сооружений, здѣсь произошли аваріи, подобныя триестскимъ, хотя и не столь вредныя, по причинѣ большой глубины. Тѣмъ не менѣе, осадка на столько велика, что массивы подъ стѣною набережныхъ въ молахъ и защитной дамбѣ укладывались на 1 метръ выше проектной высоты, для того, чтобы, по окончаніи осадки, они заняли мѣсто, назначенное по проекту. Вообще въ новыхъ сооруженияхъ, въ первое время, осадка доходитъ до 0,1 метра въ годъ. Даже старый Адамовъ молъ, существующій болѣе 40 лѣтъ, въ послѣдніе 8 лѣтъ сѣлъ на 0,12 метра. Въ виду этихъ явленій защитную стѣнку или вообще кладку на растворѣ возводили участками въ 10 метровъ, чтобы не произошелъ разрывъ.

Глубина, какъ уже сказано и видно изъ чертежа 2, весьма значительная. Средняя глубина на мѣстѣ защитной дамбы, между A и B, составляетъ 30,8 метр., а мола II — 20,8 метр. Вообще Фіуме представляетъ весьма рѣдкій примѣръ возведенія приморскихъ сооружений на столь значительной глубинѣ и въ этомъ отношеніи заслуживаетъ полнаго вниманія.

Самый портъ (черт. 2) состоитъ изъ новой гавани, огражденной дамбою. Съ окончаніемъ всѣхъ предположенныхъ работъ, изъ которыхъ оконченныя обозначены на планѣ сплошными линиями, про-

должающіяся—однообразнымъ пунктиромъ, а проектированныя — пунктиромъ изъ линій и точекъ, — гавань будетъ имѣть четыре мола, съ набережными на нихъ и между ними. Кромѣ того, набережною служить и охранныя дамба. Два мола и большая часть дамбы нынѣ исполнѣ уже окончены, а остальные работы дѣятельно продолжаются. Всѣ новыя работы, т. е. продолженіе охранный дамбы отъ *A* до *B* и постройка моловъ I, II и III, исчислены круглымъ счетомъ въ 9 милл. гульденовъ. Кромѣ этой гавани, существуетъ еще узкій, почти прямолинейный, заливъ или каналъ, шириною отъ 25 до 35 метровъ и длиною до 540 метровъ, который служить собственно каботажною гаванью. Оба берега его обдѣланы каменными набережными, а входъ прикрытъ моломъ. Въ виду недостаточнаго прикрытія канала и для устройства передовой каботажной гавани, предполагается этотъ молъ продолжить, какъ то указано на чертежѣ пунктиромъ. Глубина канала колеблется отъ 5 до 6 метровъ и лишь въ самомъ (внутреннемъ) концѣ, на протяженіи нѣсколькихъ десятковъ метровъ, понижается до 2.

Типы сооружений, составленные по образцу марсельскихъ и триестскихъ, представлены на черт. 3, 4 и 5 и замѣчательны своей колоссальностью, вызванной большою глубиною. Ядро моловъ и дамбы состоитъ изъ каменной наброски. По величинѣ камни раздѣлены на нѣсколько категорій, такъ что болѣе крупныя, т. е. 1 и 2 категорій, уложены снаружи, а мелкіе внутри. Камни 1-й категоріи, которыми одѣтъ наружный откосъ защитной дамбы, вѣсятъ отъ 5 до 15 тоннъ. На глубинѣ 19,5 м. на наружномъ откосѣ моловъ сдѣлана рисберма шириною отъ 8 до 15 метровъ, смотря по глубинѣ. Лицевая, надводная кладка набережныхъ выведена подъ уклономъ въ $\frac{1}{6}$.

Массивы бутовые, а не бетонныя, размѣромъ $3,7 \times 1,5 \times 2 = 11,1$ куб. метр. Бетонъ употреблялся только въ мѣстахъ поврежденій набережныхъ и имѣлъ слѣдующій составъ: 0,7 частей щебня, 0,65 санторинской земли, 0,25 извести и 0,6 песку. 1 куб. метръ его стоилъ 11,42 гульд. Массивы укладываются на мѣсто помощію плавающего, пароваго крана, стоившаго 24.000 флориновъ. Составъ раствора для массивовъ, а равно и вообще для всякой кладки, тотъ же, что и для бетона, за исключеніемъ, конечно, изъ него щебня. Массивъ сказанныхъ размѣровъ стоилъ 91,82 гульд. Передъ укладкою ихъ весьма важно было выяснитъ вопросъ, чрезъ сколько времени, послѣ приготовленія, ихъ можно употреблять въ дѣло. Съ этою цѣлью обратились къ опыту. Три массива были брошены съ

высоты 1¹/₂ метра, спустя 6, 8 и 12 недѣль по ихъ приготовленіи. Въ первомъ случаѣ массивъ развалился, во второмъ произошли только незначительныя поврежденія, и въ послѣднемъ никакого поврежденія не замѣчено. Изъ этого заключили, что массивы можно смѣло употреблять въ дѣло чрезъ три мѣсяца по ихъ приготовленіи. Практика вполне подтвердила справедливость этого вывода, такъ какъ изъ 3.800 массивовъ, изъ которыхъ многіе при поврежденіяхъ набережныхъ отъ осадки были передвигаемы 5—6 разъ, только 8 оказались поврежденными и изъ нихъ только четыре были совершенно негодны.

Швартовые тумбы и рымы поставлены въ разстояніи отъ 15 до 25 метровъ. Въ мѣстахъ, гдѣ устанавливать тумбы было неудобно, устроены рымы, какъ то изображено на схематическомъ чертежѣ 6. Діаметръ кольца 0,5 метра. На строящихся и уже выстроенныхъ молахъ I и II и на набережныхъ между ними расположены пакгаузы по марсельскому образцу и есть нѣсколько крановъ.

Сдѣлаемъ теперь нѣсколько общихъ, заключительныхъ замѣчаній объ устроиваемомъ портѣ.

Что касается до защитной дамбы, которая также служить набережною, то нельзя не замѣтить, что если торговое движеніе по ней будетъ достаточно сильнымъ, то, по всей вѣроятности, ширина площадки ся въ 12 метровъ окажется недостаточною и ее придется уширить. Всѣ новые молы поставлены такъ, что весьма трудно будетъ избѣжать устройства поворотныхъ круговъ для соединенія ихъ рельсовыхъ путей съ главными. А эти круги, какъ уже не разъ было говорено, имѣютъ за собою очень серіозныя, невыгодныя стороны для торговаго движенія.

Но, самымъ главнымъ недостаткомъ проекта порта слѣдуетъ признать образованіе недостаточно обширной, водной площади гавани, что въ будущемъ, съ развитіемъ ея коммерческаго значенія, отзовется, вѣроятно, не малыми затрудненіями.

С у л и н а.

Работы по устройству Сулинскаго порта и вообще по улучшенію Сулинскаго рукава описаны въ опубликованныхъ мемуарахъ дунайской европейской международной комиссіи. Но такъ какъ послѣдніе составляютъ теперь библиографическую рѣдкость, то я позволю себѣ остановиться на этихъ работахъ вообще и собственно на портовыхъ нѣсколько подробнѣе, тѣмъ болѣе, что послѣднія можно

смѣло причислить къ такимъ, которыя называются классическими, какъ по блестящимъ результатамъ, достигнутымъ ими, такъ и по ихъ цѣлесообразности и дешевизнѣ. При этомъ я буду пользоваться означенными мемуарами, пополняя ихъ, гдѣ нужно, свѣдѣніями, собранными при личномъ осмотрѣ Сулинскаго порта.

Рѣка Дунай, не доходя около 80 верстъ до Чернаго моря, образуетъ дельту, раздѣляясь на два рукава (черт. 1): сѣверный — Килійскій и южный — Георгіевскій. Послѣдній, въ свою очередь, вскорѣ разъединяется на собственно Георгіевскій и Сулинскій. Килійскій рукавъ, хотя также развѣтвляется на нѣсколько протоковъ, но всѣ они, однако, опять сливаются въ одно общее русло и лишь близъ мѣстечка Вилковъ онъ снова и окончательно раздѣляется на многія русла, впадающія въ море. Изъ этихъ руселъ или устьевъ важнѣйшія: Очаковское и Стамбульское. Передъ всѣми входами, со стороны моря, существуютъ бары, на которыхъ глубина значительно менѣе, чѣмъ въ соответствующемъ рукавѣ. Изъ трехъ главныхъ протоковъ дунайской дельты, самый большой и глубокий и вообще самый удобный для плаванія есть Килійскій. Ширина его измѣняется отъ 200 до 900 саж. (у Вилкова), а глубина только въ одномъ или двухъ мѣстахъ упадаетъ до 17—18 футъ, при самомъ низкомъ горизонтѣ. Вообще-же она бываетъ значительно выше, такъ что мѣстами достигаетъ 100 и болѣе футъ. Ширина Сулинскаго рукава, вообще узкаго, извилистаго и менѣе другихъ удобнаго для плаванія, рѣдко превосходитъ 85 или 90 саж., глубина-же, во многихъ мѣстахъ, даже нынѣ, послѣ произведенныхъ въ немъ улучшеній, не превосходитъ 14 и даже 13 футъ. Георгіевскій протокъ занимаетъ по величинѣ средину между двумя предыдущими: ширина его измѣняется отъ 150 до 500 саж., а глубина отъ 15 до 60 футъ.

Глубина самого Дуная, выше дельты, вообще очень значительная и нигдѣ не падаетъ ниже 20 или 21 фута ниже горизонта низкихъ водъ. Расходъ воды Дуная, при самомъ низкомъ уровнѣ, простирается до 70.000 куб. фут. въ 1 секунду, а при высокомъ до 324.000. Во время же необыкновенно высокихъ водъ онъ увеличивается до 1.000.000 куб. фут. Средній расходъ можно считать въ 207.000 куб. фут. Если припять расходъ Дуная за единицу, то въ Килійское русло попадаетъ изъ него $\frac{17}{27}$, въ Сулинское $\frac{2}{27}$ и въ Георгіевское $\frac{8}{27}$. Паденіе воды отъ начала дельты до моря при самомъ низкомъ горизонтѣ, къ которому вообще отнесены всѣ промѣры и работы, составляетъ около 1 фут., а при высокомъ до 8

фут. и не болѣе 12-ти, что при длинѣ рукавовъ около 95—100 верстъ даетъ средній уклонъ отъ 0,000003 до 0,000036. Наибольшее необыкновенное возвышеніе воды надъ нулевымъ низкимъ горизонтомъ, по наблюденіямъ съ 1857 по 1871 г., при началѣ дельты составляетъ около 14 фут. (въ Тульчѣ) и до $3\frac{3}{4}$ ф. у моря (въ Сулинѣ). Ординарное-же простирается до 8 или $8\frac{1}{2}$ ф. при началѣ дельты и до 2 ф. въ концѣ.

Дунай покрывается льдомъ среднимъ числомъ 49 дней въ году.

Берега дельты, вообще низкіе, имѣютъ ровный и постепенный скатъ къ морю, такъ что высоты ихъ при началѣ ея, у точки раздѣла Дуная на рукава, составляетъ около 12 фут., а у моря только 2 фута. Грунтъ ихъ, а равно и ложе протоковъ, слабый, наносный. Онъ состоитъ изъ песка, отчасти ила и глины. Этотъ грунтъ продолжается и въ морѣ.

Скорость теченія въ Сулинскомъ рукавѣ измѣняется вообще отъ $\frac{1}{2}$ до 5 футъ въ 1 секунду; но были также наблюденія, обнаружившія скорость до 9 фут. Количество наносовъ, влекомыхъ рѣкою, составляетъ въ среднемъ по вѣсу $\frac{1}{3060}$, что даетъ въ годъ 67.760.000 тоннъ или около 4 милліоновъ куб. сажень.

По четырнадцатилѣтнимъ наблюденіямъ съ 1859 по 1872 годъ, въ Сулинѣ, направленіе и продолжительность вѣтровъ опредѣляются слѣдующимъ образомъ: вѣтровъ, дующихъ въ сѣверовосточной четверти компаса, было 31,7%, въ юго-восточной — 15,75%, въ юго-западной 18,75% и въ сѣверо-западной — 15,7%. Безвѣтріе было 18,1%. Такимъ образомъ абсолютно господствующіе вѣтры сѣверовосточные. Они-же, или общее сѣверныхъ румбовъ, являются и наиболѣе сильными. Наибольшее изъ наблюденныхъ давленій отъ вѣтра было около 24 фунтовъ на 1 кв. футъ при *NO₄N*.

Морское теченіе у дунайской дельты по преимуществу сѣверное. Зимой и весной оно, равно какъ и сѣверные вѣтры, усиливается, лѣтомъ-же слабѣетъ.

Дунай, протекая по странамъ, богатымъ своими естественными произведеніями, уже издавна служилъ торговымъ путемъ, связующимъ эти страны со всѣмъ міромъ. Но если плаваніе по немъ, по крайней мѣрѣ въ низовьяхъ, было очень удобно, вслѣдствіе значительной глубины и ширины рѣки, зато въ устьяхъ его судоходство встрѣчало большія затрудненія въ мелководныхъ барахъ. Затрудненія эти сдѣлались особенно чувствительными въ послѣднее пяти-

десятилѣтіе, съ распространеніемъ пароваго флота и съ увеличеніемъ размѣровъ и осадки судовъ.

Вслѣдствіе этого, на основаніи Парижскаго трактата 1856 г., въ ноябрѣ слѣдующаго года, была образована международная европейская дунайская коммиссія, на которую возложено улучшение устьевъ Дуная. Что-же касается до расходовъ, потребныхъ для этого, то для покрытія ихъ ей было предоставлено право учреждать необходимые сборы съ судоходства.

Коммиссія пригласила извѣстнаго Гартлея на мѣсто своего главнаго инженера. Гартлей началъ съ того, что произвелъ обширныя изслѣдованія всей дельты Дуная, т. е. съемку, промѣры и нивелировку, и организовалъ правильныя метеорологическія и гидротехническія наблюденія надъ колебаніемъ уровня воды, надъ направленіемъ и силою вѣтровъ и теченій въ рѣкѣ и въ морѣ и проч. А затѣмъ, на основаніи собранныхъ матеріаловъ, представилъ коммиссіи свои соображенія относительно улучшенія низовьевъ Дуная. Послѣдней предстояло рѣшить два главные вопроса: какой изъ трехъ главныхъ рукавовъ Дунайской дельты избрать для улучшенія и какую систему работъ принять для этого.

Въ пользу Килійскаго русла говорила его значительная глубина, ширина и прямолинейность направленія, доставляющая большія удобства для плаванія. Съ другой-же стороны онъ представлялъ нѣкоторыя затрудненія для улучшенія по измѣнчивости своихъ устьевъ и вообще требовалъ большихъ расходовъ. Тѣмъ не менѣе эти неудобства были едва-ли серіозны и во всякомъ случаѣ не они заставили предпочесть многоводной Килии узкую, извилистую Сулину, на которой глубина во многихъ мѣстахъ простиралась тогда отъ 8 до 12 футовъ. Здѣсь, на сколько то извѣстно, главнымъ образомъ повліяли соображенія чисто политическаго характера.

Второй вопросъ, о системѣ работъ, былъ рѣшенъ совершенно опытнымъ путемъ, послѣ однако долгой проволочки. Сначала, коммиссія, слѣдуя общему мнѣнію, остановилась на землечерпаніи. Но опытыя работы, произведенныя съ нимъ въ концѣ пятидесятихъ годовъ, вскорѣ убѣдили въ его бесполезности, а потому окончательпо былъ избранъ проектъ Гартлея — устройство въ устьяхъ Сулины парныхъ дамбъ съ необходимымъ улучшеніемъ самого Сулинскаго рукава.

Работы по устройству Сулинскаго устья начались еще въ 1858 г., когда даже не былъ вполне выясненъ вопросъ о системѣ работъ и даже о выборѣ рукава. Тѣмъ не менѣе къ нимъ было приступлено

съ цѣлью сдѣлать хотя что нибудь для судоходства впредь до рѣшенія этихъ вопросовъ. Затѣмъ, когда они были окончательно рѣшены, работы стали продолжаться энергичнѣе, сообразно со средствами комиссіи. Дѣло началось съ постройки сѣверной дамбы, отъ точки А (черт. 2), гдѣ былъ тогда берегъ, — чтобы предохранить входъ отъ господствующихъ и наиболѣе сильныхъ, сѣверныхъ вѣтровъ. Къ апрѣлю 1860 года было сдѣлано 3.000 футъ сѣвернаго мола и 500 футъ южнаго, при чемъ глубина во входѣ увеличилась съ бывшихъ здѣсь $8\frac{1}{4}$ до 14 футъ, такъ что можно было думать, что одной сѣверной дамбы будетъ совершенно достаточно для устройства входа. Но къ концу лѣта того-же года, не смотря на то, что сѣверная дамба была выдвинута за это время до 4.600 ф., глубина во входѣ уменьшилась опять до 9 футъ. Вслѣдствіе этого, южную дамбу продолжили до 2.700 футъ и послѣ весны 1861 г. глубина увеличилась до 17 футъ, но затѣмъ она опять нѣсколько уменьшилась, хотя южная дамба была доведена уже до 3.000 футъ. Вообще, глубина во входѣ, передъ дамбами, послѣ весны обыкновенно увеличивалась, а къ осени уменьшалась. Это обстоятельство, въ связи съ тѣмъ, что глубина между дамбами постоянно поддерживалась самимъ теченіемъ до 17—18 футъ, подало Гартлею мысль продолжить южную дамбу еще на 500 ф. Работа эта, однако, по недостатку средствъ, могла быть исполнена лишь въ 1869—70 гг., когда южная дамба была удлинена на 457 футъ. Но и послѣ этого продолжались указанные выше колебанія глубины, такъ что въ 1875—77 годахъ наши необходимымъ, по предложенію настоящаго преемника Гартлея, г. Кюля, удлинить южную дамбу еще на 200 ф. Въ этомъ видѣ она существуетъ и понынѣ. Съ тѣхъ поръ фарватеръ сталъ видимо и постоянно улучшаться и углубляться. Теперь глубина на немъ по линіи створа, образуемаго маяками, на берегу и на оконечности сѣверной дамбы, достигла $20\frac{1}{2}$ *). Если же взять отъ створа нѣсколько къ сѣверу, то можно пройти съ глубиною въ 24 фута, какъ то видно изъ плана. Точно также и глубина между дамбами стала замѣтно увеличиваться и теперь во всемъ Сулинскомъ портѣ ее можно считать далеко выше 20 ф. Только въ 1879 году у входа между дамбами образовалось было, ближе къ сѣверной, восемнадцати-футовая отмель, а у южной появилась глубокая яма. Яма эта была заполнена камнемъ до 27 футъ глубины и затѣмъ отмель вскорѣ

*) Планъ снятъ на основаніи промѣровъ, сдѣланныхъ въ маѣ 1879 года. Съ тѣхъ поръ глубина значительно увеличилась и вообще входъ улучшился.

исчезла сама собою. Между тѣмъ съ постройкой моловъ берегъ за сѣвернымъ изъ нихъ сталъ сильно размываться и вода грозила обойти корень мола. Вслѣдствіе этого послѣдній оказалось необходимымъ продолжить въ берегъ на 694 фут. Такимъ образомъ въ окончательномъ видѣ длина сѣвернаго мола вышла 5.332 фута или почти 762 саж., а южнаго—3.657 ф. или 522¹/₂ саж.

Что касается до берега за южной дамбой, то, по мѣрѣ ея удлиненія, онъ постоянно наращивался и теперь большая часть ея съ морской стороны лежитъ на сушѣ. Берегъ же за сѣверной постоянно размывался, такъ что, не смотря на упомянутое продолженіе дамбы въ берегъ на 694 фут., она скоро-бы оказалась обойденною моремъ, если-бы г. Кюль не употребилъ для укрѣпленія берега крайне простаго и ничего нестоющаго средства: онъ предложилъ выгружать гравелистый и щебеночный балластъ, привозимый на судахъ, за сѣвернымъ моломъ, на глубинѣ около 6 футъ. Этого было совершенно достаточно, чтобы остановить или по крайней мѣрѣ значительно замедлить дальнѣйшій подмывъ берега.

Чтобы понять всѣ описанныя здѣсь явленія, необходимо замѣтить, что въ Сулинскомъ устьѣ происходитъ постоянная борьба многихъ физическихъ факторовъ: вѣтровъ съ производимымъ ими волненіемъ и морскаго и рѣчнаго теченія и приносимыхъ имъ наносовъ. Такъ какъ въ Сулиѣ существуетъ береговое теченіе, по преимуществу сѣверное, то немудрено, что мола стали играть въ отношеніи его роль рѣчныхъ полузапрудъ, за которыми со стороны противоположной теченію начали складываться наносы. Этимъ объясняется образованіе обширной песчаной отмели при южной дамбѣ, а также и то, почему эта отмель появлялась и въ каналѣ между дамбами, когда южная не была еще доведена до настоящей своей длины. Лѣтомъ сѣверные вѣтры и такое же морское теченіе стихаютъ, и потому банка эта подвигается на сѣверъ. Во время зимы и весной сѣверные вѣтры усиливаются, а съ тѣмъ вмѣстѣ и сѣверное теченіе, которое и отодвигаетъ банку далѣе къ югу. Этому помогаетъ и весеннее половодье, размывающее банку. Такимъ образомъ, она подвержена періодическимъ ежегоднымъ передвиженіямъ, простирающимся до 70—100 саж. Но всегда, со времени удлиненія южнаго мола до настоящихъ предѣловъ, банка останавливалась далеко не доходя до линіи створа, по которому ходятъ суда, такъ что входъ въ портъ бываетъ постоянно открытъ.

Размывъ берега за сѣвернымъ моломъ обусловливается съ одной стороны его строеніемъ изъ крайне слабого, легко-размываемаго,

глинистаго грунта, покрытаго сверху пескомъ, — съ другой стороны, вогнутостью, образуемой берегомъ и сѣвернымъ моломъ. Вогнутость эта вызываетъ сильный прибой волнъ, который, смывая песокъ и передвигая его далѣе на берегъ, обнажаетъ затѣмъ легко размываемый пластъ глины. Когда стали валить балластъ за сѣверной дамбой, то гравелистыя и щебеночныя его части были самымъ волненіемъ прибиты къ берегу и прикрыли собою песчаный слой, что и предотвратило дальнѣйшіе подмывы.

Ширина портового входа слѣлана въ 600 фут. Моламъ въ планѣ придано криволинейное очертаніе съ раструбомъ во внутрь гавани. Такое расположеніе надо признать чрезвычайно удачнымъ. Дѣло въ томъ, что во время вѣтровъ восточныхъ и сѣверо-восточныхъ румбовъ въ гавань заходитъ довольно сильное волненіе, которое, проникая во внутрь порта, встрѣчаетъ вскорѣ расширение между дамбами и здѣсь теряетъ почти всю свою силу. Такимъ образомъ, къ западу отъ линіи *MN* (черт. 2), образуется совершенно спокойная стоянка судовъ. Словомъ, здѣсь сдѣлано то, что французы называютъ *brise-lâmes*, и что, гдѣ я только его ни видѣлъ, приноситъ несомнѣнную пользу, такъ что становится весьма желательнымъ примѣнить это устройство къ нашимъ портамъ въ родѣ Либавы и Виндавы.

Кромѣ всѣхъ этихъ работъ въ Сулинскомъ портѣ, были произведены еще нѣкоторыя другія. Такъ на сѣверной дамбѣ поставленъ маякъ съ краснымъ огнемъ. Маякъ этотъ, какъ уже сказано, вмѣстѣ съ находящимся на берегу и сооруженнымъ еще во времена русскаго владычества въ первой половинѣ настоящаго столѣтія, образуетъ створъ для указанія хода судовъ. Затѣмъ построено нѣсколько служебныхъ зданій, забиты палы въ расширеніи между дамбами по обѣимъ сторонамъ фарватера и, наконецъ, устроены набережныя, которыхъ на правомъ берегу, начиная отъ корня южнаго мола, насчитывается болѣе 1.090 саж., а на сѣверномъ до 728 саж. Постройка этихъ набережныхъ вызвана слѣдующими обстоятельствами. Городъ Сулина, въ которомъ всего нѣсколько тысячъ жителей, не имѣетъ самъ по себѣ никакого торговаго значенія, какъ въ своей незначительности, а равно и по бесплодности и непаселенности своихъ окрестностей, такъ и по отсутствію какихъ либо сухопутныхъ сообщеній, по которымъ могли бы подвозиться къ нему грузы. — Поэтому здѣсь не происходитъ, съ помощію набережныхъ, никакой маломальски значительной нагрузки и выгрузки товаровъ. Но такъ какъ Сулинскій рукавъ мелководенъ, то большемѣрные суда принуждены

оставлялись въ самомъ портѣ и грузиться съ рѣчныхъ и каботажныхъ судовъ, привозящихъ къ нимъ грузы съ Дуная. Эти большемерныя суда обыкновенно швартуются у берега (другого мѣста и нѣтъ по причинѣ узкости Сулинскаго рукава). Вслѣдствіе этого оказалось необходимымъ предохранить суда отъ ударовъ о берегъ, а послѣдній отъ разрушенія, устроить необходимыя швартовныя принадлежности и дать возможность легкаго сообщенія командѣ судовъ съ городомъ. Всѣмъ этимъ цѣлямъ Сулинскія набережныя удовлетворяютъ какъ нельзя болѣе. Поэтому постройка должна быть признана совершенно цѣлесообразной, въ особенности въ томъ видѣ, какъ она произведена. Весь вопросъ при ихъ устройствѣ заключался въ томъ, чтобы, удовлетворяя указаннымъ цѣлямъ, сдѣлать это возможно дешевле. На этомъ основаніи избранъ типъ (черт. 3) сооруженія, который правильнѣе назвать береговою обдѣлкою, нежели набережною. Вся постройка ихъ общей длиною въ 1.818 саж., вмѣстѣ съ засыпкою сзади ихъ земли до 115.000 куб. метр., или около 11.000 куб. саж., обошлась 154.226 франковъ, что, по теперешнему курсу, принимая одинъ франкъ равнымъ сорока копѣйкамъ, составитъ около 62.000 рублей, или круглымъ счетомъ нѣсколько менѣе 34 руб. за погонную сажень.

Кромѣ этихъ собственно портовыхъ работъ, сдѣлано и дѣлается много рѣчныхъ, въ самомъ Сулинскомъ рукавѣ. Было уже сказано, что послѣдній извилистъ и мелководенъ. Для спрямленія извилинъ устроены прокопы, длиною въ 1.500 футъ, на которомъ глубина доведена до 16 футъ, при ширинѣ по дну въ 109 футъ. Вообще, всѣ рѣчныя работы имѣютъ конечную цѣль доставить повсюду глубину, не меньшую 15 футъ. Для расчистки мелей употребляется система полузапрудъ, по типу, представленному на чертежѣ 4. Здѣсь сваи служатъ пособіемъ при производствѣ каменныхъ набросокъ. Впослѣдствіи же онѣ играютъ роль знаковъ для судоходства. Иногда, впрочемъ, употреблялся и типъ, представленный на чертежѣ 5. Полузапруды ставятся на выпукломъ берегу, перпендикулярно къ теченію, въ разстояніи другъ отъ друга отъ 2 до 4 разъ взятой своей длины. Вогнутый берегъ, противолежащій полузапрудамъ, укрѣпляется обыкновенно каменными отсыпями, при этомъ свободная часть рѣки между обоими берегами дѣлается шириною около 500 фут., или почти 36 саж. Такъ какъ расходъ Сулины составляетъ $\frac{2}{27}$ расхода Дуная, который во время низкихъ водъ имѣетъ 70.000 куб., то значитъ, что на каждую сажень протекающей воды

приходится около $2\frac{1}{3}$ саж. свободной ширины рѣки *). При истокѣ Сулинскаго рукава изъ Георгіевскаго, на мысу, образуемомъ правымъ берегомъ Сулины и лѣвымъ Георгія, поставлена направляющая полузапруда и противъ нея, для расчистки находившейся здѣсь мели, на лѣвомъ берегу Сулинскаго рукава, обыкновенная полузапруда. Всѣ рѣчные работы образуютъ берегъ между полузапрудами, ровный, прямой, правильный, безъ зазубринъ, которыя часто имѣютъ мѣсто въ подобныхъ случаяхъ, но глубина подвержена колебаніямъ и въ общемъ предполагаемые 15 футъ не достигнуты. Обстоятельство это надо объяснить, кажется, главнымъ образомъ трудностію урегулировать надлежащій притокъ воды въ Сулинскій рукавъ.

Обращаясь теперь къ морскимъ моламъ, слѣдуетъ замѣтить, что въ началѣ постройки ихъ, какъ уже сказано выше, носила временной характеръ. Они состояли изъ трехъ рядовъ свай (чертежъ 6), изъ которыхъ одинъ, обращенный къ морю, былъ сплошной. Въшніе ряды защищены по бокамъ сваями. На сваяхъ устроены помосты. Самое же ядро дамбъ было сдѣлано изъ каменной наброски, распространявшейся по обѣ стороны сплошнаго ряда до горизонта воды. Впослѣдствіи, когда Сулина и система работъ была избрана окончательно, — молы выводились такимъ же образомъ, въ зависимости отъ имѣющихся средствъ. Лишь тогда, когда финансовое положеніе Дунайской коммисіи улучшилось, приступлено было къ перестройкѣ дамбъ въ постоянныя сооруженія. Работа эта, начатая въ половинѣ шестидесятыхъ годовъ и оконченная около 1871 года, состояла въ возведеніи правильной кладки на гидравлическомъ растворѣ и въ укрѣпленіи откосовъ наброски массивами, какъ то видно на чертежахъ 7—10. Къ началу перестройки гребень каменной отсыпи принялъ неправильный видъ и понизился. Поэтому, прежде всего, для возведенія на немъ кладки, предстояло его выровнять. Такъ какъ въ открытомъ морѣ это было сдѣлать затруднительно и требовало много времени, въ особенности по причинѣ недостатка водолазовъ, то обратились къ другому способу. Наброску выравнивали только на грубо. Затѣмъ ставили на нее деревянные ящики, длиною отъ 15 до 30 футъ, съ холщевымъ дномъ и наливали въ нихъ бетонъ, заполнявшій неправильности въ наброскѣ (черт. 8 и 10). Бетонное, или вообще массивное основаніе опускали на 5 ф. ниже горизонта воды, такъ какъ опытъ показалъ, что, по крайней мѣрѣ, подъ прикрытіемъ наброски

*) На другихъ извѣстныхъ мнѣ рѣкахъ, для достиженія глубины вдвое меньшей, 1 куб. саж. расхода проходится на 3 или 4 саж. свободной ширины рѣки.

со стороны моря сплошнымъ рядомъ свай, волненіе на нее не дѣйствуетъ ниже 5-футовой глубины. Когда были выписаны изъ Россіи опытные водолазы, работа выравниванія основанія пошла успѣшнѣе. Поэтому, часть сѣверной дамбы перестроена слѣдующимъ способомъ. Со стороны канала уложенъ рядъ массивовъ, въ 8 кубич. метровъ каждый. За него заложено 4 ряда трехдюймовыхъ досокъ. Въ ящикѣ, образованномъ такимъ образомъ, съ одной стороны досками, а съ другой—сплошнымъ рядомъ свай, дно было выровнено мелкимъ камнемъ или щебнемъ и на него уставлены, съ помощію подвижнаго крана, рядъ массивовъ въ 18 кубич. метровъ. Массивы приготовлялись на мѣстѣ работъ на временныхъ подмостяхъ, изъ которыхъ состояли прежде дамбы, и опускались на мѣсто черезъ 10-ть дней послѣ приготовленія. Каждый изъ нихъ имѣлъ 5 ф. ширины (по оси дамбы), а какъ разстояніе между сваями подмостей было 7½ фут., то между массивами оставались промежутки въ 2½ фут. Промежутки эти были затѣмъ заполнены литымъ бетономъ. Въ полученную такимъ образомъ плоскость были вдѣланы камни, а по верхъ ихъ налить бетонъ, составляющій надводную стѣнку дамбы. Упомянутые камни были вдѣланы для лучшаго сопряженія бетона съ лежащими подъ ними массивами. Въ концѣ концовъ верхъ сѣверной дамбы образовалъ собою сплошной монолитъ. вмѣсто бетона для надводной части употреблялась мѣстами и каменная кладка. Южная дамба была передѣлана такимъ же образомъ какъ и сѣверная, съ небольшимъ, впрочемъ, различіемъ, легко понятнымъ изъ чертежа 9-го. Затѣмъ наружный откосъ сѣверной дамбы былъ одѣтъ массивами объемомъ отъ 10 до 20 куб. метр., на протяженіи около 1.850 погон. футъ, начиная отъ головы. Нынѣ для ремонта употребляются массивы въ 15 куб. метр.

Бетонъ и массивы дѣлались отчасти на пуцолланѣ, а главнымъ образомъ *) на портландскомъ цементѣ, который передъ употребленіемъ въ дѣло подвергался испытанію на разрывъ. Онъ долженъ былъ выдерживать черезъ 7 дней 336 англ. фунтовъ, или 9,3 пуда на квадр. дюймъ.

Составъ бетоновъ и массивовъ, а также единичная стоимость работъ видна изъ слѣдующихъ примѣровъ:

1) Для составленія литого бетона для сѣверной дамбы употреблено:

*) Изъ 15.838 куб. метр. массивовъ, бетона и кладки на пуцолланѣ сдѣлано только 975 куб. метровъ. Остальное же на цементномъ растворѣ.

1 куб. метръ портландскаго цемента (7 бочекъ).	126 фр.
1 метръ песку и 2 метра гравія, по 3 фр. . .	9 „
Итого	135 фр.

Изъ этой смѣси выходило $2\frac{1}{3}$ куб. метр. бетона,	
• слѣдовательно матеріалы на 1 куб. метръ стоили .	57,94 фр.
Полотно, дерево и желѣзо	8,00 „
Работа	18,56 „
Итого 1 куб. метръ бетона . .	84,50 фр.

2) Для составленія литого бетона для южной дамбы употреблено:

1 куб. метръ цемента	126 фр.
2 куб. метра песку и 2 куб. метра гравія . .	12 „
Итого матеріала . .	138 фр.

Изъ этого выходило $3\frac{1}{3}$ куб. метра бетона, слѣдовательно, 1 куб. метръ стоилъ	41,44 фр.
Полотно, дерево и желѣзо	8,00 „
Работа	12,56 „
Итого куб. метръ . .	62,00 фр.

Массивы были также различнаго состава. Въ сдѣланныхъ на мѣстѣ работъ, для подводной части употреблялось:

1 куб. метръ цемента	126 фр.
2 куб. метра песку и 5 гравія, по 3 фр. . .	21 „
Итого	147 фр.

Изъ этого количества выходило $5\frac{1}{3}$ куб. метра кладки, слѣдовательно, 1 куб. метръ стоилъ . . .	27,58 фр.
Работа	7,90 „
Итого 1 куб. метръ .	35,48 фр.

При фабрикаціи на сушѣ тѣ же массивы обошлись 33,48 за куб. метръ, такъ какъ работа стоила только 3,9 и перевозка съ укладкою на мѣстѣ—2 фр.

Массивы, сдѣланные на мѣстѣ для надводной кладки, составляли:

1 куб. метръ цемента	126 фр.
2 метра песку и 2 гравія.	12 „
2 метра камня, по 12 фр.	24 „
Итого	162 фр.

Изъ этого количества выходило $4\frac{2}{3}$ куб. метра.	
такъ что одинъ куб. метръ стоилъ	34,76 фр.
Работа	8,24 „
А всего	43,00 фр.

Общій итогъ затратъ видѣнъ изъ слѣдующаго:	
Вся перестройка дамбъ обошлась	1.122,103 фр.
Первоначальныя работы.	2.163,535 „
Продолженіе южной дамбы на 657 футъ.	357,998 „
Ремонтъ по 1871 годъ (считая въ томъ числѣ и продолженіе сѣвернаго мола въ берегъ на 694 фута)	1.144,456 „
Итого	4.788,092 фр.

А какъ дамбы въ общей сложности выведены на 1284 саж., то значить 1 пог. саж. мола въ среднемъ обошлась: $4040\frac{1}{2}$ франковъ или $1010\frac{1}{8}$ металл. руб., что составляетъ по теперешнему курсу (1 франкъ = 40 коп.) 1616 рубл.

Остальныя портовые работы: маякъ, набережныя, судоходные знаки, изысканія и проч. стоили круглымъ счетомъ 361.000 фр. Такимъ образомъ на Сулинскій портъ, въ тѣсномъ смыслѣ, до 1872 г. израсходовано до 5.150,000 фр., или 1.287,500 металл. рублей. Затѣмъ, на рѣчныя работы съ 1865 по 1871 годъ было израсходовано свыше 3.100,000 франковъ.

Начиная съ 1872 до 1878 г., по словамъ г. Кюля, на новыя рѣчныя работы, а также на ремонтъ старыхъ, отпускалось около $\frac{1}{2}$ милл. фр. ежегодно. Затѣмъ въ послѣдующіе года эта цифра увеличилась до $\frac{3}{4}$ и, наконецъ, въ настоящемъ (1882) году ассигновано около 1 милліона. Такимъ образомъ, европейская коммисія съ самаго своего основанія по настоящее время затратила на всѣ свои работы отъ 15 до 16 милл. франковъ.

Заканчивая этотъ очеркъ Сулинскаго порта, остается привести статистическія свѣдѣнія о коммерческомъ движеніи въ немъ, что можно видѣть изъ слѣдующихъ двухъ таблицъ, указывающихъ количество отошедшихъ судовъ и вывезенныхъ товаровъ.

Свѣдѣній о привезенныхъ товарахъ не имѣется, за исключеніемъ каменнаго угля, котораго привезено въ 1879 году 66, въ 1880 г.—62 и въ 1881 г.—80 тыс. тоннъ. Просматривая первую таблицу, можно, между прочимъ, заключить о быстромъ ростѣ тоннажа судовъ.

ТАБЛИЦА I. Судоходство.

Годы.	Парусныя.		Паровыя.		ВСЕГО.		Средній тоннажъ судна.		
	Число.	Тоннажъ.	Число.	Тоннажъ.	Число.	Тоннажъ.	Паруснаго.	Пароваго.	Всѣхъ.
1849 *)	1676	253.977			1676	253.977			151,4
1850 *)	1489	222.825			1489	222.825			149,6
1851 *)	2154	309.322			2154	309.322			143,5
Среднее . .	1773	262.041			1773	262.041			148
1859 *)	2704	381.880			2704	381.880			141
1860 *)	3491	538.099			3491	538.099			154
1861 *)	3085	450.770			3085	450.770			146
Среднее . .	3009	456.916			3009	456.916			152
1869	2467	500.413	414	176.547	2881	676.960	202	426	235
1870	2212	461.460	329	139.510	2541	600.970	208	424	236
1871	1864	360.765	390	188.955	2254	549.720	193	484	244
Среднее . .	2181	440.879	378	168.337	2559	609.217	202	445	238
1879	1541	238.526	721	559.028	2262	797.554	155	775	353
1880	1230	190.874	583	467.189	1813	658.063	155	801	363
1881	941	140.438	770	653.016	1711	793.454	149	848	464
Среднее . .	1237	189.946	691	559.744	1928	749.690	153	810	389

ТАБЛИЦА II. Товарное движеніе по вывозу.

Наименованіе товаровъ.	Единица мѣры.	1879 г.	1880 г.	1881 г.
Хлѣбныхъ продуктовъ, главнымъ образомъ, кукурузы, ячменя и пшеницы.	Квартерь.	5.394.729	4.251.331	5.403.421
Плотовъ (radeaux)	Штука.	5	—	5
Брусевъ (traverse)	"	31.663	19.262	—
Досокъ	"	758.633	567.933	1.756.252
Боченочныхъ досокъ (douve)	"	1.242.895	—	280.666
Планокъ (latte)	"	1.180.065	4.003.590	—
Чубуковъ (tuyaux de chibouc)	"	417.299	104.000	—
Строительнаго лѣса	Куб. метр.	—	23.065	21.445
Муки	Метр. тонн.	8.740	10.239	9.573
Разныхъ товаровъ	"	2.130	3.787	4.163
" "	Связка, бочка ящикъ и пр.	65.288	63.238	49.635

Въ теченіи 30 лѣтъ онъ увеличился болѣе, чѣмъ въ $2\frac{1}{2}$ раза. Но этотъ ростъ замѣчается только въ паровыхъ судахъ, тоннажъ и число которыхъ въ послѣднее десятилѣтіе возрасли почти вдвое. Тоннажъ же и число парусныхъ судовъ скорѣе уменьшаются.

Возвращаясь, въ заключеніе, снова къ сулинскимъ работамъ, нельзя не обратить вниманія на ихъ строгую послѣдовательность и дешевизну. Причины послѣдней кроются, по моему мнѣнію, въ самой организаціи дѣла. Главный инженеръ былъ и есть полный и, можно сказать, безконтрольный хозяинъ дѣла. Вслѣдствіе этого, онъ могъ принимать въ размѣрѣ ассигнованныхъ суммъ быстро и своевременно необходимыя мѣры и ставить то или другое рѣшеніе, смотря по ходу работъ. Точно также онъ могъ вести дѣло дѣйствительно хозяйственно: единственный подрядчикъ, бывшій при работахъ—это поставщикъ камня. Затѣмъ всѣ остальные поставки, а также наемъ рабочихъ и вообще лицъ, нужныхъ для работъ, дѣлались самимъ главнымъ инженеромъ, возможно экономическимъ способомъ. Отсутствие же излишнихъ формальностей и переписки дало возможность уменьшить администрацію работъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ и расходы на нее, до минимума.

Инженеръ Гнусинъ.

(Окончаніе слѣдуетъ).

РѢКА ДНѢПРЪ.

(Продолженіе *).

ГЛАВА IV.

Причины, вызывающія неравномѣрное распредѣленіе углубленія рѣки Днѣпра; образованіе пороговъ, ямъ и наносныхъ возвышеній.—Положеніе стрежня рѣки и образованіе отмелей и переваловъ.—Общій характеръ углубленія рѣки Днѣпра въ участкѣ выше пороговъ.—Мели, перевалы, пороги, камни и заборы на всемъ протяженіи рѣки отъ города Дорогобужа до Екатеринослава.—Корчи и колоды.—Бечевники.

Рѣка Днѣпръ переноситъ свои воды по руслу, углубленіе котораго распредѣлено вполнѣ неравномѣрно, отчего ложе рѣки, за немногими исключеніями, имѣетъ совершенно неправильный характеръ.

Неравномѣрность распредѣленія глубинъ обнаруживается почти на всемъ протяженіи Днѣпра и переходы отъ очень малыхъ глубинъ къ значительно большимъ попадаются во многихъ мѣстахъ теченія этой рѣки, иногда въ очень близкомъ разстояніи, которое не превышаетъ нѣсколькихъ десятковъ сажень.

Путь, избранный Днѣпромъ, чрезъ рядъ формацій, геогностическій составъ которыхъ, вслѣдствіе различныхъ сочетаній своихъ плотностей, не подвергающихся однообразному разрушительному вліянію теченія **), заключаетъ въ себѣ одну изъ главныхъ причинъ неравномѣрнаго распредѣленія глубинъ. Дѣйствительно, наибольшая неравномѣрность обнаруживается въ тѣхъ мѣстахъ теченія рѣки, гдѣ плотные пласты горныхъ известняковъ, доло-

*) См. „Инженеръ“ 1884 г. кн. 2.

**) Струя воды, передвигаясь въ руслѣ подъ вліяніемъ тяжести, стремится приблизиться ко дну рѣки и постоянно подмываетъ его, углубляя такимъ образомъ все ложе.

оставлялись въ самомъ портѣ и грузиться съ рѣчныхъ и каботажныхъ судовъ, привозящихъ къ нимъ грузы съ Дуная. Эти большешірныя суда обыкновенно швартуются у берега (другого мѣста и нѣтъ по причинѣ узкости Сулинскаго рукава). Вслѣдствіе этого оказалось необходимымъ предохранить суда отъ ударовъ о берегъ, а послѣдній отъ разрушенія, устроить необходимыя швартовныя принадлежности и дать возможность легкаго сообщенія командѣ судовъ съ городомъ. Всѣмъ этимъ цѣлямъ Сулинскія набережныя удовлетворяютъ какъ нельзя болѣе. Поэтому постройка должна быть признана совершенно цѣлесообразной, въ особенности въ томъ видѣ, какъ она произведена. Весь вопросъ при ихъ устройствѣ заключался въ томъ, чтобы, удовлетворяя указаннымъ цѣлямъ, сдѣлать это возможно дешевле. На этомъ основаніи избранъ типъ (черт. 3) сооруженія, который правильнѣе назвать береговою обдѣлкою, нежели набережною. Вся постройка ихъ общей длиною въ 1.818 саж., вмѣстѣ съ засыпкою сзади ихъ земли до 115.000 куб. метр., или около 11.000 куб. саж., обошлась 154.226 франковъ, что, по теперешнему курсу, принимая одинъ франкъ равнымъ сорока копѣйкамъ, составитъ около 62.000 рублей, или круглымъ счетомъ нѣсколько менѣе 34 руб. за погонную сажень.

обнаруживаетъ свое вліяніе. Такъ, въ тѣхъ мѣстахъ теченія Днѣпра, гдѣ крутые повороты измѣняютъ направленіе русла почти подъ острымъ угломъ, съ весьма короткимъ закругленіемъ, струи теченія, не имѣя возможности преодолѣть встрѣченный ими подпоръ въ подмывномъ берегѣ, обнаруживаютъ свое вліяніе на большемъ углубленіи ложа рѣки до глубинъ, значительно превосходящихъ окружающія, при чемъ большую часть размытаго такимъ образомъ матеріала переносятъ на недалекія разстоянія, ниже отъ этихъ углубленій, гдѣ, осаждаясь поперекъ всего русла, возвышаютъ все дно рѣки. Эти послѣдняго рода углубленія и возвышенія дна рѣки попадаютъ въ Днѣпрѣ почти на всѣхъ очень крутыхъ поворотахъ его и, въ особенности, въ наиболѣе извилистыхъ участкахъ рѣки, находящихся, какъ было сказано въ первой главѣ, отъ впаденія рѣки Осьмы до гор. Смоленска и отъ гор. Старый Быховъ до устья

*) Подъ названіемъ *переката* я подразумѣваю образованіе значительнаго возвышенія дна, поперекъ всего русла, вызваннаго встрѣчею теченіемъ рѣки болѣе плотныхъ массъ, какъ-то: глины, гравія, хряща и пр., не поддающихся равномерному разрытію, сравнительно съ соседними выше и ниже лежащими пластами; поэтому въ этихъ мѣстахъ проявляются всегда перепады воды или увеличенія въ уклонахъ рѣки.

рѣки Сожа (противъ м-ка Лоева). Въ этихъ мѣстахъ иногда приходится наталкиваться, что въ крутыхъ поворотахъ рѣки, при общемъ углубленіи ложа, не превышающемъ въ малую воду 1,5 саж., образовавшіяся ямы имѣютъ болѣе 4 сажень глубины, а возвышенія, лежація ниже, въ разстояніи не болѣе полуверсты, покрыты водою не болѣе, какъ на 0,3 сажени *).

Не вдаваясь теперь въ перечисленіе всѣхъ неравномѣрныхъ возвышеній дна рѣки, вызванныхъ указанными выше причинами, такъ какъ они будутъ помѣщены въ своемъ мѣстѣ, перейду къ указанію тѣхъ признаковъ, по которымъ можетъ быть распознаваемо положеніе линіи наибольшаго углубленія рѣки, или ея *стрезень* **), относительно прилегающихъ береговъ Днѣпра.

Воды въ рѣкѣ, пріобрѣта нѣкоторую поступательную скорость, въ зависимости отъ уклона мѣстности, стремятся направиться по прямой линіи и разрушить всѣ встрѣчающіяся имъ на пути преграды. Очевидно, что въ извилистыхъ частяхъ рѣки струя воды направится всегда къ вогнутому берегу, у котораго вліяніе ея силы будетъ наиболѣе обнаруживаться, выражаясь подмывомъ берега и углубленіемъ ложа съ этой стороны. Дѣйствительно, на всемъ протяженіи теченія Днѣпра, за исключеніемъ нѣкоторыхъ мѣстъ, о которыхъ буду говорить ниже, вогнутый берегъ всегда имѣетъ *кручу* (обрывы, вслѣдствіе подмыва) и стрезень рѣки, смотря по силѣ струи теченія и крутизнѣ изгибовъ, приближается болѣе къ этому вогнутому берегу.

Въ тѣхъ случаяхъ, когда Днѣпръ переноситъ свои воды по руслу, очертаніе котораго имѣетъ двойную кривизну, наибольшее углубленіе рѣки, вырытое теченіемъ воды у вогнутаго берега, а слѣдовательно и стрезень, переходитъ отъ одной кручи къ другой, образуя въ этихъ переходахъ *перевалы*, которые, надобно замѣтить только въ узкихъ частяхъ рѣки, а также въ мѣстахъ съ слабыми закругленіями, переходятъ отъ одного берега къ другому постепенно, не сопровождаясь рѣзкимъ уменьшеніемъ глубинъ въ самыхъ

*) Въ участкахъ Днѣпра съ широкимъ русломъ, вслѣдствіе меньшей крутизны изгибовъ рѣки, образованіе подобныхъ возвышеній дна чрезъ осажденіе наносовъ поперегъ всего ложа совершается рѣже.

**) Линію наибольшаго углубленія рѣки въ гидротехникѣ принято называть *фарватеромъ*, но это несправедливо, такъ какъ этотъ послѣдній представляетъ полосу рѣки, обхватывающую пространство возможнаго судоходства. Линію, обладающую наибольшою скоростью теченія, называютъ *стрезнемъ* рѣки или *талъвегомъ*. Я называю *стрезнемъ* линію наибольшаго углубленія и *талъвегомъ*—линію наибольшей скорости теченія рѣки.

отънавливаются въ самомъ портѣ и грузиться съ рѣчныхъ и каботажныхъ судовъ, привозящихъ къ нимъ грузы съ Дуная. Эти большемерныя суда обыкновенно швартуются у берега (другого мѣста и нѣтъ по причинѣ узкости Сулинскаго рукава). Вслѣдствіе этого оказалось необходимымъ предохранить суда отъ ударовъ о берегъ, а послѣдній отъ разрушенія, устроить необходимыя швартовныя принадлежности и дать возможность легкаго сообщенія командѣ судовъ съ городомъ. Всѣмъ этимъ цѣлямъ Сулинскія набережныя удовлетворяютъ какъ нельзя болѣе. Поэтому постройка должна быть признана совершенно цѣлесообразной, въ особенности въ томъ видѣ, какъ она произведена. Весь вопросъ при ихъ устройствѣ заключался въ томъ, чтобы, удовлетворяя указаннымъ цѣлямъ, сдѣлать это возможно дешевле. На этомъ основаніи избранъ типъ (черт. 3) сооруженія, который правильнѣе назвать береговою обдѣлкою, нежели набережною. Вся постройка ихъ общей длиною въ 1.818 саж., вмѣстѣ съ засыпкою сзади ихъ земли до 115.000 куб. метр., или около 11.000 куб. саж., обошлась 154.226 франковъ, что, по теперешнему курсу, принимая одинъ франкъ равнымъ сорока копѣйкамъ, составитъ около 62.000 рублей, или круглымъ счетомъ нѣсколько менѣе 34 руб. за погонную сажень.

Когда стрежень рѣки не находится у вогнутого берега. Исключенія эти проявляются въ тѣхъ мѣстахъ теченія Днѣпра, гдѣ рѣка хотя и имѣетъ незначительныя извилины, но, вслѣдствіе господствующаго своего направленія къ югу, боковое стремленіе, вызванное вращеніемъ земли около оси, оказываетъ преобладающее вліяніе, сравнительно съ очертаніемъ береговъ Днѣпра. Вліяніе этой боковой силы, о которой было говорено въ концѣ первой главы, обнаруживается тѣмъ, что стрежень находится ближе къ правому берегу рѣки, у лѣваго же низменнаго берега, отложеніемъ наносовъ, образовались отмели, которыя расположены вдоль этого берега въ большинствѣ случаевъ равномерно.

*) Подмывъ вогнутого берега и нарощеніе посредствомъ осажденій наносовъ выпуклаго происходитъ довольно быстро въ мѣстахъ, гдѣ русло ограждается новыми образованіями, примѣровъ чему на Днѣпрѣ можетъ быть представлено много. Наиболѣе рѣзкій изъ нихъ представляется у д. Озерище, въ Рогачевскомъ уѣздѣ Могилевской губ., гдѣ, по указаніямъ жителей, впродолженіи этого столѣтія, рѣка, постепенно подмывала вогнутый берегъ и нарощая выпуклый, уклонилась болѣе чѣмъ на одну версту, образовавъ луку, довольно значительныхъ размѣровъ.

Стремленіе рѣки принять болѣе западное положеніе, вслѣдствіе вращенія земли около оси, какъ было сказано въ первой главѣ, обнаруживается почти на всемъ пути теченія Днѣпра, ниже впаденія рѣки Сожа; на этомъ же пути, во многихъ мѣстахъ наблюдается, что, несмотря на незначительныя извилины, русло значительно болѣе углублено у праваго берега, у лѣваго же образовались песчаные наносы и отмели, далеко врѣзывающіяся въ русло рѣки.

Сдѣлавъ краткій обзоръ причинъ, вызывающихъ неравномѣрность распределенія глубинъ въ рѣкѣ, а также указавъ на нѣкоторые признаки, по которымъ можетъ быть узнано положеніе ея стрежня, перейду къ общему описанію углубленія Днѣпра, въ предѣлахъ отъ города Дорогобужа до пороговъ, полученному по изслѣдованіямъ днѣпровской навигаціонно-описной партіи, въ продолженіи 1875—1880 годовъ.

Углубленіе ложа Днѣпра отъ города Дорогобужа до села Радчино, Смоленской губерніи, до того мѣста, гдѣ въ руслѣ обнажаются пласты песчанниковъ, т. е. отъ 215 до 311 версты теченія рѣки, вообще незначительно и общее распределеніе глубинъ по стрежню очень неравномѣрно, вслѣдствіе чего довольно затруднительно указать, такъ сказать, на среднюю величину углубленія. На этомъ участкѣ часто попадаются ямы, въ которыхъ глубина, при низкомъ горизонтѣ воды въ рѣкѣ *) достигаетъ до 1,5 и 2 сажень и почти рядомъ съ ними образовались броды, покрытые водою не болѣе какъ на 0,2 или на 0,3 сажени.

Противъ села Радчино, на протяженіи немного болѣе одной версты, обнажаются пласты песчанниковъ, которые значительно возвышаютъ дно рѣки, такъ что углубленіе по стрежню мѣстами еле достигаетъ до 0,15 сажени; но такъ какъ Днѣпръ имѣетъ здѣсь ширину болѣе чѣмъ вдвое, сравнительно съ мѣстами, выше и ниже лежащими (ширина около 50 сажень), то перепада водъ почти не существуетъ и теченіе рѣки не особенно быстро.

Отъ с. Радчино углубленіе рѣки становится постепенно равномернѣе и хотя въ началѣ до д. Верхніе Немикари встрѣчаются воронкообразныя ямы, въ которыхъ глубина превышаетъ 4 сажени, и рядомъ съ ними возвышенія, покрытыя водою не болѣе какъ на 0,3 сажени, но средняя глубина въ большинствѣ случаевъ превышаетъ 1,5 саж. Отъ села же Верхніе Немикари до города Смо-

*) При указаніи углубленія рѣки Днѣпра, всѣ глубины отнесены къ наиболѣе низкому горизонту, бывшему въ 1876 году.

Отъ гор. Смоленска до небольшого порога *Кобеляки*, находящагося на 528 верстѣ теченія Днѣпра, углубленіе русла отъ 0,8 до 1,8 саж., хотя мѣстами существуютъ небольшія возвышенія дна, покрытыя водою на 0,5 саж. На этомъ участкѣ рѣки, отъ 422 версты (въ 3-хъ верстахъ выше впаденія р. Катыни), начинаютъ постепенно все болѣе и болѣе попадаться массы эрратическихъ валуновъ, которые, по мѣрѣ приближенія къ порогу *Кобеляки* и далѣе до мѣстечка *Шклова*, на 574 верстѣ перемѣшиваются съ большими обломками песчаниковъ и округленными известняками. Наибольшее количество этихъ камней, загромаждающихъ русло Днѣпра сплошными грядами, существуетъ между дер. Гончаровой (на 491 верстѣ) и порогомъ *Кобеляки*.

до 1,8 саж., хотя мѣстами существуютъ небольшія возвышенія дна, покрытыя водою на 0,5 саж. На этомъ участкѣ рѣки, отъ 422 версты (въ 3-хъ верстахъ выше впаденія р. Катыни), начинаютъ постепенно все болѣе и болѣе попадаться массы эрратическихъ валуновъ, которые, по мѣрѣ приближенія къ порогу *Кобеляки* и далѣе до мѣстечка *Шклова*, на 574 верстѣ перемѣшиваются съ большими обломками песчаниковъ и округленными известняками. Наибольшее количество этихъ камней, загромаждающихъ русло Днѣпра сплошными грядами, существуетъ между дер. Гончаровой (на 491 верстѣ) и порогомъ *Кобеляки*.

Порогъ *Кобеляки* образовался, какъ уже было сказано, въ геогностическомъ очеркѣ, отъ пересѣченія всего русла Днѣпра пластами песчаниковъ. Общая длина всего порога около 145 сажень и онъ состоитъ изъ двухъ частей, изъ которыхъ въ верхней сплошные пласты песчаниковъ пересѣкаютъ все русло на протяженіи около 45 сажень, а затѣмъ слѣдуетъ остальная его часть, загромажденная осколками этихъ песчаниковъ, известняками и занесенными сюда валунами. Русло рѣки въ порогѣ, при низкомъ горизонтѣ водъ, очень сужено, такъ что ширина его всего отъ 10 до 15 сажень (выше и ниже порога ширина рѣки отъ 46 до 50 сажень) и глубина по стрежню — отъ 0,3 до 0,5 саж. Общее паденіе рѣки въ порогѣ *Кобеляки*, по нивелировке днѣпровской описной партіи, оказалось 0,22 саж., что даетъ уклонъ 0,0015; наибольшая же найденная скорость теченія была 0,682 сажени въ одну секунду времени.

Ниже порога *Кобеляки* до города *Могилева*, до 620 версты, русло Днѣпра усѣяно множествомъ мелководныхъ мѣстъ, въ осо-

бенности до города Копыся, до 574 версты, покрытыхъ водою отъ 0,3 до 0,6 саж.; въ болѣе же глубокихъ частяхъ рѣки углубленіе русла не превышаетъ 1,5 саж. Причина мелководія этого участка рѣки заключается въ доломитовыхъ известнякахъ, обнажающихся сплошными пластами почти во всемъ ложѣ рѣки. На 549 верстѣ въ этомъ участкѣ Днѣпра, противъ кафельнаго завода Сметанки, образовался крутой поворотъ, въ которомъ рѣка суживается до 15 сажень; глубина же немного ниже этого поворота всего около 0,4 сажени.

Между городами Могилевомъ и Рогачевомъ, отъ 620 до 797 версты, углубленія рѣки сравнительно менѣе измѣнчивы, хотя и здѣсь мѣстами существуютъ возвышенія дна, покрытыя водою на 0,3 и 0,4 сажени; наибольшее же углубленіе русла доходитъ до 3-хъ саж.

Въ этомъ участкѣ Днѣпра, въ 23 верстахъ ниже гор. Старый-Быховъ, на 698—704,5 верстахъ, находится *Таймановскій крючекъ*, наиболѣе извилистая верхняя часть котораго образуетъ *Шаленый крючекъ*. Ширина русла въ этомъ послѣднемъ крючкѣ всего около 15 сажень и наименьшая глубина—0,45 саж. Таймановскій крючекъ, вслѣдствіе своей извилистости и мелководія, считается наиболѣе неудобнымъ мѣстомъ для судоходства, въ участкѣ Днѣпра, между городами Могилевомъ и Рогачевомъ.

Отъ гор. Рогачева до впаденія рѣки Березины, до 901 версты, углубленіе русла Днѣпра, за исключеніемъ нѣсколькихъ мелководныхъ мѣстъ, колеблется въ предѣлахъ отъ 0,7 до 2,5 саж. Здѣсь наиболѣе неудобныя мѣста для судоходства представляютъ мели, образовавшіяся у д. Нижней Олбы, на 881,6 и 884,6 верст., гдѣ, при глубинѣ въ 0,5 и 0,6 саж., существуетъ довольно значительная скорость теченія.

Ниже впаденія рѣки Березины до устья рѣки Припяти, т. е. отъ 901 до 1145 версты теченія Днѣпра, углубленіе русла постепенно возрастаетъ, достигая до 3,5 саж., мѣстами же попадаетъ и болѣе 6 саж., какъ напр. у д. Глушець на 910 верстѣ и на 1013 верстѣ, въ одной верстѣ выше впаденія р. Сожа. Попадающіяся мелководныя мѣста въ этомъ участкѣ рѣки почти вездѣ имѣютъ глубину, которая при низкомъ горизонтѣ водъ болѣе 0,6 саж., и всѣ они не представляютъ особенныхъ затрудненій для слѣдованія судовъ, за исключеніемъ *Рогачевской мели*, на 1081 верстѣ, гдѣ хотя наименьшая найденная глубина 0,7 саж., но значительное ея протяженіе (около версты) и извилистость положенія стрежня препятствуютъ свободному проходу судовъ.

Отъ устья р. Припяти до гор. Кіева, до 1245 версты, за исключеніемъ мелей у с. Вышгорода, углубленіе ложа рѣки—отъ 1,1 до 3,9 саж., хотя и на этомъ участкѣ, какъ и на всѣхъ предшествующихъ, встрѣчаются небольшія мели *осередки*, расположенныя такъ, что по обѣ ихъ стороны существуютъ болѣе глубокіе проходы, чрезъ которые суда могутъ свободно совершать плаваніе.

Въ участкѣ Днѣпра, между городами Кіевомъ и Черкассами, отъ 1245 до 1435 версты, углубленіе русла рѣки колеблется въ предѣлахъ отъ 1 до 5,5 саж. Наболѣе неудобное мѣсто для судоходства представляютъ такъ называемыя *Вишенскія мели*, противъ с. Вишенки, гдѣ фарватеръ очень сѣуженъ, извилистъ и, при низкомъ горизонтѣ водъ въ рѣкѣ, глубина на стрежнѣ всего 0,7 саж. Кромѣ этихъ мелей на 1349 верстѣ, у с. Трахтомирова, въ русло рѣки съ правой стороны врѣзываются массы обнажившихся песчаниковъ, которые засоряютъ часть ложа, образуя въ этомъ мѣстѣ небольшую *забору* *)

Ниже города Черкасы до Кременчуга, до 1565 версты, глубина въ рѣкѣ по стрежню, не считая трехъ переваловъ: выше с. Табурище—на 1546,5 верстѣ, у д. Самусевки—на 1554,8 верстѣ и немного выше гор. Кременчуга—на 1561,5 верстѣ, колеблется въ предѣлахъ отъ 1,05 до 3,8 саж. Въ этомъ участкѣ, начиная отъ с. Табурище, мѣстами обнажаются массы кристаллическихъ породъ гранитной степи, которыя, врѣзываясь въ русло, образуютъ у этого села, у д. Самусевки и, въ особенности, у самого гор. Кременчуга, отъ 1562 до 1566 версты, рядъ заборъ, препятствующихъ свободному судоходству по Днѣпру.

Наболѣе неудобное мѣсто для подхода судовъ представляется то, гдѣ устроена пристань общества пароходства по Днѣпру. Пристань эта, находясь за небольшимъ скалистымъ островкомъ, у лѣваго берега, имѣетъ входъ, засоренный подводными камнями, оставшимися отъ прежде бывшей здѣсь перемычки, соединявшей лѣвый берегъ съ островомъ **). Эти камни, засоряя подходъ къ берегу, во время мелководія настолько затрудняютъ плаваніе, что пароходы принуждены останавливаться у острова, поддерживая съ нимъ сообщеніе посредствомъ паромовъ.

*) Если твердыя массы кристаллическихъ породъ, врѣзываясь въ русло Днѣпра, заграждаютъ его только съ одной стороны, оставляя съ другой довольно глубокій проходъ, то возвышенная часть рѣки, засоренная камнями, называется *заборою*.

**) Въ продолженіи лѣта 1882 года, общество пароходства по Днѣпру разобрало часть этой перемычки, цѣль и время сооруженія которой неизвѣстны.

Отъ гор. Кременчуга, внизъ по теченію рѣки, до гор. Екатеринослава, т. е. до 1720 версты, русло Днѣпра, въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ оно не заграждено обнажившимися массами кристаллическихъ породъ, образующихъ заборы, и гдѣ не существуетъ переваловъ, имѣетъ глубину, по стрежню, отъ 1,1 до 4,2 саж. На этомъ участкѣ Днѣпра, на перевалахъ, глубина уменьшается до 0,5 и 0,6 саж. Перевалы эти существуютъ: ниже хутора Редуты, у с. Дерьевки, у м-ка Переволочны и с. Тарамскаго. Этотъ послѣдній перевалъ, находящійся въ 20 верстахъ выше гор. Екатеринослава, на 1700 верстѣ, наиболѣе неудобенъ для судоходства, по мелководію и извилистости очень суженнаго фарватера.

Общее число заборъ, находящихся на протяженіи этихъ послѣднихъ 155 верстъ, доходитъ до двѣнадцати, между которыми наиболѣе неудобными въ судоходномъ отношеніи представляются: забора, находящаяся у хутора Редуты, на 1578,2 верстѣ, которая тянется на протяженіи около одной версты; забора, находящаяся у хутора Заборы (около поселка Аулы), на 1675 верстѣ, для обхода которой судамъ приходится слѣдовать по рукаву, расположенному съ лѣвой стороны, у с. Панькова (ширина входа въ этотъ рукавъ около 70 сажень, глубина же всего, въ малую воду, 0,6 саж.) и забора у с. Новые Кодаки, на 1712,4 верстѣ, гдѣ обнажившіяся массы кристаллическихъ породъ прорѣзываютъ почти все русло и возвышаютъ дно, вслѣдствіе чего образовался небольшой перепадъ воды, увеличивающій скорость теченія до 0,6 саж. въ секунду *).

Чтобы дополнить общій обзоръ колебанія поверхности дна рѣки на всемъ протяженіи между городами Дорогобужемъ и Екатеринославомъ, а также указать, въ какихъ мѣстахъ расположены всѣ препятствія для судоходства по Днѣпру, въ участкѣ выше пороговъ, приведу нижеслѣдующую вѣдомость, въ которой поверстно перечислены мели, перевалы, перекаты, каменные гряды и заборы, затрудняющіе свободный проходъ судовъ, во время спада весеннихъ водъ. Кромѣ того, въ этой вѣдомости приведена наименьшая глубина, оказавшаяся на стрежнѣ, по изслѣдованіямъ днѣпровской описной партіи, произведеннымъ въ 1875—80 годахъ. Не лишнимъ считаю напомнить, что всѣ углубленія Днѣпра въ участкѣ рѣки,

*) Всѣ выдѣляющіеся отдѣльные подводные камни на фарватерѣ въ этой послѣдней заборѣ, по распоряженію министерства путей сообщенія, были, въ продолженіи навигаціи 1882 года, разорваны посредствомъ дивамита и подняты со дна рѣки.

находящемся выше пороговъ, приведены къ самому низкому горизонту водъ, бывшему въ продолженіи навигаціи 1876 года. Горизонтъ этотъ, хотя и не самый низкій изъ всѣхъ, наблюдавшихся въ продолженіи послѣднихъ 20 лѣтъ, но такъ какъ до 1876 года наблюденія производились не на всемъ протяженіи Днѣпра, а только въ нѣкоторыхъ мѣстахъ, какъ напримѣръ у м-ка Лоева, у города Кіева и у с. Лоцманская Каменка (ниже города Екатеринослава), то наблюденія эти слишкомъ недостаточны для приведенія всѣхъ глубинъ къ наиболѣе низкому, замѣченному горизонту *).

Поверстная перечень

мелей, переваловъ **), перекатовъ, каменныхъ грядъ и заборъ, находящихся въ Днѣпрѣ на всемъ протяженіи отъ города Дорогобужа до Екатеринослава, т. е. отъ 215 до 1720 версты.

Версты отъ истока.	Препятствія для судоходства съ обозначеніемъ мѣстъ ихъ нахожденія.	Углубленіе стрѣжны рѣки въ саж.
215	Отъ моста города Дорогобужа, на протяженіи полуверсты находятся <i>два мелководныя мѣста</i> .	0,18
217,5	Противъ впаденія р. Искожи, поперекъ всей рѣки <i>мель</i> , длиною 30 саж.	0,18
228,2	Въ 160 саженьяхъ ниже впаденія р. Ростовки, поперекъ всего русла <i>мель</i> , длиною 90 саж.	0,25
231,3	У парома с. Бизюково, <i>мелководное мѣсто</i> , на протяженіи 19 саж.	0,17
235,5	Противъ д. Киселева, поперекъ всего русла <i>мель</i> , длиною около 40 саж.	0,30
238,1	Противъ д. Кузнецова, на протяженіи 70 саж., поперекъ всего русла <i>мель</i> .	0,20
242,9	Противъ д. Старое Шевелево, поперекъ всего русла <i>мель</i> , на протяженіи около 150 саж.	0,28
243,5	Противъ господскаго дома Шевелева, поперекъ всего русла <i>мель</i> , на 50 саж., и <i>гряда камней</i> .	0,32
266,1	Въ 2,5 верстахъ выше впаденія р. Великой, поперекъ всего русла <i>мель</i> , длиною 25 саж.	0,20
286,8	Отъ этого мѣста, противъ д. Буянова, и ниже до 288,9 версты <i>три мелководныя мѣста</i> .	0,18

*) До сихъ поръ еще не существуетъ вполне опредѣленнаго и вѣрнаго способа, посредствомъ котораго можетъ быть произведенъ переводъ углубленія рѣки отъ одного горизонта къ другому, въ мѣстахъ, расположенныхъ между двумя водомѣрными рейками, на которыхъ производятся наблюденія надъ измѣненіями этого горизонта.

**) Перевалы перечислены только тѣ, въ которыхъ образовались мели, расположенныя наискось (подъ нѣкоторымъ угломъ) всего русла рѣки.

Версты отъ истока.	Препятствія для судоходства съ обозначеніемъ мѣстъ ихъ нахожденія.	Углубленіе стрѣжня рѣки въ саж.
293,2	Ниже Соловьева перевоза, поперекъ всего русла <i>мель</i> , на протяженіи около 100 саж.	0,22
296,7	Въ 100 саженьяхъ выше впаденія р. Устромъ, поперекъ рѣки <i>мель</i> , длиною около 270 саж.	0,20
297,9	Въ одной верстѣ ниже впаденія р. Устромъ, поперекъ всей рѣки <i>мель</i> на 57 саж.	0,20
303,9	Въ полуверстѣ ниже парома Подолякъ, поперекъ всего русла <i>мель</i> , на протяженіи около 100 саж.	0,30
306,3	Противъ впаденія Водвы, находится <i>мель</i> , длина которой около 80 саж.	0,15
311,9	Отъ хутора Логунова до с. Радчино, на протяженіи одной версты <i>рядъ каменныхъ грядъ</i> , пересекающихъ все русло	0,15
313,0	У г. д. Головино, на протяженіи около одной версты, <i>мелкое мѣсто</i> , по срединѣ котораго, на 313,5 верстѣ, <i>скала и гряды камней</i>	0,15
324,5	Въ 200 саженьяхъ ниже впаденія р. Хмости, по срединѣ русла <i>гряда камней</i>	0,50
334,6	Въ 50 саженьяхъ ниже предшествующаго мѣста, у лѣваго берега <i>гряда камней</i>	1,10
335,8	Ниже деревни Собшино, у лѣваго берега <i>гряда камней</i>	0,56
337,5	Противъ д. Подберезники, по срединѣ русла рѣки <i>гряда камней</i>	0,36
339,5	Въ 250 саженьяхъ выше парома д. Бѣлчевицы, по срединѣ рѣки <i>гряда камней</i>	0,61
399,7	Отъ этого мѣста до 400,5 версты, <i>нѣсколько рядовъ свай</i> отъ прежнихъ мостовъ города Смоленска и <i>мели</i>	0,25
417,1	Въ 60 саженьяхъ ниже впаденія р. Вольши, по срединѣ рѣки <i>мель</i> , глубина на которой 0,29 саж. Мѣсто это называется „Остия Луни“.	0,79
422,5	Противъ д. Борокъ, по срединѣ русла рѣки <i>гряда подводныхъ камней</i>	0,80
425,3	Въ 250 саженьяхъ выше впаденія р. Катынки, у праваго берега <i>гряда камней</i>	0,65
429,9	Въ 50 саженьяхъ ниже впаденія р. Уфиня, у лѣваго берега <i>гряда камней</i>	0,97
434,0	Въ одной верстѣ выше впаденія р. Дроздовки, у лѣваго берега <i>гряда камней</i>	0,65
437,0	Противъ д. Горбачи, у лѣваго берега <i>гряда камней</i>	0,87
437,5	Въ полуверстѣ выше д. Торкановка, у лѣваго берега находится <i>камень</i>	1,49
439,7	Въ 75 саженьяхъ выше впаденія р. Велейки, по срединѣ рѣки <i>подводный камень</i> ; наибольшая глубина у праваго берега.	0,77

Версты отъ истока.	Препятствія для судоходства съ обозначеніемъ мѣстъ ихъ нахожденія.	Углубленіе стрѣжня рѣки въ саж.
440,5	Въ одной верстѣ ниже дер. Корынщина, на протяженіи около 160 саж. все русло рѣки <i>устяно камнями</i>	0,71
441,1	Въ полуверстѣ выше д. Кузино, у обоихъ береговъ <i>небольшая гряда камней</i>	1,80
441,5	Противъ д. Кузино, у праваго берега <i>гряда камней</i>	0,83
441,7	Противъ той же деревни отъ праваго берега <i>гряда камней</i> , которая доходитъ до середины рѣки	0,90
442,4	Въ одной верстѣ выше впаденія р. Ветлина, у праваго берега <i>большой камень</i>	1,09
442,9	Въ 250 саженьхъ выше впаденія р. Ветлины, на крутомъ поворотѣ Днѣпра, у обоихъ береговъ <i>гряды камней</i>	1,12
443,7	Въ полуверстѣ выше с. Сырокореніе, по серединѣ русла рѣки <i>гряда камней</i> , на протяженіи 125 сажень, наибольшая глубина ближе къ правому берегу	0,69
444,2	Въ 55 саженьхъ выше парома с. Сырокореніе, по серединѣ рѣки находится небольшой островъ, отъ котораго идетъ <i>гряда камней</i> вплоть до праваго берега	1,14
449,3	Противъ впаденія р. Дубровенки, у лѣваго берега <i>гряда камней</i>	0,98
469,7	Въ 60 саженьхъ ниже впаденія р. Мереи, находится <i>гряда камней</i>	0,88
485,5	Противъ дер. Горявы, у лѣваго берега <i>гряда камней</i>	1,77
486,2	Противъ д. Горшекова, у праваго берега <i>гряда камней</i>	1,35
486,7	Противъ д. Сарвиры, у обоихъ береговъ <i>гряды камней</i>	1,18
489,0	Противъ дер. Коруны, у лѣваго берега <i>гряда камней</i>	1,30
490,5	На протяженіи одной версты, вплоть до д. Гончарова, все русло рѣки <i>сплошь устяно подводными и надводными камнями</i>	0,71
492,5	Противъ м-ка Россасна, у праваго берега <i>гряда камней</i> , которая тянется на 300 саж.	1,58
493,1	Отъ впаденія р. Россасенки, на протяженіи около 300 саж., у лѣваго берега <i>сплошная гряда камней</i>	0,80
494,3	По серединѣ рѣки <i>гряда подводныхъ камней</i> , у обоихъ береговъ глубина болѣе сажени	1,09
495,6	Выше с. Новое Тухиня, по серединѣ рѣки находится островъ, отъ котораго къ лѣвому берегу идетъ <i>сплошная гряда камней</i>	1,05
496,9	Противъ дер. Ивановщина, у праваго берега <i>гряда камней</i>	1,28

Версты отъ истока.	Препятствія для судоходства съ обозначеніемъ мѣстъ ихъ нахожденія.	Углубленіе стрѣжня рѣки въ саж.
498,5	Въ одной верстѣ выше д. Горманы, у лѣваго берега <i>гряда камней</i>	1,11
499,3	Прогивъ д. Горманы, по срединѣ русла рѣки <i>большой камень</i> ; наибольшая глубина у праваго берега	1,11
499,5	Противъ фольварка Холевье, по срединѣ русла рѣки <i>большая гряда камней</i> ; наибольшая глубина у праваго берега	1,09
499,9	Въ 20 саженьяхъ ниже паромъ д. Горманы, у лѣваго берега <i>гряда камней</i>	1,50
500,6	Въ 370 саж. ниже паромъ д. Горманы, по срединѣ рѣки находится островъ, между которымъ и правымъ берегомъ <i>сплошная гряда камней</i>	0,72
500,9	У обонхъ береговъ рѣки находятся <i>сплошныя гряды камней</i> , которыя тянутся на протяженіи 3,5 верстѣ. Эти гряды состоятъ изъ четырехъ группъ, между которыми первыя извѣстны подъ названіемъ <i>трехъ братьевъ</i> , а послѣднія, находящаяся въ самомъ поворотѣ Днѣпра, носить названіе <i>„прокопъ“</i>	0,86
505,9	Въ 3-хъ верстахъ выше Свиной слободы, у лѣваго берега <i>сплошная гряда камней</i> , на протяженіи около 300 саж.	0,80
507,6	У лѣваго берега <i>гряда камней</i> тянется на протяженіи около 80 саж.	1,20
507,8	Въ 400 саженьяхъ выше впаденія р. Свиной находится островъ; у лѣваго берега ниже этого острова находится <i>гряда камней</i> . Наибольшая глубина между островомъ и лѣвымъ берегомъ	0,68
508,7	Противъ Свиной слободы <i>гряда камней</i> , носящихъ названіе <i>„свинаго мѣста“</i>	0,87
510,4	Ниже м-ка Дубровны у праваго берега <i>гряда камней</i> , носящая названіе <i>„бычекъ“</i>	1,28
510,6	У обонхъ береговъ небольшія <i>гряды камней</i>	1,21
511,4	Въ одной верстѣ ниже впаденія р. Дубровенки, у лѣваго берега <i>нѣсколько грядъ камней</i> , которыя тянутся на протяженіи около 50 саж.	0,70
511,7	Противъ д. Чижевки, по срединѣ русла рѣки <i>гряда камней</i> , на протяженіи 20 саж.	0,90
516,3	Ниже д. Логовцы, по срединѣ рѣки <i>гряда камней</i> , временно покрывающихся водою	0,70
517,9	Подлѣ д. Гатьковщина, находится <i>гряда подводныхъ камней</i> , между которыми одинъ временно покрывающійся водою. Каменья эти лежатъ по срединѣ русла.	0,85
522,2	Въ 1,5 верстѣ ниже фольварка Бористеновъ (Будаева), у праваго берега находятся <i>двѣ гряды камней</i> , общая длина которыхъ около 75 саж.	1,20
522,5	Въ полуверстѣ выше д. Гуры, у лѣваго берега лежитъ временно покрывающійся водою камень	1,00

Версты отъ истока.	Препятствія для судоходства съ обозначеніемъ мѣстъ ихъ нахожденія.	Углубленіе стрѣжня рѣки въ саж.
564,8	Противъ г. Копыся, по срединѣ русла рѣки <i>мель</i> , глубина на которой 0,28 саж.; наибольшая глубина ближе къ правому берегу.	0,40
567,2	Въ полутора верстѣ ниже города Копыся, у лѣваго берега <i>гряда камней</i>	0,52
570,5	Противъ д. Слободки, у праваго берега <i>гряда камней</i>	1,30
571,8	Противъ фольварка Семеновка, у праваго берега <i>гряда камней</i>	0,51
572,4	Немного выше м-ка Шклова, у берега <i>гряда камней</i>	1,10
572,8	По срединѣ рѣки <i>мель</i> , глубина на которой 0,25 саж.; стрѣжень рѣки у лѣваго берега.	0,40
574,0	Противъ м-ка Шклова, ниже парома, русло рѣки расширено до 120 саж. и по срединѣ находится островъ, по обѣ стороны котораго <i>мели</i> ; наибольшая глубина у лѣваго берега.	0,30
574,9	Между м. Шкловымъ и предмѣстьемъ Рыско- вичи, у праваго берега <i>гряда камней</i>	0,72
578,5	Противъ дер. Даньковичи, у праваго берега <i>гряда камней</i>	0,45
580,2	Немного выше впаденія р. Дѣдва, небольшая <i>мель</i> , глубина на которой 0,30 саж.; наибольшая глубина у лѣваго берега.	0,42
581,2	У праваго берега <i>гряда камней</i>	0,69
607,0	Ниже парома д. Половино-Логъ, по срединѣ русла рѣки <i>мель</i> , глубина на которой 0,32 саж.; фарватеръ у лѣваго берега.	1,10
608,8	Ниже господскаго дома Любежъ по срединѣ русла рѣки <i>мель</i> , глубина на которой 0,35 саж.; фарватеръ у лѣваго берега.	0,70
614,0	Противъ архерейскихъ пунъ <i>перевалъ</i> съ пра- ваго берега на лѣвый.	0,45
616,6	Отъ этого мѣста до 617,2 по срединѣ русла рѣки <i>мели</i> , глубина на которыхъ мѣстами всего 0,28 саж.; фарватеръ у праваго берега.	0,35
620,1	Противъ г. Могилева, у праваго берега <i>гряда камней</i> , по срединѣ же русла <i>мель</i> , на которой глубина 0,25 саж.; фарватеръ идетъ между этою мелью и грядою.	0,60
620,4	По срединѣ русла рѣки <i>мель</i> , глубина на ко- торой 0,28 саж.; фарватеръ ближе къ лѣвому бе- регу.	0,45
624,2	Противъ м-ка Буйничи, по срединѣ русла рѣки <i>мель</i> , глубина на которой 0,24 саж.; фарва- теръ у праваго берега.	0,90
646,2	Ниже д. Стайки, поперекъ всего русла <i>мель</i> (<i>перекатъ</i>), длиною около 70 саж.	0,39

Версты отъ истока.	Препятствія для судоходства съ обозначеніемъ мѣстъ ихъ нахожденія.	Углубленіе стрѣжня рѣки въ саж.
674,0	Немного выше впаденія р. Сѣдичи, выше гор. Старый Быховъ, <i>мель</i> по срединѣ русла, глубина на которой 0,30 саж.; фарватеръ у лѣваго берега	0,66
692,7	Немного выше д. Приборъ <i>мель</i> поперекъ всего русла (перекатъ), длиною 105 саж.	0,55
707,0	Ниже Таймановскаго крючка, у парома, <i>перекатъ</i> длиною около 50 саж.	0,41
708,2	Поперекъ всего русла рѣки <i>мель</i> , длиною 20 саж.	0,32
714,3	Выше м-ка Новый Быховъ, по срединѣ рѣки островъ, по обѣ стороны котораго <i>мели</i> ; фарватеръ между островомъ и правымъ берегомъ . . .	0,33
722,7	Выше д. Лазаревичи, поперекъ всей рѣки <i>мель</i> , длиною 35 сажень; фарватеръ между песчанымъ островомъ и лѣвымъ берегомъ	0,57
740,6	У впаденія р. Тошицы <i>мель</i> , на протяженіи 230 саж.	0,45
749,8	Выше с. Кистени, на протяженіи около 60 саж., поперекъ всей рѣки <i>мель</i>	0,43
752,8	Противъ с. Кистени <i>мелкое мѣсто</i> , на протяженіи около 75 саж.	0,35
757,0	У д. Вищина <i>мель</i> поперекъ всей рѣки, на протяженіи 90 саж.	0,45
770,1	У конца Луки с. Годиловичи, поперекъ всего русла рѣки <i>мель</i> , длиною около 150 саж.	0,45
792,9	Выше г. Рогачева, на протяженіи около полуверсты <i>мель</i>	0,40
806,0	Ниже с. Лучина по срединѣ рѣки <i>мель</i> , глубина на которой 0,28; фарватеръ между мелью и правымъ берегомъ	1,1
881,6	У конца Луки, находящейся выше д. Нижняя Олба, <i>перевалъ</i> съ праваго берега на лѣвый; фарватеръ извилистъ.	0,60
884,6	Противъ д. Нижняя Олба, поперекъ всей рѣки <i>мель (перекатъ)</i> , общая длина котораго около 130 саж.	0,50
890,0	Выше д. Смычекъ, поперекъ всей рѣки <i>мель</i> и фарватеръ извилистъ	0,62
904,4	Около Береговой Слободы <i>перевалъ</i> съ праваго берега на лѣвый	0,65
915,0	Ниже д. Урочища <i>отмель</i> отъ праваго берега, обхватываетъ двѣ трети русла; фарватеръ у лѣваго берега	0,82
944,5	Противъ с. Засы <i>мелкое мѣсто</i>	0,82
967,0	Ниже д. Колчинъ находится островъ, по обѣ стороны котораго <i>мели</i> ; фарватеръ между островомъ и правымъ берегомъ.	0,67
993,2	У господскаго дома Судкова, по срединѣ русла рѣки <i>мель</i> , длиною около 130 саж., на которой глубина 0,34 саж.; фарватеръ у праваго берега .	1,00

Версты отъ истока.	Препятствія для судоходства съ обозначеніемъ мѣстъ ихъ нахождения.	Углубленіе стрежня рѣки въ саж.
1013,9	Немного выше впаденія р. Сожи, по серединѣ русла рѣки <i>мель</i> , длиною около 200 саж., глубина на которой 0,38 саж.; фарватеръ у лѣваго берега	1,10
1032,0	Противъ с. Радуля, поперекъ всей рѣки <i>мель</i> , длиною около 160 саж.; фарватеръ извилистъ и ближе къ лѣвому берегу	0,82
1033,4	<i>Перевалъ</i> съ лѣваго берега на правый.	0,79
1036,0	<i>Перевалъ</i> съ праваго берега на лѣвый, противъ д. Новоселки.	0,95
1042,9	Отъ этого мѣста до 1045,1 (до дер. Змѣи), въ руслѣ рѣки обнажаются мѣстами <i>массы песчанниковъ</i> , которыя <i>возвышаютъ дно</i> , отчего глубина уменьшается до 0,8 саж. Фарватеръ до 1045 версты идетъ у праваго берега, а съ этого мѣста <i>переваливаетъ</i> на лѣвый	1,05
1046,3	Въ одной верстѣ ниже д. Змѣи, <i>перевалъ</i> съ лѣваго берега на правый	0,75
1056,1	Ниже д. Кукары, <i>перевалъ</i> съ лѣваго берега на правый	0,80
1057,4	<i>Перевалъ</i> съ праваго берега на лѣвый	0,87
1080,1	Отъ этого мѣста на протяженіи 1,3 версты находится, такъ называемая, <i>Копачевская мель</i> , въ которой фарватеръ <i>переваливаетъ</i> на лѣвый берегъ и ширина его всего около 30 саж.	0,70
1091,0	Въ 40 саженьяхъ отъ лѣваго берега находится <i>мель</i> , глубина на которой 0,54; фарватеръ между мелью и лѣвымъ берегомъ	1,90
1093,1	Въ 2-хъ верстахъ выше м-ка Комарина, на серединѣ рѣки островъ, по лѣвую сторону котораго <i>мель</i> ; фарватеръ у праваго берега	1,42
1110,3	Противъ с. Навозъ, отъ праваго берега тянется <i>отмель</i> до половины рѣки	1,38
1118,6	Ниже хутора Прохоровка, по серединѣ рѣки <i>мель</i> , длиною около 180 саж., глубина на которой 0,28 саж.; фарватеръ между мелью и островомъ	1,00
1122,0	<i>Перевалъ</i> съ лѣваго берега на правый	0,70
1133,5	Противъ д. Теремцы находится островъ и <i>мель</i> , длиною 450 саж.; глубина на мели 0,28 саж.; фарватеръ между мелью и островомъ	1,05
1145,0	Противъ устья рѣки Припяти, отъ праваго берега въ русло врѣзывается мѣстами <i>обсушная коса</i> , на протяженіи одной версты. Суда, входящія въ Припять, должны спуститься до 1146,5 версты, вдоль лѣваго берега, а за тѣмъ слѣдовать вверхъ у самаго праваго берега, у котораго максимумъ глубины 1,10 саж.	2,15
1162,0	Въ одной верстѣ ниже Домахи, <i>перевалъ</i> съ праваго берега на лѣвый	1,25

Версты отъ истока.	Препятствія для судоходства съ обозначеніемъ мѣстъ ихъ нахожденія.	Углубленіе стрѣжня рѣки въ саж.
1184,7	Ниже д. Толокуны, по срединѣ русла рѣки <i>мель</i> , длиною около 120 сажень, на которой глубина 0,40; фарватеръ между мелью и лѣвымъ берегомъ.	1,95
1194,5	Ниже д. Ясногородки, по срединѣ рѣки <i>мель</i> , длиною 42 саж., глубина на которой 0,28 саж.; фарватеръ у лѣваго берега.	2,80
1198,8	Выше с. Тарасовичи, по срединѣ рѣки <i>мель</i> , мѣстами обсушная, которая тянется до 1201 версты; фарватеръ у праваго берега.	1,25
1028,6	Въ рукавѣ Хомуецъ, у с. Тарасовичи, по срединѣ рѣки <i>мель</i> , длиною въ 45 саж., на которой глубина 0,27 саж.; фарватеръ ближе къ правому берегу.	3,20
1208,6	По срединѣ рукава Старый Днѣпръ <i>мель</i> , длина которой около 120 саж., глубина 0,65 саж.; фарватеръ между мелью и лѣвымъ берегомъ рукава.	1,25
1210,0	По срединѣ русла рѣки <i>мель</i> , длиною около 130 саж., глубина на ней 0,24 саж.; фарватеръ между мелью и правымъ берегомъ.	1,25
1215,0	По срединѣ русла рѣки <i>два мели</i> , длиною каждая до 130 саж., глубина на правой 0,70 саж., на лѣвой—0,28 саж.; фарватеръ между ними.	1,20
1223,1	Выше с. Вышгорода длинный <i>перевалъ</i> , около одной версты, съ лѣваго берега на правый.	0,70
1228,1	<i>Перека́тъ</i> , длина котораго около 140 сажень; фарватеръ очень суженъ и извилистъ.	0,60
1232,2	Ниже с. Вышгорода, по срединѣ русла рѣки <i>мель</i> , длина которой около 200 саж., а глубина на ней 0,72. Въ этомъ же мѣстѣ, отъ лѣваго берега отмель, такъ что фарватеръ суженъ до 10 сажень.	1,07
1235,0	Отъ этого мѣста до 1240 версты, вдоль праваго берега <i>отмель</i> , а на 1238 верстѣ по срединѣ рѣки <i>мель</i> , глубина на которой 0,24 саж., фарватеръ у лѣваго берега.	1,50
1258,8	Противъ хутора Мышеловка, ниже г. Кіева, по срединѣ русла рѣки <i>мель</i> , длиною около 120 сажень, глубина на которой 0,36 саж.; фарватеръ ближе къ правому берегу.	1,65
1273,5	Противъ с. Вишненки <i>отмель</i> отъ праваго берега, на крутомъ поворотѣ, заграждаетъ болѣе половины русла и тянется до 1275 версты. Наиболѣе суженная и мелководная часть фарватера въ началѣ на 1274 верстѣ.	1,10
1280,5	По срединѣ рѣки <i>мель</i> , длиною до 220 саж., глубиною мѣстами до 0,75 саж.; фарватеръ у лѣваго берега.	1,38

Версты отъ истока.	Препятствія для судоходства съ обозначеніемъ мѣстъ ихъ нахожденія.	Углубленіе стрѣжня рѣки въ саж.
1288,1	Выше рукава, идущаго около м-ка Триполья, <i>перевалъ</i> съ лѣваго берега на правый; за переваломъ съ лѣвой стороны <i>мель</i> , длиною около 100 сажень, глубина на ней 0,36 саж.	1,24
1291,1	Входъ въ Триполійскій рукавъ <i>мелководенъ</i> ; далѣе на 7 верстѣ этого рукава находится <i>перевалъ</i> съ праваго берега на лѣвый.	0,75
1305,5	<i>Перевалъ</i> отъ острова къ лѣвому берегу . . .	0,47
1307,2	У села Стайки, отъ обоихъ береговъ <i>отмели</i> суживаютъ фарватеръ до 30 саж.	0,95
1311,7	Въ 3-хъ верстахъ ниже с. Стайки по срединѣ рѣки <i>мель</i> , длиною около 200 саж., глубина на ней 0,56 саж.; фарватеръ у праваго берега . . .	1,20
1331,1	Противъ дер. Балки, по срединѣ русла рѣки <i>мель</i> , длиною около 130 саж., глубина на которой 0,27 саж.; фарватеръ у лѣваго берега . . .	1,36
1339,0	<i>Трахтомировская забора</i> находится въ 2-хъ верстахъ ниже м. Ходорова. Обнажившіяся массы песчанниковъ врѣзываются въ русло съ правой стороны на 95 саж.; фарватеръ у лѣваго берега .	1,30
1349,0	Ниже д. Монастырекъ, фарватеръ раздѣляется между <i>мелями</i> и идетъ на протяженіи 2,5 верстѣ у обоихъ береговъ; болѣе глубокий изъ нихъ правый фарватеръ	2,95
1369,6	Выше с. Селище, по срединѣ русла рѣки <i>мель</i> , мѣстами обсушная, длиною около 2,5 верстѣ; фарватеръ по обѣ стороны мели, и болѣе глубокий изъ нихъ лѣвый	1,25
1386,2	Противъ с. Калиберла, ниже г. Канева <i>перевалъ</i> съ праваго берега на лѣвый	2,20
1415,1	Противъ пристани м-ка Мошны, у д. Елизаветовки, почти поперекъ всего русла рѣки <i>мель</i> , длиною около 100 саж. и глубина на ней 0,75 саж.; фарватеръ у праваго берега.	0,86
1417,8	Ниже дер. Секирна, по срединѣ рѣки <i>мель</i> , длиною около 220 саж., глубина на ней 0,28 саж.; фарватеръ у праваго берега	2,50
1431,0	У с. Дахновки, по срединѣ русла рѣки <i>мель</i> , длиною около 200 саж., глубина на которой 0,25 с.; фарватеръ у праваго берега.	1,48
1433,5	Выше г. Черкасы, въ трехъ верстахъ, <i>перевалъ</i> съ лѣваго берега на правый.	2,10
1440,0	Противъ г. Черкасы, у лѣваго берега <i>мель</i> , на которой глубина 0,48 саж.; фарватеръ у праваго берега	0,90
1474,4	Противъ м-ка Ломоватое, по срединѣ рѣки <i>мель</i> , длиною около 180 саж., глубина на которой 0,28 саж.; фарватеръ у праваго берега . . .	1,38
		1,45

Версты отъ истока.	Препятствія для судоходства съ обозначеніемъ мѣстъ ихъ нахожденія.	Углубленіе стрѣжня рѣки въ саж.
1493,0	Противъ дер. Бужинъ, небольшой <i>перекатъ</i> , длиною 50 саж., ниже <i>мель</i> у лѣваго берега, на которой глубина 0,45 саж.	0,90
1506,7	Выше д. Вороновки, по серединѣ рѣки <i>мель</i> , длиною около 120 саж., глубина на которой 0,29 сажень; фарватеръ у лѣваго берега	1,20
1535,6	Противъ Ново-Георгіевска (Крылова), по серединѣ рѣки <i>мель</i> , длиною около 80 саж., на которой глубина 0,25 саж.; фарватеръ у лѣваго берега	1,48
1546,2	Противъ дер. Скобѣевка, <i>перевалъ</i> съ праваго берега на лѣвый	0,50
1550,8	У села Табурище, у праваго берега небольшая <i>каменная забора</i> ; фарватеръ по серединѣ рѣки	1,00
1555,0	Между с. Власовкой и д. Самусевкой островъ, по правую сторону котораго, по фарватеру, находится, поперекъ всего рукава, <i>мель</i> , длиною до 70 саж.	0,62
1557,5	Противъ д. Самусевки, <i>перевалъ</i> съ праваго берега на лѣвый	0,62
1561,2	Въ полутора верстѣ выше г. Кременчуга, <i>перевалъ</i> съ лѣваго берега на правый	0,70
1563,2	Противъ пароходной пристани у гор. Кременчуга находится <i>забора</i> , которая загромождаетъ все русло, вплоть до скалистаго острова. Подходъ къ пристани очень <i>неудобенъ</i>	—
1565,3	Въ 300 саж. выше желѣзнодорожнаго моста г. Кременчуга, у лѣваго берега <i>забора Попова</i> ; фарватеръ по серединѣ рѣки	—
1568,0	<i>Перевалъ</i> съ середины рѣки на лѣвый берегъ; ниже этого мѣста <i>мель</i> , на которой глубина 0,38 сажени.	0,82
1572,1	Противъ с. Демуровки, по серединѣ русла рѣки обнажившаяся <i>скала и гряда камней</i> ; фарватеръ между скалой и лѣвымъ берегомъ.	2,16
1573,2	<i>Мель</i> , ближе къ правому берегу, длиною около 120 саж., глубина на ней 0,21; фарватеръ по серединѣ рѣки	1,45
1578,2	Отъ этого мѣста до 1579,4, противъ хутора Редуты, по обѣ стороны русла и по серединѣ его, <i>обнажаются массы кристаллическихъ породъ</i> ; фарватеръ идетъ между камней и скалъ ближе къ лѣвому берегу.	1,07
1581,9	<i>Забора и перевалъ</i> съ лѣваго берега на правый, противъ с. Троицкаго (Чекаловка)	0,41
1588,5	Ниже д. Коноплянки, <i>перевалъ</i> изъ за острова, съ лѣвой стороны, къ серединѣ рѣки	0,67
1590,5	Противъ м-ка Колеберда находится <i>мель</i> , ближе къ правому берегу, длиною около 150 саж., глубина на которой 0,20 сажень; фарватеръ между мелью и лѣвымъ берегомъ	2,42

Версты отъ истока.	Препятствія для судоходства съ обозначеніемъ мѣстъ ихъ нахожденія.	Углубленіе стрѣжня рѣки въ саж.
1598,4	Противъ с. Деріевки, <i>перевалъ</i> изъ праваго рукава Днѣпра къ серединѣ русла рѣки.	0,45
1599,9	Противъ с. Деріевки, по серединѣ русла рѣки <i>гряды камней</i> : фарватеръ суженъ и идетъ между грядою и правымъ берегомъ. Противъ того же мѣста <i>забора</i> у лѣваго берега.	1,15
1601,5	По серединѣ рѣки <i>гряды камней</i> ; фарватеръ между грядою и правымъ берегомъ.	2,00
1604,0	Противъ с. Куцеволовка, отъ праваго берега до середины рѣки тянется <i>забора</i> ; фарватеръ по серединѣ русла у камней.	1,85
1604,6	Подлѣ лѣваго берега <i>мель</i> , мѣстами обсушная, длина которой около 300 саж.; фарватеръ у праваго берега.	1,08
1609,0	Выше села Солошино, почти поперекъ всего русла <i>мель</i> , длиною около 40 саж.	0,60
1611,0	Въ одной верстѣ выше села Мишуринъ Рогъ, <i>перевалъ</i> съ лѣваго берега на правый; тутъ же небольшая <i>забора</i> отъ праваго берега.	0,90
1612,6	Противъ с. Мишуринъ Рогъ, у праваго берега <i>обнажившіяся массы кристаллическихъ породъ и гряды камней</i>	1,30
1616,2	Противъ м-ка Переволочна, <i>перевалъ</i> съ середины рѣки къ лѣвому берегу.	0,59
1618,8	По серединѣ русла рѣки <i>гряды камней</i> ; фарватеръ между грядою и правымъ берегомъ.	2,35
1632,1	<i>Забора Кривая</i> , въ четырехъ верстахъ выше с. Бородаевки, у лѣваго берега доходитъ до середины русла; фарватеръ между грядами камней.	1,18
1633,6	Въ двухъ съ половиною верстахъ выше села Бородаевки, поперекъ всего русла рѣки <i>мель</i> и отъ праваго берега тянется <i>Аненская забора</i> ; фарватеръ извилистъ и мелководенъ.	0,71
1639,5	Противъ села Бородаевки, по серединѣ рѣки <i>гряды камней и мели</i> ; фарватеръ суженъ и у лѣваго берега.	1,60
1652,6	Противъ д. Домоткань, по серединѣ русла рѣки <i>мель</i> , длиною около 220 саж., на которой глубина 0,28 саж.; фарватеръ суженъ и у лѣваго берега.	1,71
1654,8	Выше г. Верхнеднѣпровска <i>перекатъ</i> длиною 125 сажень.	0,83
1659,0	Противъ слободы Литвиновки, <i>перевалъ</i> съ лѣваго берега на правый.	0,70
1663,0	Противъ д. Александровки (Старка), <i>перевалъ</i> съ середины рѣки къ правому берегу.	0,42
1669,0	Входъ въ Паньковскій рукавъ очень суженъ и мелководенъ.	0,55

Версты отъ истока.	Препятствія для судоходства съ обозначеніемъ мѣстъ ихъ нахожденія.	Углубленіе стрѣжня рѣки въ саж.
1675,1	Въ одной верстѣ ниже с. Надеждино, у хутора, <i>забора</i> , врѣзывающаяся въ русло рѣки съ правой стороны до Москалева острова. Черезъ забору проходить только во время весенняго разлива рѣки, такъ какъ въ малую воду препятствуетъ <i>мель</i> , находящаяся въ одной верстѣ выше заборы. Глубина на мели, въ малую воду, 0,12 саж. . .	—
1681,3	Противъ с. Романьково, на протяженіи около 200 сажень, по серединѣ рѣки <i>мель</i> , на которой глубина 0,65 саж.; фарватеръ у лѣваго берега . .	1,57
1685,9	Выше села Каменское, отъ праваго берега до острова <i>гряда камней</i> ; фарватеръ по лѣвую сторону острова.	1,97
1696,5	Противъ с. Карнауховки <i>переваль</i> съ праваго берега на лѣвый	1,72
1699,1	Противъ с. Тарамское <i>переваль</i> съ лѣваго берега на правый, ниже котораго, по лѣвую сторону, <i>гряда камней</i> ; фарватеръ извилистъ и мелко-воденъ.	0,48
1702,5	Въ полуверстѣ выше с. Сухачевки <i>забора</i> подъ лѣвымъ берегомъ, у праваго берега также <i>камни</i> ; фарватеръ по серединѣ рѣки	1,98
1706,0	Выше хутора Обухова, у лѣваго берега <i>забора</i> ; фарватеръ между заборомъ и островомъ	1,75
1707,9	Противъ с. Діевки, между лѣвымъ берегомъ и островомъ <i>мель</i> ; фарватеръ идетъ у лѣваго берега, черезъ мель	0,56
1711,6	У нижняго конца с. Діевки, <i>переваль</i> съ лѣваго берега на середину рѣки; фарватеръ идетъ между <i>мелями</i>	1,10
1712,4	Противъ с. Новые Кодаки, <i>забора</i> поперекъ всего русла рѣки; фарватеръ находится на серединѣ рѣки	0,59
1714,0	<i>Переваль</i> съ середины рѣки къ лѣвому берегу, между <i>мелями</i> . Переваль этотъ находится ниже песчанаго острова.	0,90
1716,1	Противъ Фабричной слободки, выше г. Екатеринослава, у праваго берега <i>забора</i> ; фарватеръ извилистъ	1,06
1717,1	Противъ гор. Екатеринослава у пароходной пристани, обнажившіяся массы <i>кристаллическихъ породъ</i> , которыя засоряютъ русло на протяженіи одной версты.	—
1720,0	Въ полуверстѣ выше наплавного моста города Екатеринослава, по серединѣ русла, ближе къ лѣвому берегу <i>мель</i> , длина которой около 250 саж., глубина на ней мѣстами 0,06 саж.; стержень рѣки между мелью и лѣвымъ берегомъ.	1,24

Перечисливъ всѣ возвышенія дна рѣки, препятствующія свободному судоходству по Днѣпру на всемъ протяженіи между городами Дорогобужемъ и Екатеринославомъ, считаю необходимымъ замѣтить, что тѣ изъ нихъ, которыя произошли отъ осажденія наносовъ (мели и отмели), не остаются постоянными, а измѣняютъ свое положеніе, въ особенности во время весенняго разлива, когда воды, заливъ всю долину рѣки, при увеличенныхъ скоростяхъ теченія направляются по пути, не всегда соотвѣтствующему положенію русла, по которому онѣ двигаются при спадѣ *).

Кромѣ всѣхъ тѣхъ препятствій для судоходства, которыя перечислены въ вышеприведенной вѣдомости, одно изъ важныхъ неудобствъ плаванія по Днѣпру представляетъ также большое количество *корчей* и *колодъ*, появленіе которыхъ произошло, въ большинствѣ случаевъ, отъ разлитія береговъ рѣки, на которыхъ произрастали дикія деревья, въ настоящее время сваленныя въ русло. Иногда, впрочемъ, появленіе ихъ происходитъ отъ разбитыхъ бурей плотовъ, въ особенности, съ дубовымъ лѣсомъ, который, вслѣдствіе большого своего относительнаго вѣса **), не можетъ свободно держаться на поверхности воды.

Корчи и колоды, попавъ въ русло рѣки, упираются въ дно и засоряются пескомъ и иломъ, но, несмотря на это, они часто измѣняютъ свое положеніе, все болѣе сплавляясь къ устью рѣки или же скапливаясь на мелководіяхъ, образуя на нихъ такъ называемыя *колодливыя мѣста*, которыя иногда до того засоряютъ русло, что плаваніе между ними становится вполне затруднительнымъ и опаснымъ.

*) Такъ какъ измѣненія въ положеніи не только мелей, но и вообще въ очертаніи береговъ р. Днѣпра, совершаются очень быстро, то для опредѣленія времени, къ которому относятся всѣ приведенныя въ вѣдомости положенія мелей, нахожу умѣстнымъ привести предѣлы участковъ рѣки, съ показаніемъ годовъ ихъ изслѣдованія днѣпровско-навигационно-описною партіей.

Изслѣдованія рѣки Днѣпра были начаты въ 1875 году отъ 205 версты теченія рѣки (отъ впаденія р. Осмы) и доведены до 405 версты (въ 5 верстахъ ниже города Смоленска); въ 1876 году они были продолжены до Таймановскаго крючка, т. е. до 698 версты, а въ 1877 году до впаденія р. Сожи, т. е. до 1015 версты. Въ 1878 году изслѣдованія рѣки Днѣпра произведены до 1297 версты, т. е. до мѣстечка Триполья, Киевской губ.; послѣ чего въ 1879 году доведены до мѣстечка Новогеоргіевска (Крылова), т. е. до 1535 версты, и, наконецъ, въ 1880 году прошли мимо города Екатеринослава внизъ по рѣкѣ.

**) Удѣльный или относительный вѣсъ дуба: молодого—0,93, средняго возраста—1,17 и стараго—1,67.

Корчи и колоды разбросаны по всему руслу Днѣпра и на рѣд-кой верстѣ теченія рѣки ихъ не попадается по нѣскольکو, отчего общее ихъ число значительно; однако же, несмотря на ежегодно увеличивающееся ихъ количество, чрезъ новое затопленіе деревь, и вредъ, наносимый ими плавающимъ судамъ, не существуетъ правильной системы очистки русла рѣки отъ нихъ и огражденія его отъ новаго засоренія. Дѣйствительно, еще въ 1863 году, по предписанію министерства путей сообщенія, была произведена подробная опись корчей и колодъ, лежащихъ на днѣ русла Днѣпра и его притоковъ, а въ 1875 году, по журналу кievскаго сѣзда судопромышленниковъ, была предположена сплошная очистка всей рѣки отъ нихъ, но приступлено было къ этимъ работамъ только въ 1878 году на одномъ изъ притоковъ, на рѣкѣ Припяти *); на Днѣпрѣ же, хотя въ нѣкоторыхъ отдѣльныхъ случаяхъ и производится поднятіе ихъ, но вслѣдствіе ограниченности средствъ, которыми располагають производители этихъ работъ **), и отсутствіе правильной системы, обнаруживающаяся польза очень незначительна, тѣмъ болѣе, что засореніе русла вновь сваленными деревьями постоянно продолжается.

Приведеніе въ исполненіе предположенной сплошной очистки русла Днѣпра и его судоходныхъ притоковъ отъ накопившихся десятками лѣтъ корчей и колодъ значительно облегчить плаваніе, но очистка эта должна быть произведена одновременно съ принятіемъ серьезныхъ мѣръ къ прекращенію дальнѣйшаго засоренія русла новыми деревьями, ежегодно сваливаемыми, въ особенности во время весенняго разлива водъ, а также при размывіи береговъ рѣки, т. е. должно быть также обращено вниманіе на естественные бечевники, которые, съ прискорбіемъ надо сознаться, на всемъ протяженіи Днѣпра находятся въ полномъ запущеніи, такъ какъ всѣ дѣла по очисткѣ ихъ ограничиваются только одною перепискою властей, деревья же, сваленныя бурей и непогодою, а также

*) Въ настоящее время на Припяти работы по поднятію со дна рѣки корчей и колодъ почти окончены, но русло этого притока не ограждено отъ новаго засоренія.

**) Очистка русла Днѣпра отъ корчей и колодъ производится подъ наблюдениемъ инспекторовъ судоходства и начальниковъ дистанцій. За каждый поднятый корчъ или колоду и распилку ихъ уплачивается около 3-хъ рублей. Подъемныхъ машинъ, какъ на р. Припяти (съ кранами), не существуетъ и работы производятся въ ручную, поэтому малые корчи и обсохшіе распиливаются, большіе же, наиболѣе опасные, продолжаютъ оставаться въ руслѣ.

подмытыя у береговъ рѣки, остаются неубранными до тѣхъ поръ, пока весенняя вода не свалитъ ихъ въ русло.

Исправное содержаніе естественныхъ бечевниковъ составляетъ обязанность земскихъ учрежденій, а наблюденіе за ними лежитъ на инспекторахъ судоходства и начальникахъ рѣчныхъ дистанцій, которые должны указывать на мѣста, гдѣ необходимо произвести очистку, но, какъ было сказано выше, дѣло ограничивается только наблюденіемъ и перепискою, безъ выполненія дѣйствительно законныхъ требованій рѣчныхъ властей. „Дистанція *) сообщаетъ объ „очисткѣ полицейскимъ правленіямъ, а гдѣ введено земство, то земскимъ управамъ. Эти мѣста предписываютъ отъ себя волостнымъ „правленіямъ, которыя рассылаютъ повѣстки мѣстнымъ владѣльцамъ и сотскимъ по деревнямъ. Этимъ дѣло и ограничивается и „черезъ нѣкоторое время волостныя правленія увѣдомляютъ мѣстнаго станового пристава или управу, что очистка произведена, „хотя къ ней и не приступали. Далѣе по начальству донесеніе объ „успѣхѣ работъ черезъ полицейскія управленія доходитъ до начальниковъ губерній, которые увѣдомляютъ начальниковъ округовъ „путей сообщенія, что очистка произведена. Дистанція рапортуетъ, „что донесеніе это неосновательно; опять слѣдуютъ сношенія въ „нисходящей линіи и опять безуспѣшно“. Очевидно, что если дѣла по очисткѣ бечевниковъ будутъ продолжаться также и въ послѣдующее время, то производство сплошной выемки корчей и колодь со дна русла принесетъ только временную пользу, такъ какъ по прошествіи нѣсколькихъ лѣтъ рѣка окажется вновь засоренной, а слѣдовательно израсходованные значительные капиталы на ихъ поднятіе окажутся бесполезно затраченными.

Чтобы объяснить причину равнодушнаго отношенія прибрежныхъ владѣльцевъ къ требованію рѣчныхъ властей, необходимо вспомнить, что выполненіе этихъ требованій влечетъ за собою значительныя издержки; которыя приходится сдѣлать для дѣла, не приносящаго лично владѣльцамъ какой бы то ни было пользы. А издержки эти, въ особенности для нѣкоторыхъ, въ имѣніяхъ которыхъ рѣка протекаетъ на десятки и даже сотни верстъ, могутъ достигнуть большихъ цифръ; поэтому полагаю, что было бы полезно уменьшить требуемую ширину очищаемого бечевника въ мѣстахъ ненаселенныхъ, съ 10 сажень на половину, но чтобы уменьшеніе это сопровожда-

*) Изъ записки о состояніи Лоевской дистанціи, доставленной инженеромъ Погоскинымъ, бывшимъ ея начальникомъ около 15 лѣтъ.

лось непремѣннымъ выполненіемъ его къ назначенному сроку и послѣдующимъ за тѣмъ исправнымъ содержаніемъ, причемъ за несоблюденіе требованій рѣчныхъ властей производить очистку на счетъ виновнаго. Это облегченіе вполнѣ можетъ быть примѣнено на Днѣпрѣ на томъ основаніи, что вся тяга судовъ производится людьми и лошади нигдѣ не употребляются, разгрузка же судовъ производится только у пристаней, большая часть которыхъ обязана имѣть бечевники шириною только въ 5 сажень.

Н. Моссаковский.

(Продолженіе слѣдуетъ).

РЕГУЛИРОВАНИЕ РѢЧНАГО ТЕЧЕНИЯ

примѣненіемъ системы подводныхъ полузапрудъ*) (épis noués).

(Окончаніе *).

1. Поднятіе уровня низкихъ водъ устройствомъ подводныхъ полузапрудъ въ глубокихъ плесахъ.

Выше мы указали необходимость увеличить уклонъ извѣстныхъ участковъ рѣки, такимъ образомъ, чтобы создать противувѣсъ пониженіямъ, какъ необходимымъ слѣдствіямъ регулированія быстринъ.

Въ выше упомянутой уже статьѣ «Регулированіе Роны» былъ представленъ принципъ системы работъ, которыхъ приложеніе, составлявшее новинку въ то время, проектировалось для уничтоженія слишкомъ глубокихъ плесовъ, которые образуютъ цѣлыя озера и парализуютъ уклонъ на большихъ пространствахъ.

Воспроизводимъ дословно это мѣсто:

«Существуетъ безусловно общее явленіе, что у вогнутыхъ кривыхъ береговъ, достаточно неизмѣняемыхъ, образуются очень глубокіе плесы, которые во время низкихъ водъ не имѣютъ уклона. Объясненіе этого явленія заключается въ слѣдующемъ: если разсматривать струю воды, которая находится въ непосредственномъ соприкосновеніи съ вогнутымъ берегомъ, то эта струя при своемъ движеніи встрѣчаетъ подъ нѣкоторымъ угломъ твердую поверхность берега и отклоняется отъ своего направленія. Сосѣднія струи, которыя встрѣчаютъ первую, испытываютъ то-же самое дѣйствіе. Каковы бы ни были обстоятельства частныхъ дѣйствій, которыя происходятъ отъ соприкосновенія между собою струи воды, окончательное явленіе состоитъ въ томъ, что вся масса воды отклоняется отъ своего первоначальнаго направленія и производитъ на берегъ нѣкоторое

*) См. „Инженеръ“, т. I, кн. 2, за 1884 г.

дѣйствіе съ тѣмъ большимъ напряженіемъ, чѣмъ изогнутѣе кривая и чѣмъ значительнѣе масса отклоняемой воды. Если берегъ представляетъ собою недостаточное сопротивленіе, то онъ уступаетъ и разрушается, если-же берегъ неизмѣняемъ, то сила воды обращаетъ свое дѣйствіе на подвижное дно и производитъ размывъ, а слѣдовательно образованіе углубленія.“

„Если разсматривать вогнутую кривую линію *QPA MN* (черт. 5), образуемую прочнымъ берегомъ и возвышающимся на 4 или 5 метровъ надъ низкимъ горизонтомъ, то можно быть увѣреннымъ (всѣ примѣры эти подтверждаютъ), что у подошвы этого берега имѣется глубокая впадина.“

„Поперечная профиль дна, напримѣръ, по направленію линіи *ABC*, будетъ имѣть форму, подобную изображенной въ разрѣзѣ *AJKHOG*.“

„Каково бы то ни было состояніе водъ, даже при самомъ низкомъ горизонтѣ, отъ отраженія струй теченія отъ вогнутаго берега будетъ получаться размывающая сила, которая все болѣе и болѣе будетъ увеличиваться по мѣрѣ того, какъ вода будетъ подниматься выше. Въ то время, какъ вода достигнетъ горизонта *VA*, т. е. до края берега, ускореніе, если можно такъ выразиться, этой силы достигнетъ своего максимумъа, а когда наступитъ разливъ, возростаніе этого дѣйствія уменьшится. Ясно, что сила размыва, дѣйствующая на подвижное дно, тѣмъ значительнѣе, чѣмъ высота *AJ* прочнаго берега будетъ болѣе надъ горизонтомъ низкихъ водъ. Если бы материкъ берега, вмѣсто линіи *AD*, находился на линіи *ad*, то ясно, что сила размыва была бы менѣе, что величина углубленія уменьшилась бы и что, наконецъ, въ профили дна было выше.“

„Нельзя, однако, произвести пониженія материковой долины, но можно отодвинуть ложе рѣки отъ вогнутаго берега черезъ устройство дамбы *QpBmN*, высота которой не превзойдетъ линіи *ad*. Тогда можно быть увѣреннымъ, что предъ этой дамбой произойдетъ меньшій размывъ, чѣмъ тотъ, который былъ у прежняго берега. Новая профиль будетъ, напримѣръ, *BJSRG*. Такимъ образомъ, избѣгается русло съ глубокими впадинами, которыя существуютъ въ настоящее время, и замѣняется фарватеромъ, глубина котораго устанавливается, такъ сказать, по желанію, чрезъ уменьшеніе кривизны вогнутой линіи и высоты дамбы, и съ этимъ вмѣстѣ возстановливается уклонъ для самаго низкаго горизонта въ мѣстахъ, гдѣ въ настоящее время его совершенно не существуетъ и гдѣ теченіе во время низкихъ водъ почти ничтожно.“

„Отодвигая достаточнымъ образомъ новую дамбу отъ прежняго вогнутого берега, можно избѣжать очень глубокихъ мѣстъ, вслѣдствіе чего не потребуется производство болѣе цѣнныхъ работъ, чѣмъ обыкновенно устраиваемыя дамбы. Понятно, что значительныя паводки, встрѣчая между обѣими линіями берега значительное пространство и большую глубину, куда вода будетъ стремиться по причинѣ своего естественнаго направленія, могли бы причинить сильныя разрушенія. Слѣдовательно, необходимо укрѣпить, такъ сказать, это пространство и помѣшать образованію вредныхъ теченій. Для этого достаточно будетъ соединить бывшій берегъ съ устраиваемою дамбою черезъ поперечныя сооруженія, какъ, напр., *Pp*, *AB*, *Mn*. Направленіе этихъ дамбъ должно быть опредѣлено. Однако же съ перваго взгляда можно замѣтить, что имъ слѣдуетъ давать нормальное къ направленію продольной дамбы, дабы получить наименьшую ихъ длину. Сказанное о частяхъ рѣки, прилегающихъ къ вогнутому берегу, примѣнимо также и къ фарватеру, идущему вдоль какихъ-бы то ни было высокихъ дамбъ. Доказано опытомъ, что теченіе, которое встрѣчаетъ высокія сооруженія, производитъ подмывы у ихъ основанія; поэтому должно вообще стараться отдалять судоходный фарватеръ отъ высокихъ дамбъ.“

Во многихъ мѣстахъ уже предприняты работы, начатыя на основаніи вышеприведенныхъ соображеній. Нѣкоторыя изъ нихъ почти закончены, именно: дамба у Кассейроля близъ Рокъ д'асье, дамба у Валлабрега, дамба у Иссарда, дамбы при Коломбье и Кадоло, дамба Соссанъ, ниже моста Сень-Эспри, дамба Сень-Жанъ выше устья Изера и пр. Всѣ онѣ повидимому оправдали возложенныя на нихъ надежды, хотя состояніе водъ не позволяло произвести точныхъ повѣрокъ. Мы должны указать отчасти на дамбы въ Лимони и Сень-Пьеръ де-Бефъ, гдѣ при весеннемъ спаденіи воды наблюдалось замѣчательное поднятіе уровня воды у Сень-Пьера де-Бефъ и выше на пространствѣ шести километровъ. Во всякомъ случаѣ, однако, нельзя ничего предъугадать по наблюденіямъ, произведеннымъ немедленно за окончаніемъ этихъ работъ. Нельзя быть увѣреннымъ въ томъ, что дальнѣйшее размываніе ложа не уничтожитъ полученныхъ результатовъ, — быть можетъ, — временныхъ. Въ настоящее время можно опасаться, что эта система должна быть пополнена, а иногда и вполне замѣнена системою подводныхъ полузапрудъ.

Вначалѣ этой статьи мы сказали, что нѣмецкіе инженеры, вмѣсто замаскированія глубокихъ плесовъ устройствомъ дамбъ, достигаютъ

поднятія дна помощью поперечныхъ загражденій или подводныхъ полузапрудъ. Ихъ система имѣетъ многочисленныя преимущества.

Мы сказали уже выше, что употребленіе продольныхъ дамбъ нельзя считать вполне удобнымъ и цѣлесообразнымъ по причинѣ размываемости дна.

Эти дамбы представляютъ неудобство еще и другаго рода.

Принимая разъ способъ регулированія помощью продольныхъ дамбъ, очень часто приходится ихъ возводить и тамъ, гдѣ этого вовсе и не нужно при правильности русла и береговъ, что представляетъ часто большія неудобства для судоходства, а равно и для состоянія рѣки. Съ другой стороны, для этого способа требуется еще достаточно широкое русло, почему въ нѣкоторыхъ мѣстахъ регуляціонныя работы становятся абсолютно невозможными.

Наконецъ, постройка дамбъ, имѣющихъ свойство перемѣщать фарватеръ, не можетъ производиться вполне безпрепятственно для судоходства, и весьма трудно бываетъ избѣгнуть въ нѣкоторыхъ пунктахъ производящихся работъ такого расположенія, которое создастъ хотя-бы и временную, но въ то-же время и дѣйствительную опасность для передвиженія.

Поэтому инж. Жаке приходитъ къ убѣжденію, что въ большей части случаевъ повышеніе уклона должно достигаться не помощью продольныхъ дамбъ, маскирующихъ глубокіе плесы, но подводными запрудами, долженствующими вызвать наносъ. Такимъ образомъ и предположено было довести глубину впадинъ до minimum'a около 2^m50 послѣдовательнымъ рядомъ искусственныхъ пороговъ, причемъ имѣлось цѣлью поднять дно и, сверхъ того, посредствомъ различныхъ сообразно расположенныхъ уклоновъ берега къ оси фарватера, удалить теченіе отъ берега, отодвинуть его на средину рѣки и даже значительно сгладить излишнія его неровности. Очевидно, что работы этого рода несравненно дешевле постройки соответственныхъ продольныхъ дамбъ. Если, напримѣръ, всѣмъ подводнымъ полузапрудамъ въ совокупности дать протяженіе, равное протяженію соответственной продольной дамбы, то дѣло сводится къ сооруженію подводной засыпки длиною равной протяженію дамбы при меньшей высотѣ. Вслѣдствіе почти трехъугольной формы нашей профили можно принять, что сѣченія почти пропорціональны квадратамъ высотъ своихъ. Въ дѣйствительности практика показала намъ, что подводныя полузапруды несравненно дешевле соответственныхъ продольныхъ дамбъ.

Приложеніе системы подводныхъ полузапрудъ вообще дастъ много преимуществъ, изъ которыхъ главнѣйшія могутъ опредѣлиться такъ:

Экономія нѣсколькихъ милліоновъ въ общемъ итогѣ расходовъ по регулированію Роны и притомъ улучшеніе судоходства въ тѣхъ пунктахъ, гдѣ никакая другая система работъ не приложима.

Сохраненіе возможности тяги бичевой, ибо сохраняется видъ существовавшихъ береговъ вездѣ, гдѣ они настолько однообразны, что не требуютъ искусственнаго преобразованія.

Производство работъ безъ препятствія движенію судовъ въ это время.

Возможность повсемѣстнаго уничтоженія слишкомъ глубокихъ плесовъ и образованіе лучшаго распредѣленія уклоновъ и скоростей.

Наконецъ, до нѣкоторой степени регуляризація изгибовъ.

Эти преимущества весьма значительны; даже если и не принимать во вниманіе выгоды, которую представляетъ вышеупомянутая экономія, они все-таки столь значительны, что мы должны смотрѣть на систему подводныхъ полузапрудъ, какъ на необходимое дополненіе къ работамъ, предпринятымъ уже съ цѣлью регулированія Роны. Однако, всякому понятно, что работы этого типа, неизвѣстнаго до сихъ поръ во Франціи, должны были подробно обсуждаться и тщательно изслѣдоваться съ точки зрѣнія тѣхъ возраженій, которыя были вызваны первыми проектами примѣненія этой системы. Но во всякомъ случаѣ введеніе подводныхъ полузапрудъ никоимъ образомъ не должно вытѣснить употребленіе продольныхъ дамбъ, которыя останутся всегда основнымъ началомъ регулированія Роны, какъ можно убѣдиться изъ прежде представленныхъ проектовъ и изъ примѣровъ, которые мы приводимъ ниже. Тѣ работы, которыя предполагаются теперь, послѣ изученія дѣла въ Германіи, должны быть дополненіемъ къ прежнимъ дамбамъ, назначеннымъ для усиленія ихъ дѣйствія и вообще для того, чтобы сдѣлать для дна то, что дамбы дѣлаютъ для береговъ. Можно удивляться, какъ случилось, что до сихъ поръ не была выяснена необходимость упрочиванія рѣчнаго дна, когда укрѣпляли линіи береговъ, и не возникала мысль о поддержкѣ и даже поднятіи дна въ то время, какъ охранялось побережье и производились работы по суженію.

Противъ подводныхъ полузапрудъ было сдѣлано слѣдующее возраженіе:

Вполнѣ соглашаясь съ тѣмъ, что послѣдовательные проме-

жутки между полузапрудами со временемъ заполнятся рѣчнымъ наносомъ, выражаютъ опасеніе, что такая засыпка можетъ потребовать слишкомъ продолжительнаго времени; кромѣ того, каждая запруда можетъ образовать на поверхности родъ возвышенія, какъ то дѣлаютъ отдѣльно лежащія скалы, и вслѣдствіе этого обстоятельства образуется рядъ водоворотовъ, затрудняющихъ судоходство, что можетъ быть весьма прискорбно, такъ какъ подобное положеніе дѣла способно затянуться на многіе годы.

Но съ перваго-же взгляда можно разсчитывать и даже быть увѣреннымъ, что наполненіе выемокъ произойдетъ быстро; для этого достаточно обратить вниманіе на громадныя массы гравія, увлекаемыя каждымъ разливомъ рѣки и непрерывно двигающіяся по дну. Вопросъ, подлежащій рѣшенію на опытѣ, состоитъ въ опредѣленіи разстоянія между запрудами. По настоящее время опыты были произведены надъ многими запрудами при условіяхъ, которыя описаны нами ниже. Въ большинствѣ случаевъ, неровности поверхности дна послѣ построенія запрудъ были такъ ничтожны, что, даже зная расположеніе послѣднихъ, глазъ наблюдателя съ трудомъ могъ вновь разыскать ихъ. Для нѣкоторыхъ-же случаевъ перепадъ воды надъ вершиною полузапруды бывалъ довольно замѣтнымъ, такъ что легко можно было опредѣлить расположеніе послѣдней. Но этотъ перепадъ абсолютно не имѣетъ вліянія на судоходность, не даетъ повода къ образованію новыхъ препятствій и не причиняетъ ни малѣйшаго безпокойства судамъ. Нынѣ вполне констатировано, что запруда, лежащая на 2^m50 ниже уровня низкихъ водъ, не вызываетъ ни малѣйшаго волненія на поверхности. Отсюда слѣдуетъ, что еслибы даже заполненіе происходило медленно, то это обстоятельство не причинило бы никакихъ неудобствъ: полузапруды и въ этомъ случаѣ были-бы способны выполнить по крайней мѣрѣ большую часть своего назначенія.

До тѣхъ поръ, пока заполненіе впадины не совершится, самая полузапруда представляетъ собою какъ-бы родъ подводнаго загражденія, а рядъ такихъ загражденій раздробляетъ сильное паденіе воды, которое образовывало выше глубокаго плеса — быстроту. Имѣя въ виду именно эту цѣль, были произведены подобныя загражденія для того, чтобы облегчить предстоящую постройку продольныхъ дамбъ. Строители пришли къ убѣжденію, что безъ этихъ загражденій сдерживающихъ массы воды во многихъ мѣстахъ, каковы проходы Revestidon, Pizon и др., эти мѣстности рѣки представляли-бы чрезвычайное неудобство и даже серьезную опасность движенію судовъ

вслѣдствіе неизбежнаго образовыванія стремительныхъ потоковъ во время прокладки продольныхъ дамбъ для суженія русла.

Послѣ такихъ вступительныхъ оговорокъ по поводу возраженій, представленныхъ противъ подводныхъ полузапрудъ, мы считаемъ необходимымъ войти въ нѣкоторыя болѣе подробныя описанія преимуществъ, которыя представляетъ эта система работъ. Для сего мы приведемъ нѣсколько примѣровъ ея примѣненія, практически осуществленныхъ или такихъ, которыя имѣется ввиду произвести въ непродолжительномъ времени.

Проходъ des Cornes. Въ проходѣ des Cornes (чертежъ 6) необходимо было урегулировать вогнутый берегъ, сплошь усѣянный мелкими мелями и камнями, что и было приведено въ исполненіе посредствомъ дамбы того же названія. Оконечность этой дамбы отъ *A* до *B* проложена на значительной глубинѣ, достигающей иногда до 26 м., напримѣръ, у точки *C*. Повидимому, можно было рассчитывать, что прокладкою дамбы урегулируется и совершенно спрямится стрежень рѣки. Но непосредственно за мѣстомъ соединенія дамбы съ гребнемъ берега, у этого послѣдняго находится чрезвычайно глубокая впадина, къ которой и направляется теченіе; вслѣдствіе этого, суда съ величайшимъ трудомъ могли избѣгнуть опасности быть выброшенными на подводныя скалы, находящіяся въ устьѣ небольшого ручья въ *D*.

Инженеръ du Bois съ полнымъ успѣхомъ произвелъ двѣ подводныя полузапруды, означенныя на планѣ черезъ *M* и *N*. Эти работы произведены на глубинѣ 15 метровъ и достигаютъ высоты 4,00 ниже уровня низкихъ водъ. На чертежѣ изображена приблизительная профиль полузапруды *M*.

Обѣ разсматриваемыя запруды представляли первоначально весьма рѣзко выступавшіе бугры надъ поверхностью дна. Теперь-же эти неровности мало замѣтны, безъ сомнѣнія, потому, что промежуточное пространство между ними наполнилось наноснымъ матерьяломъ. Ни разу не случилось, чтобы волненіе воды было опасно или причиняло затрудненіе судоходству. Успѣхъ, такимъ образомъ, былъ полный. Суда и плоты, прежде невольно державшіеся лѣваго берега, покрытаго рифами,—теперь свободно расходятся, и нѣтъ болѣе работы для лоцмановъ въ этомъ проходѣ. Работы были произведены въ апрѣлѣ 1880 г. Предполагается проложить еще одну или двѣ полузапруды *P* и *Q*, чтобы захватить берегъ во всемъ районѣ, гдѣ онъ покрытъ рифами.

Мы замѣтили уже по этому поводу, что система продольныхъ

дамбъ доведена до возможнаго совершенства, и затрудненія, происходящія отъ чрезмѣрнаго углубленія дна, пришлось бы признать непреодолимыми, еслибы не примѣнялась система подводныхъ полузапрудъ.

Проходъ Pizon. Въ Пизонѣ (черт. 7), по правому берегу была возведена дамба большихъ размѣровъ, очерченная вогнутой кривой, съ цѣлю закрыть подводные камни, разбросанные на 30 и 40 метровъ около скалы *R* на самомъ ложѣ судоходнаго фарватера. Какъ видно изъ чертежа, дамба должна была стѣснить суженное русло какъ разъ насупротивъ гравелевой косы, лежащей у лѣваго берега; расчетъ основывался на томъ, что, по мѣрѣ сооруженія дамбы, гравель свесется водою и русло перемѣстится само по себѣ. Но случилось нѣсколько иначе: весьма устойчивая окраина лѣваго берега мало подверглась дѣйствию теченія; напротивъ того, — дно все болѣе и болѣе размывалось водою близъ новой дамбы. Образовалось весьма крутое паденіе воды и сильное теченіе. Самый проходъ сдѣлался опаснымъ, и даже произошло нѣсколько несчастныхъ случаевъ: такъ, пароходъ „Гладіаторъ“, нанесенный теченіемъ на дамбу, оставилъ тамъ большую часть лопатокъ одного изъ колесъ.

Тогда приступили къ выемкѣ грунта на косѣ *G*, и одновременно постарались поддержать и даже поднять дно, близъ новой дамбы, произведя три подводныя полузапруды, *M*, *N* и *O*.

Онѣ заложены на глубинѣ 8^м.00 и достигли до 3^м.00 ниже уровня низкихъ водъ. Можно съ увѣренностью сказать, что полузапруды способствовали въ самыхъ широкихъ размѣрахъ ослабленію стремительности потока. Въ настоящее время проходъ гораздо безопаснѣе, но еще представляетъ серьезныя неудобства; окончательное его улучшеніе достигнется лишь по окончаніи выемки на всемъ протяженіи работъ.

Слѣдуетъ отмѣтить, что сооруженіе подводныхъ запрудъ въ этомъ пунктѣ рѣки было вызвано просьбою дирекціи Главнаго общества судоходства, весьма сочувственно относящагося къ этому роду работъ и ихъ полному примѣненію въ участкѣ *Pizon*. Прилагаемый нами профиль изображаетъ сѣченіе фарватера и массивъ запруды въ моментъ ея постройки.

Проходъ des Dames. На чертежѣ 8 мы приводимъ планъ этого пролива, причемъ горизонталы въ точности изображаютъ видъ поверхности дна. Рѣшено было уничтожить широкій плесъ затопляемою дамбою *ABC*. Лишь только сдѣлана была закладка этой дамбы, всѣ судовладѣльцы Роны горячо высказались противъ ея постройки,

главнымъ образомъ ссылаясь на то, что проходъ совершенно исправенъ и не требуетъ поэтому никакихъ улучшеній. И на самомъ дѣлѣ, проходъ самъ по себѣ не дуренъ, но большіе плесы лежащіе между 49 и 51 нормальми, уменьшаютъ по временамъ уклонъ до такой степени, что, напримѣръ, во время низкой воды, 7-го февраля 1880 г., на протяженіи 2-хъ километровъ, оказался общій уклонъ, не превышающій $0^m,23$, а въ частности между 50 и 51 нормальми онъ былъ не болѣе $0^m,02$. Поэтому было абсолютно необходимо произвести извѣстныя работы въ этомъ проходѣ, не для регулированія его самаго, но чтобы усилить уклонъ и этимъ путемъ ослабить выше образовавшіяся быстрины.

Сперва было построено только основаніе низкой дамбы *des Dames*, доведенное до высоты 2^m50 ниже уровня низкихъ водъ. Въ дополненіе къ этой работѣ, очевидно, должно, оставивъ дамбу при теперешнемъ уровнѣ, соединить ее съ берегами посредствомъ поперечныхъ, также подводныхъ запрудъ, затѣмъ продолжить эти запруды въ ширину, а равно установить подобныя-же связи, какъ онѣ указаны на планѣ въ пространствѣ между оконечностью низкой дамбы и нормалью № 51.

Данный проходъ особенно замѣчателенъ въ томъ отношеніи, что проложенная дамба, имѣющая цѣлью замаскировать плесъ *des Dames*, оказалась недостаточной, такъ какъ сохранилась возможность образованія новыхъ весьма глубокихъ вымоинъ на фарватерѣ, и не замаскировались впадины, ранѣе существовавшія вдоль берега *CD*.

Вліяніе дамбы на поднятіе уровня воды въ пространствѣ между нормальми 50 и 51, гдѣ уклонъ почти равенъ нулю, было весьма ничтожно. Безъ системы подводныхъ полузапрудъ, и въ этомъ случаѣ инженеры были бы вынуждены принять за окончательныя чрезвычайныя глубины на фарватерѣ, такъ-же какъ и соотвѣтственное уменьшеніе уклона, а слѣдственно и вытекающее отсюда усиленіе для всѣхъ вышележащихъ уклоновъ. Внѣ всякаго сомнѣнія, что немногіе случаи такъ ясно подтвердили значеніе подводныхъ запрудъ. По поводу этого пролива и работъ не было дѣлаемо какихъ-либо возраженій.

При такомъ ходѣ работъ нельзя было рассчитывать на экономію. потому что, кромѣ расходовъ на запруды, уже произведена затрата на постройку существующей дамбы. Не рѣшившись совершенно выбросить одну изъ важнѣйшихъ частей выполняемаго проекта, инженеры построили только одно основаніе предохранительной дамбы, оставивъ тѣмъ полную возможность кончить ее во всякое время, если то ока-

жется необходимымъ. Самымъ-же правильнымъ образомъ дѣйствій было-бы уничтоженіе дамбы des Dames и прокладка только однихъ подводныхъ запрудъ. Тогда-бы сверхъ полученныхъ уже выгодъ прибавилась бы и значительная экономія. Подводныя запруды предложено было производить на очень большой глубинѣ, доходящей до 11^м50 ниже уровня низкихъ водъ. Есть вѣроятность, что вызванный ими перепадъ воды будетъ замѣтенъ на поверхности. Но такъ какъ, во всякомъ случаѣ, онъ не превыситъ того подпора, который образовался бы въ мѣстѣ соединенія подводной дамбы съ берегомъ въ *C*, то можно впередъ сказать, что этотъ перепадъ будетъ незначителенъ съ точки зрѣнія интересовъ судоходства.

Проходъ de Solaise. Условія судоходства въ проходѣ Solaise аналогичны вышеописаннымъ въ проливѣ des Dames, почему и техники отнеслись къ обоимъ одинаково.

Относительно Солезскаго прохода оказалось пока возможнымъ констатировать слѣдующее:

Подводная дамба и подводныя поперечныя связи ея съ берегомъ не вызвали на поверхности никакого замѣтнаго волненія. Гравель, образовавшій на противу-лежащемъ выпукломъ берегу отмель, начинаетъ поддаваться дѣйствию напора воды, почему можно быть увѣреннымъ въ будущемъ расширеніи русла. Наконецъ, по завѣренію г. инспектора главнаго общества судоходства по Ронѣ, быстрое теченіе выше этого мѣста урегулировалось и паденіе становится менѣ сильнымъ. Является надежда на окончательное за полненіе впадинъ, находящихся между частями всего сооруженія. Но даже въ случаѣ, если-бы заполненіе совершалось очень медленно или вовсе не осуществилось, такое непредвидѣнное явленіе не повлечетъ за собою особенныхъ неудобствъ. Суда не движутся вдоль производимыхъ работъ, но держатся линіи выпуклаго берега. Солезскія работы сдѣлали большую экономію противъ ожидаемыхъ расходовъ.

Проливъ du Revestidon. На черт. 9, мы приводимъ планъ прохода Revestidon, представляющаго употребленіе подводныхъ полузапрудъ, для облегченія производства работъ, осуществленіе которыхъ почти всегда опасно для движенія судовъ, и при которыхъ съ помощью этихъ вспомогательныхъ сооружений всегда можно рассчитывать на полный успѣхъ.

Въ данномъ случаѣ пришлось перемѣстить вполнѣ судоходный фарватеръ, кривизна котораго, образуя рѣзкій поворотъ, представляла серьезную опасность для движенія судовъ, для чего понадо-

билось открыть новый протокъ черезъ отмель *M*. Работы заключались въ сооруженіи дамбы *ABCD* (des Broteaux) и въ прорытіи русла въ гравелевомъ огложеніи *M*. При этомъ мы должны обратить вниманіе на то обстоятельство, что прежнія традиціи инженернаго искусства, казалось, предвидѣли выгоды, связанныя съ системою *Grundschwellen*. Въ самомъ дѣлѣ, порядокъ выполненія работъ по обыкновенному способу долженъ былъ состоять, во-первыхъ въ заложеніи на всемъ протяженіи будущей Бротосской дамбы затопляемаго основанія, настолько возвышающагося, чтобы не затруднять движенія судовъ; въ тоже время дамбу слѣдовало надстраивать во всю высоту отъ одной ея оконечности вплоть до пункта, гдѣ она затрудняла бы или даже создала опасность судоходству. Очевидно, что слѣдуя такому методу (котораго значеніе подтверждено неоднократно опытомъ), главный потокъ оказался-бы отрѣзаннымъ отъ части русла, предназначенной къ уничтоженію, и облегчился-бы доступъ воды въ будущій судоходный каналъ, вырытый въ косѣ *M*.

Именно такъ и дѣйствовали въ разсматриваемомъ проходѣ. Но сверхъ того, приходилось также озаботиться приисканіемъ мѣста свалки громаднаго количества гравеля, извлекаемаго выемкой и еще болѣе того количества, которое должна была вынести въ будущемъ сама рѣка при образованіи своего новаго ложа. Такъ какъ выемку *M* надо было производить съ низшей по теченію стороны косы *M*, и вверхъ отвозить вынутый грунтъ было нельзя, то инженеры принуждены были переваливать продукты выемки въ боковыя канавы; съ другой стороны,—сама рѣка должна была увлекать размываемый ею гравель внизъ по теченію.

Различныя пертурбаціи, всегда происходящія непосредственно вслѣдъ за большими измѣненіями въ направленіи русла, привели къ необходимости отыскивать способы употреблять въ дѣло и укрѣплять массы сваливаемаго матерьяла, накаплиющагося при выемкѣ или прямымъ дѣйствіемъ самой рѣки. Примѣненіе подводныхъ насыпокъ было какъ-разъ средствомъ, естественно представляющимся инженерамъ, и надо замѣтить, что онѣ въ тоже время были единственнымъ примѣнимымъ средствомъ. Безъ работъ этого рода предстояло: или съ громадными расходами перевести массу гравеля въ мѣстность, лежащую внѣ потока, или примириться какъ съ неизбѣжнымъ зломъ, съ образованіемъ ниже по теченію мелей, которыя затрудняютъ судоходство на болѣе или менѣе продолжительный срокъ.

Въ проходѣ *Revestidon* были произведены двѣ подводныхъ полузапруды *P* и *Q*. вмѣстѣ съ поперечными частями продольной дамбы

Вroteaux это составляло 4 подводныя запруды, которыя сдерживали воду и тѣмъ весьма ослабляли быстрое ея паденіе, произшедшее отъ суживанія русла верхнею частью дамбы; кромѣ того, онѣ уменьшили препятствія, претерпѣваемые судоходствомъ въ продолженіи работъ.

Для гравеля, снесеннаго ниже запруды Q, какъ и для вымываемаго самимъ теченіемъ на отмели M, строители расположили соотвѣстнымъ образомъ запруды KK', устройвъ ихъ ввидѣ ступенчатого ряда на глубинѣ соотвѣтствующей дамбы Montfaucon. Послѣ этого строители рассчитывали, доставивъ судамъ возможность проходить по новому руслу, и быстро докончивъ Броттоскую дамбу, достигнуть полного выпрямленія русла. Уже во время самаго производства работъ углубленныя мѣста между подводными запрудами стали быстро заноситься; но изъ этого явленія не слѣдуетъ еще дѣлать какихъ-либо рѣшительныхъ выводовъ въ пользу быстроты наноса въ запрудахъ, ибо на самомъ дѣлѣ произведенная выемка вызвала въ данномъ случаѣ исключительное движеніе гравеля. Мы можемъ лишь сказать, что засыпки выполнили очень удачно спеціальное назначеніе, для котораго онѣ произведены были въ этомъ пунктѣ рѣки.

Регулированіе между Morlon и Beauchastel. Мы считаемъ небезполезнымъ обратить вниманіе читателя на одинъ изъ проектовъ, имѣющихъ ввиду примѣненіе подводныхъ полузапрудъ въ мѣстности, лежащей между Morlon и Beauchastel, потому что здѣсь мы видимъ примѣры ихъ устройства для весьма различныхъ цѣлей. На черт. 10 показанъ планъ этого участка Роны. Напомнимъ, что проектъ былъ составленъ, чтобы устранить препятствія, вызванныя неравномѣрнымъ распредѣленіемъ уклоновъ при стояніи низкихъ водъ, и ослабить быстрины, на которыя распредѣляется почти все паденіе. Проектъ имѣлъ предметомъ развить лучшее распредѣленіе, уменьшивъ глубину плесовъ посредствомъ искусственныхъ приспособленій, расположенныхъ въ видѣ пороговъ на глубинѣ, доходящей до 2,50 ниже уровня мелкозодія. Именно съ этой точки зрѣнія онъ и былъ одобренъ французскимъ министерствомъ въ началѣ апрѣля 1880 г.

Въ рапортѣ своемъ, представленномъ въ защиту сдѣланныхъ имъ предположеній, инженеръ Дю-Буа указываетъ еще на одинъ желательный результатъ, котораго можно достигъ помощью подводныхъ полузапрудъ, а именно — на регуляризацію изгибовъ рѣки. Нашъ планъ представляетъ три изгиба, причемъ всѣ они очень неудобны и опасны. Ниже мы будемъ говорить только о двухъ крайнихъ, ибо изгибъ Charmes, загражденный подводными скалами, представляетъ

явленіе исключительное въ Ронѣ и его регулированіе требуетъ совершенно особыхъ подводныхъ работъ.

Безъ сомнѣнія, смѣло можно-бы рассчитывать на выпрямленіе изгибовъ Berne и Tuzzon, сѣзвивъ ихъ русло затопляемыми дамбами, которыя помѣщались-бы впереди и параллельно уже существующимъ дамбамъ. Но нетрудно убѣдиться, какъ затруднительно и дорого обошлось-бы построить добавочныя дамбы, дать имъ надлежащіе размѣры и при томъ избѣжать различныхъ неудобствъ для судоходства. Рѣшительное предпочтеніе слѣдуетъ отдать урегулированію изгибовъ, сохраняя въ этихъ пунктахъ русло рѣкъ первоначальной ширины, что и рѣшено было инженерами, рѣшившими устроить подводныя полузапруды согласно проекту г. Дю-Буа. Для этого предполагено было прежде всего возвысить корни подводныхъ полузапрудъ настолько, чтобы отдалить главное теченіе отъ береговъ и выдвинуть его на ось русла. Далѣе, задались новой линіей фарватера по изгибу; за тѣмъ по той же линіи опредѣлили наиболѣе низкія точки полузапрудъ, которыя рѣшено было опускать даже ниже 2,50 отъ уровня низкихъ водъ, такъ какъ предполагаемая цѣль заключалась не столько въ томъ, чтобы уменьшить живое сѣченіе, сколько въ перемѣщеніи тальвега русла, который былъ, такъ сказать, намѣченъ вышеупомянутыми концами полузапрудъ. Такимъ образомъ работы должны были состоять въ подводныхъ полузапрудахъ, мало отличающихся отъ произведенныхъ на Эльбѣ, но расположенныхъ въ обратномъ направленіи на обоихъ берегахъ, выше и ниже точки изгиба.

Перемѣщеніе стрежня абсолютно необходимое, чтобы избѣгнуть рѣзкихъ поворотовъ и выпрямить изгибы, — не менѣе полезно оказывается для большихъ вогнутыхъ кривыхъ, гдѣ линія наибольшей глубины нѣсколько прижата къ берегу и опускается очень низко отъ уровня низкихъ водъ.

По длинѣ загражденія въ Morlon и у Ove-Blanc, нѣсколько ниже нормали 117 и по длинѣ дамбы въ Charmes, ниже 108 нормали. можно наблюдать, что русло сѣзилось вблизи работъ и ширина русла при среднемъ состояніи водъ имѣетъ не болѣе 200 метровъ. вмѣсто бывшаго русла шириною больше 200 метровъ, а въ то же время фарватеръ глубиною въ 1^m60 имѣетъ въ ширину не болѣе 60 метровъ. Напротивъ, непосредственно подлѣ берега оказалась глубина, варьирующая отъ 9 до 10 метровъ. Въ проходахъ подобнаго характера судоходство встрѣчаетъ самыя серьезныя препятствія при поднятіи вверхъ по теченію. Передвиженіе водныхъ

массъ въ сѣуженныхъ каналахъ, совершается съ большими затрудненіями и судну приходится побѣждать то волненіе на поверхности воды, которое производится имъ самимъ, когда оно движется противъ теченія. Съ другой стороны, самыя скорости въ одномъ и томъ-же живомъ сѣченіи весьма различны. Вблизи берега онѣ черезчуръ велики, но быстро уменьшаются по мѣрѣ удаленія отъ него или съ уменьшеніемъ глубины.

Изъ сего непосредственно вытекаетъ, что колесныя лопатки парохода, находящіяся съ обѣихъ его сторонъ, работаютъ въ потокахъ различной скорости, причемъ дѣйствіе ихъ неодинаково, и чтобы уравновѣсить эту разность, приходится работать рулемъ, а слѣдовательно весьма увеличивать побѣждаемое сопротивленіе.

Проходъ Morlon одинъ изъ тѣхъ, которые представляютъ именно съ этой точки зрѣнія самыя значительныя затрудненія; для преодоленія послѣднихъ, пароходы должны развивать силу, много превосходящую номинальную способность ихъ машинъ.

На чертежѣ мы приводимъ профили, изображающія внѣшній видъ постройки подводныхъ полузапрудъ, такъ какъ онѣ производятся при нижеописываемыхъ обстоятельствахъ.

Поперечное сѣченіе русла *MN* представляетъ типъ подводныхъ полузапрудъ, имѣющихъ цѣлью заповненіе чрезмѣрныхъ впадинъ въ глубокихъ плесахъ и удаленіе слишкомъ сѣуженнаго фарватера отъ вогнутаго берега. Размываніе неизбѣжно произойдетъ по чертѣ выпуклаго берега и придастъ руслу профиль, болѣе соответствующій требованіямъ судоходства. Если оно будетъ слишкомъ велико, то слѣдуетъ продолжить запруду, чтобы помѣшать образованію новой впадины и закрѣпить произведенную регуляризацию дна. Два сѣченія *PQ* и *QR* показываютъ намъ видъ полузапрудъ, которыхъ назначеніе вліять на каждый берегъ въ противномъ направленіи ниже и выше точки перегиба. Здѣсь также, если образуются слишкомъ сильныя размывки, запруды должны быть продолжены при глубинѣ въ 2^м50 ниже уровня низкихъ водъ. Въ случаѣ, если запруды должны быть продолжены далѣе оси ложа, направленіе ихъ надо измѣнить такимъ образомъ, чтобы направленіе переливающейся чрезъ нихъ струи обращено было-бы всегда къ оси русла. Подобный пріемъ произведенъ на трехъ подводныхъ полузапрудахъ, послѣднихъ по теченію на данномъ участкѣ. Запруды, вполне пересѣкающія сѣуженное русло, расположатся въ видѣ угловъ, вершины которыхъ, помѣщаясь на осяхъ русла, обращены къ верховью.

Выводы.

Предъидущіе примѣры ясно указываютъ какихъ результатовъ можетъ ожидать техника отъ подводныхъ полузапрудъ. Съ настоящаго момента мы считаемъ доказаннымъ на опытѣ, что засыпки на поверхности не вызываютъ какихъ-либо опасныхъ судоходству волненій, и даже гораздо чаще случается, что возмущеніе воды, указывающее мѣсто расположенія полузапруды, совершенно сглаживается. Наполненіе паносомъ впадинъ, образовываемыхъ запрудами, подтвердилось вполне, но мы не считаемъ себя еще вправѣ сказать что либо опредѣленное о срокѣ полного запоса. Надо полагать, что полузапруды должны располагаться довольно близко одна отъ другой,—примѣрно на 100 метровъ,—чтобы дно измѣнилось вполне и регулярно. Опытъ рѣшилъ этотъ вопросъ. Въ мѣстностяхъ, гдѣ полузапруды уже произведены, подтвердилось неопровержимымъ образомъ, что онѣ ослабили паденіе выше исправляемаго мѣста, какъ этого, впрочемъ, и слѣдовало ожидать. Уменьшеніе уклона и регулированіе скоростей будетъ прямымъ результатомъ этой системы работъ. Во многихъ мѣстахъ приложеніе подводныхъ полузапрудъ есть единственное средство исправить неравномѣрность поперечныхъ сѣченій и выпрямить узкій и глубокій фарватеръ, часто приближающійся къ вогнутымъ берегамъ. Наконецъ, выправленіе изгибовъ, которые являются наиболѣе слабыми мѣстами судоходнаго фарватера, можетъ выполняться и поддерживаться подводными полузапрудами, соответственно расположенными выше и ниже даннаго мѣста на обоихъ берегахъ рѣки. Всѣ эти улучшенія достигаются при наименьшемъ расходѣ, что становится понятнымъ, если приять во вниманіе, что подводныя полузапруды обыкновенно выстраиваются на 4^м00 ниже верхней площади обыкновенной дамбы.

Не должно показаться страннымъ намѣреніе регулировать дно рѣчнаго русла, какъ и стремленіе исправить береговыя линіи. Опытъ показалъ для Роны, какъ и для всякой другой рѣки съ подвижнымъ дномъ, что измѣчивость вида ложа есть одно изъ главныхъ препятствій успѣху окончательнаго улучшенія рѣки. Нѣмцы замѣтили это уже довольно давно и посредствомъ Grundswellen они достигли на своихъ рѣкахъ регулярности, которую теперь продолжаютъ совершенствовать съ каждымъ днемъ. На Ронѣ,—гдѣ измѣненія глубины значительнѣе, и по временамъ можно встрѣтить ямы до 20 метровъ глубины, рядомъ съ мелями—работы этого рода имѣютъ чрезвычайную важность и вмѣстѣ съ тѣмъ очень легко выполняемы.

Во всѣхъ пунктахъ, гдѣ образуются ненормальныя пониженія ложа, возможно поднять дно до уровня, признаваемого за необходимый, помощью подводныхъ полузапрудъ, которыя служатъ какъ-бы остовомъ для образованія окончательной профили дна.

Во всѣхъ тѣхъ проходахъ, гдѣ приложимъ этотъ родъ регулированія, всегда можно и должно сперва точнымъ образомъ задаться направлениемъ будущаго русла рѣки, и всегда можно быть увѣреннымъ, что это задавіе можно будетъ выполнить въ дѣйствительности, какъ это и практикуется въ Германіи съ полнѣйшимъ успѣхомъ. Улучшенія, достигаемыя такимъ путемъ, представляютъ гарантію долговѣчности и неизмѣнчивости. Понятно, что съ уменьшеніемъ неправильностей въ потокѣ уменьшится также число поводовъ къ волненію и разрушенію берега. На Ронѣ инженеры сплошнѣ уже убѣдились, что низкія затопляемыя дамбы въ томъ видѣ, какъ онѣ строятся нынѣ, гораздо менѣе подвергаются дѣйствію теченія сравнительно съ прежними сооруженіями: тѣмъ болѣе это можетъ относиться къ подводнымъ полузапрудамъ, которыя, составляя часть дна, еще менѣе должны подвергаться разрушенію. Сверхъ того, легко понять, что удачно расположенныя запруды составляютъ рядъ препятствій, раздробляющихъ послѣдовательно разрушительную силу воды, такъ что каждая полузапруда подвержена слабому паденію и меньшему разрушительному усилю. Дѣйствіе высокихъ водъ, такъ сильно проявляющееся на высокихъ дамбахъ, напротивъ весьма слабо вліяетъ на полузапруды, служащія подводными загражденіями, воздѣйствіе на которыя уменьшается по мѣрѣ поднятія воды и почти совершенно прекращается во время большихъ водоразливовъ.

Дѣйствіе подводныхъ полузапрудъ. Нижесприведенный расчетъ сдѣланъ относительно средняго сѣченія (черт. 11), близко подходящаго вообще къ сѣченіямъ Роны между Valence и Pont-Saint-Esprit.

Естественное живое сѣченіе при низкой водѣ .	387,50 m.
Часть сѣченія, занятая подводной полузапрудой	175,75 "
Сѣченіе исправленнаго русла	211,75 "
Средній радіусъ R естественнаго русла . .	3,90 "
„ „ R , исправленнаго русла . .	2,12 "
Расходъ при низкихъ водахъ	330,00 "
Средняя скорость V естественнаго русла . .	0,85 "
„ „ V , исправленнаго русла . .	1,61 "

Уклонъ на 1 м. естественнаго русла:

$$i = \frac{b V^2}{R} = \frac{0,00037 \times 0,7225}{3,90} = . . . 0,0000685 \text{ м.}$$

Уклонъ на 1 м. исправленнаго русла:

$$i = \frac{b_1 V_1^2}{R_1} = \frac{0,00044 \times 2,5921}{2,12} = . . . 0,0005379 \text{ „}$$

Увеличеніе уклона на 1 м. 0,0004694 м.

„ „ на 1 килом. 0,469 м.

При этомъ расчетѣ предположено было, что русло по исправленіи не расширяется, тогда какъ въ дѣйствительности это всегда бываетъ и поэтому увеличеніе уклона будетъ менѣе; но за то мы получимъ тогда болѣе широкое и, главное, болѣе правильное русло, что составляетъ иногда большое преимущество.

НѢКОТОРЫЯ СВѢДѢНІЯ

объ успѣхѣ работъ по улучшенію южнаго устья рѣки Миссисипи,
до іюня мѣсяца 1882 года включительно *).

(Извлеченіе изъ офіціального отчета правительственной инспекціи).

Правительственный инспекторъ, въ годовомъ отчетѣ отъ 27 іюля 1882 года, удостовѣряетъ, что въ продолженіи истекшаго года какъ между дамбами, такъ и на барѣ существовала глубина не менѣе

*) Въ дополненіе къ статьѣ инженера Звягинцева (Журн. Мин. пут. сообщ. Окт. и Нояб. 1880 г. и Янв. 1881 г.), приводимъ нѣкоторыя данныя объ успѣхѣ работъ по улучшенію южнаго устья рѣки Миссисипи. Эти работы, какъ подробно изложено въ вышеупомянутой статьѣ, сданы съ подряда капитану Идсу, который, въ силу заключеннаго съ правительствомъ контракта, обязался въ южномъ устьѣ Миссисипи, глубина котораго до 1875 года была около 7 футовъ, устроить свободный проходъ для судовъ, глубиною въ 30 футовъ и шириною по дну 350 футовъ, и поддерживать такую глубину въ продолженіе 20 лѣтъ, за что имѣетъ получить $5\frac{1}{4}$ милліоновъ долларовъ, изъ которыхъ сумма до $4\frac{1}{4}$ милліоновъ выплачивается постепенно по мѣрѣ углубленія южнаго устья до 30-ти-футовой глубины. Затѣмъ, 1 милліонъ долларовъ правительство удерживаетъ въ видѣ залога, который будетъ выданъ подрядчику въ томъ случаѣ, если онъ въ продолженіе 20 лѣтъ поддержитъ постоянно 30-ти-футовую глубину; если же въ нѣкоторый промежутокъ времени глубина будетъ менѣе 30 футъ, то, смотря по продолжительности этого времени, подрядчикъ теряетъ соотвѣтствующую часть залога. Кромѣ того, подрядчикъ получаетъ въ продолженіи этихъ 20 лѣтъ ежегодно по 100.000 долл. на дополнительные работы для поддержанія достигнутой глубины. Относительно сроковъ для выдачи денегъ подрядчику, въ первоначальныхъ условіяхъ контракта, по просьбѣ подрядчика, были сдѣланы нѣкоторыя измѣненія въ его пользу, такъ что до 1 іюля 1879 года онъ получилъ уже общеою сложностью $4\frac{1}{4}$ милліона долларовъ, между тѣмъ какъ на барѣ, вмѣсто фарватера въ 30 футовъ глубины съ шириною 350 футовъ по дну, въ то время имѣлся только проходъ шириною по дну 200 футовъ и глубиною по срединѣ 30 футовъ, а въ остальной части не менѣе 26 футовъ.

30 футовъ. Наименьшая ширина этого 30-ти-футоваго прохода была 20 футовъ, наибольшая ширина 340 футовъ, а средняя ширина около 105 футовъ.

26-ти-футовой фарватеръ имѣлъ наименьшую ширину въ 200 футовъ, какъ между дамбами, такъ и на барѣ, за исключеніемъ однако нѣсколькихъ дней въ продолженіи года, когда въ каналѣ, вслѣдствіе складыванія вошедшихъ въ него со стороны моря паносовъ, въ одномъ мѣстѣ глубина уменьшилась до 24 футовъ. Въ этомъ мѣстѣ немедленно было приступлено къ землечерпанію и глубина была доведена до 29,8 фут. Упомянутый недостатокъ глубины, какъ-разъ между концами дамбъ, существовалъ въ продолженіи 5 дней.

Собственно въ южномъ рукавѣ имѣлся на всемъ его протяженіи 26-ти-футовой фарватеръ съ наименьшею шириною 50 футъ. Вообще фарватеръ въ самомъ рукавѣ постепенно улучшался и въ настоящее время изъ общей его длины въ 10 миль, за исключеніемъ 1,2 миль, на всемъ остальномъ протяженіи по срединѣ фарватера имѣется даже глубина не менѣе 30 футовъ.

Между дамбами, на разстояніи около $\frac{2}{3}$ мили отъ ихъ концовъ, образовалась въ одномъ мѣстѣ яма, глубиною 98 футовъ, гдѣ раньше было всего около 40 футовъ глубины.

Промѣры въ 1881—82 гг. были произведены на разстояніи до 7 миль отъ берега до линіи 300-футовой глубины, причемъ выяснились измѣненія морскаго дна, происшедшія съ 1876 года до настоящаго времени. На приложенномъ при семъ чертежѣ показаны сравнительныя профили за 1876, 1879 и 1882 года и планъ части Мексиканскаго залива съ обозначеніемъ линіи равныхъ глубинъ по послѣднимъ промѣрамъ.

Часть поверхности моря, непосредственно за концами дамбъ, была разбита на участки, числомъ 21, какъ показано на чертежѣ 1. Для каждаго изъ этихъ участковъ была опредѣлена величина средняго углубленія или обмелѣнія его. На черт. 2 показаны измѣненія дна въ футахъ за 1881—1882 годъ; черт. 3 показываетъ измѣненія дна въ тѣхъ же участкахъ за время съ 1876 до 1882 годовъ. Участки, въ которыхъ произошло обмелѣніе, оттѣнены пунктиромъ, а въ участкахъ, оставленныхъ несоттѣненными, глубина увеличилась.

Слѣдующая таблица показываетъ болѣе подробно результаты произведенныхъ ежегодно промѣровъ:

№ участка.	Площади участковъ въ квадрат. футахъ.	Среднія глубины участковъ въ футахъ.							Среднія глубины на всей площади въ разные годы.	
		1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	Время производства промѣровъ.	Глубина въ футахъ.
1	3.359.484	98,000	86,300	93,13	89,47	93,87	88,68	86,84	Іюнь 1876	60,78
2	1.951.904	73,000	76,430	78,12	71,79	70,05	70,50	69,82		
3	3.203.900	72,524	73,458	72,38	69,32	67,91	70,11	68,02		
4	1.771.511	67,455	67,877	66,40	61,32	61,92	63,46	60,37	Іюнь 1877	60,38
5	3.195.900	75,324	73,319	77,60	74,26	76,47	72,21	71,52		
6	1.951.904	76,724	81,000	75,34	74,12	75,57	71,81	72,82		
7	3.146.568	63,630	62,450	66,38	62,66	63,57	59,82	56,25	Іюль 1878	62,18
8	1.177.965	58,400	59,500	59,74	58,30	58,62	53,23	52,41		
9	1.911.590	53,783	53,892	56,30	56,58	52,63	50,59	50,05		
10	1.804.280	47,934	48,845	51,83	47,70	49,12	49,41	45,96	Іюль 1879	59,62
11	1.910.900	52,482	54,075	56,38	54,54	54,80	53,53	50,63		
12	1.177.965	50,563	52,144	49,97	51,05	50,75	48,35	46,75		
13	2.664.385	36,803	38,435	39,57	40,35	39,67	36,34	36,99	Іюнь 1880	59,74
14	354.931	31,464	37,020	35,00	34,73	33,63	32,76	33,47		
15	196.900	35,200	36,325	40,01	40,26	35,26	33,11	34,26		
16	395.320	33,377	36,471	35,92	39,01	37,43	33,74	36,47	Іюнь 1881	57,36
17	1.678.310	29,280	33,256	32,20	33,16	32,64	30,32	28,18		
18	390.660	31,444	32,915	34,00	35,92	33,07	29,75	31,22		
19	195.900	37,083	35,100	39,43	39,47	37,69	37,17	41,78	Іюнь 1882	56,06
20	354.931	35,654	36,850	37,20	33,47	32,99	29,62	29,36		
21	1.942.785	35,012	31,723	36,50	30,93	28,17	22,55	22,97		

Общая площадь всѣхъ 21 участковъ составляетъ 34.717,993 кв. фут. = 1,2453 кв. мили = 2,8341 кв. версты.

На всей площади:

			Съ лѣта.	До лѣта.	Футовъ.
Величина	средняго	обмелѣнія	1876 года	1877 года	0,40
„	„	углубленія	1877 „	1878 „	1,80
„	„	обмелѣнія	1878 „	1879 „	2,56
„	„	углубленія	1879 „	1880 „	0,12
„	„	обмелѣнія	1880 „	1881 „	2,38
„	„	„	1876 „	1881 „	3,42
„	„	„	1881 „	1882 „	1,30
„	„	„	1876 „	1882 „	4,72

Общее количество наносовъ, сложившихся за послѣдніе шесть лѣтъ на площади всѣхъ 21 участковъ, равняется 477,169 куб. саж.

Состояніе всѣхъ сооружений въ продолженіи отчетнаго года было весьма удовлетворительно, и поэтому ремонтныхъ работъ требовалось очень не много. Что касается произведенныхъ за послѣдній годъ новыхъ работъ, то и онѣ, какъ по количеству, такъ и по размѣрамъ, были сравнительно незначительны. У входа въ южный рукавъ новыхъ работъ совсѣмъ не было произведено. Всѣ построенныя раньше въ этомъ мѣстѣ сооружения заносились все болѣе пескомъ и отъ этого пріобрѣтали еще болѣшую прочность. У каждаго изъ побочныхъ рукавовъ: „Bayou Grande“ и „Picaune Bayou“ построено по одной новой плотинѣ. На главныхъ дамбахъ подсыпано немного камня и къ нимъ пристроены небольшіе поперечные траверсы, для задержанія наносовъ. Съ тою же цѣлью во многихъ мѣстахъ были поставлены плетни изъ кольевъ и фашинъ, съ каменною за ними загрузкою. Общая длина вновь построенныхъ плетней достигаетъ до 1-й мили.

Къ отчету приложены оффиціальныя акты свидѣтельства, составленные правительственнымъ инспекторомъ для констатированія размѣра глубины, существовавшей въ продолженіи года въ разныхъ мѣстахъ улучшаемаго южнаго рукава.

Э. Гершельманъ.

Х Р О Н И К А.

Определение скорости движения поѣздовъ. При разъѣздахъ по линіи различными поѣздами, я обыкновенно старался разными способами опредѣлить скорость движенія таковыхъ въ данный моментъ и между прочими нашелъ теперь слѣдующій очень практическій и легкій способъ опредѣленія ея *прямо по числу стыковъ рельсовъ на пути*, основанный на томъ, что, при движеніи поѣздовъ, удары колесъ на стыкахъ рельсовъ, при наблюденіи, всегда можно замѣтить и что длина рельсовъ, будучи на извѣстныхъ участкахъ однообразна, обыкновенно извѣстна.

И такъ, принимая:

x = искомому числу стыковъ рельсовъ,

t = соотвѣтствующему x времени въ секундахъ,

s = пройденному поѣздомъ въ часъ пути,

v = искомой скорости въ верстахъ въ часъ,

l = длинѣ рельсовъ въ футахъ,

получимъ $s = 60.60. \frac{x}{t} l = 3600 \frac{x}{t} l$

$$v = \frac{s}{7 \times 500} = \frac{s}{3500}, \text{ откуда}$$

$$1) \ v = \frac{3600x}{3500 t} l = \frac{36x}{35t} l$$

и такъ какъ скорость опредѣляемъ прямо по числу стыковъ, т. е. $v = x$, то изъ формулы (1) получимъ:

$$t = \frac{36}{35} l = l + \frac{1}{35} l,$$

т. е. для опредѣленія скорости движенія поѣздовъ достаточно: къ длинѣ рельса въ футахъ прибавить $\frac{1}{35}$ этой же длины, что со-

ставитъ число секундъ, во время которыхъ колесо ударитъ (пройдетъ) по числу стыковъ, равному скорости поезда, въ верстахъ въ данный моментъ.

$$\text{Напримѣръ, при } l = 28', \quad t = 28 + \frac{23}{35} = 29'';$$

значитъ, необходимо наблюдать число ударовъ какого нибудь колеса (оси) по стыкамъ въ продолженіи 29 секундъ и это число = скорости v въ данный моментъ.

Инж. Миллеръ.

Сравненіе стоимости расходовъ обыкновеннаго паровоза и дѣйствующаго перегрѣтымъ паромъ, и употребленіе длинныхъ рельсъ. Въ L'Ingenieur Conseil (Брюссель и Парижъ, августъ 31) помѣщена статья о „механическомъ усиленіи тяги на конныхъ желѣзныхъ дорогахъ“, которая посвящена главнымъ образомъ сравненію стоимостей работъ: машины, работающей автоматически перегрѣтою водою (an automatic superheated water machine), системы „Compound“ спеціальнаго типа, съ одной стороны, и обыкновеннаго паровоза съ другой. Разобравъ всѣ подробности касательно снабженія, службы, и процента на капиталъ, получаемъ тотъ выводъ, что при обыкновенномъ паровозѣ стоимость на поѣздо-милю равняется 18 фунт. 2 шиллинг., тогда какъ при паровозѣ Honigsmann'a стоимость эта лишь 15 фунт. 12 шил., т. е. получается сбереженіе въ 2 фунта 10 шил. на поѣздо-милю. Главными элементами этого сбереженія являются: уничтоженіе кочегара и уменьшеніе мертваго вѣса машины, а слѣдовательно и потребленія каменнаго угля.

Въ томъ же журналѣ Mr. Masson помѣстилъ статью объ употребленіи рельсъ большой длины, которые онъ энергично защищаетъ. Его положенія основываются на слѣдующемъ: многочисленность стыковъ—какъ это вообще извѣстно—ослабляютъ путь, а потому чѣмъ больше можно уничтожить ихъ, тѣмъ лучше; вмѣстѣ съ этимъ, такъ какъ стальные рельсы изнашиваются равномерно, то они очень пригодны, чтобы дѣлать ихъ бо́льшей длины. Послѣ разбора этого вопроса въ частности, онъ заключаетъ свою статью совѣтомъ примѣнить на французскихъ желѣзныхъ дорогахъ стальные рельсы 15 метровъ (48 фут. 9 дюйм.) длины, вѣсящій 11 центнеровъ и 88 фунтовъ. (*Engg.*).

Электрическіе дилижансы въ Парижѣ. Недавно было опубликовано нѣсколько официальныхъ свѣдѣній относительно опытовъ въ Парижѣ съ дилижансами, двигаемыми посредствомъ „storage“

батарей. Дилижансъ, приводившійся въ движеніе, былъ большаго типа на пятьдесятъ два пассажира, постройки Главнаго общества омнибусовъ въ Парижѣ, и предназначавшійся для конной тяги. Инженеръ Raffard, который производилъ опыты, помѣстилъ динамомашину (Сименса типъ D_2) подъ поломъ кареты у самой рамы. Этотъ двигатель получаетъ электрическій токъ отъ 80 аккумуляторовъ, помѣщаемыхъ подъ сидѣніями дилижанса. Отъ этого двигателя, посредствомъ ремня и шкива съ дифференціальнымъ ходомъ, передается движеніе промежуточной оси, которая сообщаетъ его двумъ зубчатымъ зацепленіямъ съ безконечными колѣнчатыми цѣпями и зубчатками, насаженными на колеса дилижанса.

24 іюня 1883 г. дилижансъ съ тридцатью пассажирами оставилъ Національную площадь въ Парижѣ въ 4 часа и прибылъ въ „La muette“, близъ воротъ въ Булонскій лѣсъ, чрезъ наружный бульваръ, въ 5 час. 20 минутъ. Послѣ получасовой остановки, дилижансъ вернулся къ „La Nation“ въ 7 часовъ, проѣхавъ 32 километра со среднею скоростью отъ 11 до 12 километровъ въ часъ. Весь вѣсъ дилижанса съ 80 аккумуляторами, каждый въ 30 килограммовъ, составляетъ около 9 тоннъ. Средній токъ былъ 35 „ampères“ на 160 „volts“ Слѣдовательно, электрическая работа, производимая двигателемъ, равнялась: $\frac{35 \times 160}{746} = (\text{около}) 7$ лошадиныхъ силъ, въ теченіи $2\frac{1}{2}$ часовъ, и при этомъ аккумуляторы все еще не были истощены. Во второмъ опытѣ, на Елисейскихъ поляхъ, дилижансъ двигался безразлично по рельсамъ и по шоссе. (ib.).

Постройка паровозовъ въ Соединенныхъ Штатахъ Америки. Директоромъ одного изъ обширныхъ паровозныхъ заводовъ въ Патерсонѣ, въ Нью-Джерсей, сообщены слѣдующія свѣдѣнія относительно паровозо-строенія въ Соединенныхъ Штатахъ.

Капиталь, вложенный на постройку паровозовъ въ этой странѣ, простирается до 12.000.000 долларовъ, которые распредѣляются между 12 или 15 обществами. Пять этихъ заводовъ находятся въ Новой Англіи (New England), четыре — въ Нью-Йоркскомъ штатѣ, два или три — въ Пенсильваніи и три въ Патерсонѣ. Надо полагать, что при этомъ дѣлѣ находится около 4.000 рабочихъ, и наивысшій ихъ заработокъ составляетъ отъ 15 до 20 долларовъ еженедѣльно. Одна лишь компанія выпускаетъ въ недѣлю 5 паровозовъ, другія же по три. Всѣ паровозы приблизительно въ 48 тоннъ. Относительно конструкціи паровозовъ за послѣдніе годы были сдѣланы существенныя улучшенія. Тотчасъ послѣ денежнаго

кризиса, вопросъ объ экономіи сталъ самымъ насущнымъ, и все стараніе было направлено къ тому, чтобы увеличить силу тяги паровозовъ. Результатомъ этого было то, что усиленіе тяги въ 12.000 или 13.000 фунт., бывшее десять лѣтъ тому назадъ, было доведено до 20.000 фунт. Такимъ образомъ, три паровоза современнаго типа могутъ произвести ту же работу, что 5 паровозовъ типа, бывшаго десять лѣтъ тому назадъ. Сдѣланы также измѣненія въ размѣрахъ цилиндровъ и ведущихъ колесахъ; послѣднихъ теперь дѣлается восемь, вмѣсто шести колесъ, какъ это было въ прежнихъ паровозахъ. Торговля Соединенныхъ Штатовъ паровозами является большею частью внутреннею, хотя иногда паровозы вывозятся въ Южную Америку, а также были отправляемы въ Испанію *).

(ib.).

Эмалированные водопроводныя трубы. Почва города Берлина въ настоящее время оказывается настолько пропитанною нечистотами, что вода, доставляемая изъ верхнихъ слоевъ ея колодцами, не годится для питья, и поэтому вырываемые вновь колодцы въ этомъ городѣ приходится опускать глубже, въ слой дилuvia, лежащій подъ аллювіемъ верхнихъ слоевъ и состоящій изъ мелкозернистаго песка, смѣшаннаго съ кусками мергеля и извести. Въ этомъ слоѣ находятъ превосходную воду, съ обильнымъ содержаніемъ углекислоты. Но при этомъ натолкнулись на одно неудобство, котораго не было, когда воду брали изъ аллювія. Именно, при устройствѣ глубокихъ колодцевъ, пришлось закладывать всасывающія трубы изъ чугуна, причемъ обнаружилось, что почти во всѣхъ колодцахъ, доставлявшихъ сначала своего устройства превосходную воду, послѣдняя со временемъ ухудшалась качествомъ и наконецъ становилась совершенно негодною къ употребленію. Причина этого явленія заключается въ томъ, что вода, содержащая въ большомъ количествѣ углекислоту, дѣйствуетъ на металлъ. Образуется углекислая окись желѣза, которая, при выдѣленіи вновь углекислоты, превращается въ водную окись желѣза. Отъ этого процесса вода становится мутною, приобретаетъ дурной вкусъ и непріятный запахъ. Поэтому оказалось необходимымъ покрывать поверхность трубъ нерастворимою въ водѣ эмалью. Но обыкновенная эмаль, употребляемая для покрытія чугуна, не можетъ быть примѣнена въ этомъ случаѣ, такъ какъ чугунныя трубы приготовляются обыкновенно изъ весьма лег-

*) И Россію: на желѣзныя дороги Курско-Харьково-Азовскую и Орловско-Грязскую.

коплавкаго чугуна, и, слѣдовательно, трубы пришлось-бы покрывать стеклянной глазурью, къ которой для легкоплавкости надо прибавить свинца. Глазурь-же, содержащая свинецъ, въ этомъ случаѣ еще вреднѣе, чѣмъ совершенно неглазурованные трубы. Теперь на желѣзодѣлательномъ заводѣ Marienhütte у Котценау удалось найти, для покрытія чугунныхъ водопроводныхъ трубъ, такой составъ, который вполне удовлетворяетъ условіямъ хорошей эмали. На поверхность сердечника, вставляемаго въ форму, приготовленную для отливанія трубъ, наносится слой легкоплавкой смѣси извести, глинозема и силикатовъ. При отливаніи трубы эта смѣсь плавится подъ вліяніемъ высокой температуры, и при охлажденіи трубы, плотно пристаетъ къ ея внутренней поверхности. Какъ показалъ опытъ, этотъ слой вполне сопротивляется дѣйствию воды, содержащей въ растворѣ углекислоту. Для испытанія трубъ предварительно было опредѣлено содержаніе желѣзной окиси въ водѣ берлинскихъ водопроводовъ. Это количество оказалось 3 грамма на кубическій метръ. Затѣмъ вода, взятая изъ водопровода, пропитывалась избыткомъ углекислоты, насколько она могла его принять безъ давленія, и эта насыщенная углекислотой вода сохранялась въ теченіи 4 дней въ эмалированныхъ и не эмалированныхъ трубахъ. Затѣмъ вновь опредѣлили содержаніе въ водѣ желѣзной окиси, которое оказалось для воды изъ эмалированныхъ трубъ—4 грамма на кубическій метръ, а для воды изъ неэмалированныхъ трубъ --- 302 грамма на кубическій метръ. Этотъ поразительный результатъ представляетъ вѣрное доказательство того, что употребленная эмаль дѣйствительно предохраняетъ матеріалъ трубъ отъ дѣйствія углекислоты.

При сооруженіи берлинской ратуши были также употреблены покрытыя эмалью трубы изъ того-же завода Marienhütte, для водопроводовъ и отвода нечистотъ. Трубы эти лежатъ уже двадцать лѣтъ и, какъ кажется, до сихъ поръ хорошо сохранились. (Glaser's Annalen).

О конструкціи крестовинъ. Крестовины, образующія составную часть переводовъ и скрещеній рельсовыхъ путей, требуютъ особой тщательности при ихъ изготовленіи и пользованіи ими, такъ какъ въ этихъ мѣстахъ путь прерывается и колеса частью переходятъ съ рельсъ на другія части или контръ-рельсы.

Поэтому желѣзнодорожная техника давно уже обратила особенное вниманіе на конструкцію крестовинъ. Бывшія раньше въ общемъ употребленіи чугунныя крестовины отличались непродолжительностью службы. Немного дольше служили крестовины, состав-

ленные изъ рельсъ, хотя и въ нихъ нѣкоторыя части весьма быстро изнашивались, въ особенности острія ихъ, такъ что съ увеличеніемъ нагрузки на паровозныя оси оказалось необходимымъ прибѣгнуть къ болѣе прочнымъ конструкціямъ.

Въ періодъ перехода отъ желѣзныхъ рельсъ къ стальнымъ были сдѣланы опыты конструкціи крестовинъ съ закаленными или наваренными сталью остріями, или-же съ совершенно стальными остріями. Но эти крестовины большею частью имѣли общій недостатокъ, состоящій въ отсутствіи достаточной связи между частями, а потому онѣ вскорѣ были оставлены.

Въ настоящее время употребляются почти исключительно:

1. Крестовины съ среднею частью, составленной изъ стальныхъ рельсъ, которые послѣ надлежащей обработки укрѣпляются на желѣзной подкладкѣ и соединяются посредствомъ болтовъ и распорокъ или прокладокъ.
2. Крестовины, отливаемые изъ чугуна въ желѣзной формѣ, съ закалкою поверхности частей, служащихъ для направленія и веденія колесъ.
3. Крестовины изъ литой стали, которыя большей частью устроятся такой формы, что ихъ можно перевернуть, и укрѣпляются на желѣзной подкладкѣ.

При конструкціи частей переводовъ и крестовинъ, слѣдуетъ прежде всего имѣть въ виду, что безопасность движенія требуетъ неизмѣняемости и вѣрности рельсоваго пути, и поэтому крестовина и отдѣльныя ея части должны быть прочно и неизмѣняемо связаны, какъ между собой, такъ и съ примыкающими къ нимъ рельсами.

Затѣмъ еще желательны: возможная долговѣчность, легкость, для сохраненія надлежащей упругости пути, несложность приготовленія и дешевизна.

Въ крестовинахъ, устроенныхъ изъ рельсъ, связью между остріемъ и такъ называемыми угловатыми рельсами служатъ обыкновенно болты и распорки, и вся штука укрѣпляется на желѣзной подкладкѣ.

При ѣздѣ по такой крестовинѣ, давленіе колеса переходитъ съ угловатаго рельса на остріе или наоборотъ. При этомъ нагрузка дѣйствуетъ сначала на одну, затѣмъ на другую часть, и одновременно съ этимъ происходитъ прогибъ рельсовъ, острія и подкладки. Въ то время, когда одна изъ частей опускается подъ давленіемъ колеса, другая часть, освобожденная отъ этого давленія, стремится подняться и занять первоначальное положеніе. Если припомнить.

что обыкновенные стыки рельсовъ, подвергающіеся далеко меньшему напряженію, представляющіе притомъ болѣе удобную и сильную конструкцію, скоро приходятъ въ разстройство, то легко видѣть, что и въ крестовинахъ, составленныхъ изъ рельсовъ, непремѣнно должно происходить въ скоромъ времени измѣненіе относительнаго положенія рельсовъ и острія.

Какъ всегда можно замѣтить на практикѣ, въ этомъ мѣстѣ происходитъ значительное сдвигеніе одной относительно другой упомянутыхъ частей, и вслѣдствіе этого быстрое изнашивание и ослабленіе ихъ соединенія, что не только требуетъ тщательнаго надзора за этими частями и частаго подтягиванія гаекъ, но и приводитъ со временемъ къ разстройству правильности положенія крестовины. Поэтому при изслѣдованіи подобныхъ крестовинъ, которыя долгое время лежали на пути, обыкновенно находятъ, что связи ихъ разстроились, распорки или клинья повреждены въ мѣстахъ ихъ соприкасанія съ крестовиной, остріе приняло боковое положеніе, рельсы носятъ слѣды односторонняго истиранія отъ ребордъ колесъ и пр.

Поэтому этого рода крестовины не удовлетворяютъ требованію продолжительнаго сохраненія правильности рельсоваго пути, что необходимо для безопасности движенія.

При вступленіи поѣзда на эти крестовины большею частью происходитъ сильный стукъ, указывающій на ослабленіе соединеній, а также нерѣдко замѣчаются боковые удары, происходящіе отъ неправильнаго положенія частей. Въ остальномъ-же проходъ поѣзда по этимъ крестовинамъ совершается съ достаточною эластичностью и мягкостью, вслѣдствіе незначительной массы частей, подвергающихся непосредственному дѣйствію колесъ. Но изнашивание этихъ крестовинъ, по причинѣ частой неправильности въ положеніи частей, происходитъ довольно скоро.

Въ этихъ крестовинахъ трудно достигнуть совершенно точнаго изготовленія, такъ какъ входящіе въ составъ ихъ угловатые рельсы приходится гнуть отдѣльно, по шаблонамъ, а острія изготовляются также отдѣльно. Стоимость приготовленія такой крестовины немногимъ менѣе стоимости крестовинъ изъ литой стали.

Совершенно другія свойства обнаруживаютъ крестовины, отливаемые изъ чугуна съ закалкою краевъ. Продолжительная правильность положенія ихъ на пути обеспечивается тѣмъ, что ведущія и направляющія части ихъ составляютъ одно цѣлое, а также ихъ значительнымъ вѣсомъ; главный-же недостатокъ ихъ заключается въ

ихъ массивности, которая почти уничтожаетъ желательную упругость пути. Извѣстно, что, при ударахъ, болѣе легкій предметъ испытываетъ болѣе сильное сотрясеніе; но такъ какъ подобная крестовина вѣситъ среднимъ числомъ 500—600 килограммовъ, а половина вѣса вагонной оси вмѣстѣ съ вѣсомъ колеса и обода составляетъ всего 400—450 килограммовъ, то ясно, что, при проходѣ по крестовинѣ поѣзда, сотрясеніе будетъ сообщаться преимущественно колесамъ, а отъ нихъ подвижному составу. Поэтому ѣзда по этимъ крестовинамъ обыкновенно жестка, и удары по нимъ колесъ даютъ рѣзкій и твердый звукъ. Эти крестовины довольно мало изнѣживаются, если только поверхность направляющихъ частей сдѣлана однообразно твердою, но многія изъ этихъ крестовинъ дѣлаются негодными, вслѣдствіе поломки остріевъ. Это обстоятельство побудило нѣкоторыя желѣзныя дороги ввести у себя крестовины изъ чугунныхъ подушекъ съ положенными на нихъ брусками изъ стали. Что касается изготовленія этихъ крестовинъ, то правильность ея обезпечивается тѣмъ, что онѣ отливаются по вѣрнымъ моделямъ; стоимость-же ихъ приготовленія меньше стоимости другихъ крестовинъ.

Крестовины изъ литой стали имѣютъ важнѣйшія преимущества обѣихъ вышепересмотрѣнныхъ системъ, не обладая ихъ недостатками.

Правильность этихъ крестовинъ достигается ихъ приготовленіемъ изъ одного куска, а свойства матеріала позволяютъ придать имъ вѣсъ въ 300—350 килограммовъ, что значительно меньше давленія на полуосъ вагона, такъ что ѣзда по этимъ крестовинамъ совершается съ достаточною мягкостью. Продолжительность службы крестовинъ изъ литой стали увеличивается особенно тѣмъ, что, когда одна сторона изнѣжена, ихъ можно перевернуть на другую сторону. Стоимость ихъ приготовленія почти равна стоимости приготовленія крестовинъ изъ стальныхъ рельсъ.

Относительно литыхъ крестовинъ иногда высказывается мнѣніе, что углы ихъ нельзя дѣлать такими-же острыми, какъ въ выковываемыхъ крестовинахъ, безъ опасенія поломки этихъ остріевъ. На это слѣдуетъ замѣтить, что эта острота угла не имѣетъ существеннаго значенія ни для поддержанія, ни для направленія колесъ подвижнаго состава, такъ какъ дѣйствующимъ при движеніи поѣзда силамъ могутъ вообще оказывать надлежащее сопротивленіе только сильныя конструктивныя части, поэтому особенное заостреніе конца крестовинъ имѣетъ только теоретическое значеніе.

Изъ свѣдѣній, собранныхъ въ 1878 году на германскихъ же-

лѣзныхъ дорогахъ о практической цѣлесообразности разныхъ конструкций крестовинъ, и изъ большинства отзывовъ этихъ дорогъ, оказывается, что, изъ трехъ разсмотрѣнныхъ выше системъ, во всѣхъ отношеніяхъ заслуживаютъ предпочтенія крестовины изъ литой стали. (ib.).

Вопросъ о сравнительныхъ достоинствахъ желѣзныхъ дорогъ и каналовъ, который долго еще останется спорнымъ, всегда вновь возникаетъ, когда, при проектированіи новыхъ путей сообщенія, представляется выборъ между этими двумя способами. Теперь предметъ этотъ сталъ вновь обсуждаться въ Германіи, по поводу предлагаемаго проекта проведенія новой сѣти каналовъ въ Сѣверной Германіи. Такъ какъ этотъ сложный вопросъ, затрагивающій многія области промышленности и народной экономіи, имѣетъ чрезвычайную важность и для нашего отечества, то считаемъ небезполезнымъ отмѣтить у насъ нѣкоторыя высказываемыя по этому поводу мнѣнія, наиболѣе заслуживающія вниманія. На этотъ разъ остановимся на весьма интересной замѣткѣ по этому поводу, помѣщенной въ одномъ изъ послѣднихъ выпусковъ изданія „Glaser Annalen“, лицомъ, какъ видно, близко стоящимъ къ обсуждаемому предмету. Авторъ главнымъ образомъ пытается выяснить, въ какой мѣрѣ возможно, улучшеніемъ способовъ эксплуатаціи желѣзныхъ дорогъ, сообщить имъ тѣ преимущества, которыя имѣютъ передъ ними водяные пути сообщенія. Хотя нельзя сказать, чтобъ въ этой замѣткѣ вопросъ былъ достаточно исчерпанъ, однако въ ней выясняются нѣкоторыя стороны предмета, представляющіяся наиболѣе важными при его обсужденіи.

Прежде всего оказывается, что, при сравненіи желѣзныхъ дорогъ съ каналами, къ нимъ обыкновенно прилагаютъ не одну и ту же мѣру, причемъ въ одномъ отношеніи отъ каналовъ требуютъ больше, чѣмъ отъ желѣзныхъ дорогъ. Именно, при проектированіи новыхъ желѣзныхъ дорогъ, имъ ставятъ требованіе, чтобы доставляемый ими доходъ, покрывая расходъ по эксплуатаціи, давалъ еще достаточный процентъ на строительный капиталъ, между тѣмъ какъ отъ каналовъ, по старой привычкѣ, требуютъ только возвращенія расходовъ по эксплуатаціи.

Ясно, что при этомъ тарифъ желѣзной дороги получается значительно выше, между тѣмъ, какъ стоимость перевозки по каналу представляется чрезвычайно низкою.

Но при настоящемъ знаніи политической экономіи, это „историческое“ отношеніе къ предмету явно невѣрно; такъ какъ, при

примѣненіи рассчитанныхъ на этомъ основаніи тарифовъ, проценты на основной капиталъ, которые при перевозкѣ грузовъ по желѣзной дорогѣ уплачиваются самими грузоотправителями, при перевозкѣ по каналу, если только послѣдній не сооруженъ на средства самихъ грузоотправителей, падаютъ на государство и, слѣдовательно, на все народонаселеніе, уплачивающее государственные налоги.

Поэтому въ то время, какъ при желѣзной дорогѣ происходитъ совершенно справедливое распредѣленіе уплаты процентовъ, изъ которыхъ каждый уплачиваетъ ровно ту часть, которая соотвѣтствуетъ его матеріальному интересу въ дѣлѣ перевозки, при каналѣ это распредѣленіе оказывается нецѣлесообразнымъ и противорѣчащимъ современнымъ правовымъ понятіямъ, такъ какъ съ одной стороны при сооруженіи канала нѣтъ возможности привлечь будущихъ товарохозіевъ къ участию въ составленіи капитала въ такой мѣрѣ, которая соотвѣтствуетъ ихъ будущему участию въ провозѣ грузовъ, а съ другой—остатокъ все-таки приходится уплачивать людямъ, которыхъ это дѣло весьма мало касается.

Затѣмъ желѣзная дорога, находящаяся въ распоряженіи государства, представляетъ для него опредѣленной величины цѣнность, годную для залога при займахъ, между тѣмъ какъ построенный при вышесказанныхъ условіяхъ каналъ не имѣетъ значенія цѣнности, не принося никакого дохода. Поэтому выпущенные для составленія строительнаго капитала облигаціи остаются безъ гарантіи, имѣя обезпеченіемъ не какую-нибудь опредѣленную цѣнность, а въ лучшемъ случаѣ—податную силу страны, которая должна возрастать съ развитіемъ сообщенія, слѣдовательно въ сравненіи съ желѣзнодорожными займами гораздо менѣе обезпечены. Поэтому съ точки зрѣнія финансовой политики неудобно считать недоходнымъ капиталъ, употребляемый на сооруженіе канала. Это было-бы возможно только въ томъ случаѣ, если-бы государство обладало свободными капиталами, не имѣя для нихъ примѣненія. Но этого въ настоящее время не существуетъ.

Изъ вышесказаннаго вытекаетъ несомнѣннымъ слѣдствіемъ, что и при проведеніи канала слѣдуетъ имѣть въ виду такіе тарифы, которые давали-бы, сверхъ покрытія расходовъ по эксплуатаціи, соотвѣтственный процентъ на строительный капиталъ. Этимъ съ одной стороны достигнется справедливое распредѣленіе уплаты процентовъ, а съ другой—каналъ пріобрѣтетъ значеніе цѣнности, годной для залога при займѣ строительнаго капитала.

Различные политическіе интересы страны и матеріальная польза

для населенія, зависящія отъ увеличенія числа путей сообщенія, могутъ при этомъ быть приняты во вниманіе тѣмъ, что государство будетъ довольствоваться умѣреннымъ процентомъ на строительный капиталъ, покрывая разницу между доходомъ и обычнымъ процентомъ изъ средствъ другихъ государственныхъ доходовъ.

Такимъ образомъ можно удовлетворить справедливой потребности нѣкоторыхъ районовъ, нуждающихся въ путяхъ сообщенія, при помощи государства, не обременяя излишне все податное населеніе въ пользу однихъ товаротправителей.

Чтобы указать, какое значеніе имѣютъ для желѣзнодорожныхъ тарифовъ проценты на строительный капиталъ, замѣтимъ, напр., что изъ доходовъ всѣхъ германскихъ желѣзныхъ дорогъ въ 1881 г. 53 процента были употреблены на покрытіе расходовъ по эксплуатациіи, а остальные 47 процентовъ пошли на уплату за капиталъ, въ размѣрѣ 4,45 проц. послѣдняго. Изъ этого видно, что, не считая уплаты процентовъ на капиталъ, можно было-бы понизить общій тарифъ на 47 процентовъ.

Но кромѣ этого, водяные пути сообщенія имѣютъ еще нѣкоторыя преимущества передъ желѣзными дорогами въ отношеніи способовъ провоза грузовъ, дающія первымъ возможность довольствоваться болѣе дешевымъ фрахтомъ.

Чтобы убѣдиться, въ какой мѣрѣ эти преимущества можно было-бы сообщить и желѣзнымъ дорогамъ, намъ придется сравнить способы провоза грузовъ по водянымъ и желѣзнымъ путямъ, причемъ примемъ во вниманіе только массовую перевозку, не считая кладей, перевозимыхъ на небольшія разстоянія.

На водяныхъ путяхъ транспортированіе товаровъ производится владѣльцами судовъ, при существованіи свободной конкуренціи. Поэтому дѣло отправителей—заботиться о своевременномъ отправленіи своихъ товаровъ. Стоимость фрахта регулируется естественнымъ образомъ спросомъ и предложеніемъ. Поэтому при сильномъ движеніи цѣна провоза повышается, а при слабомъ—понижается. Вслѣдствіе этихъ обстоятельствъ, отправитель принужденъ сообразовать время отправленія своихъ транспортовъ съ существующими средствами сообщенія, и движеніе регулируется колебаніемъ тарифа. Такимъ образомъ устанавливается наивыгоднѣйшее пользованіе перевозочными средствами, что въ свою очередь отзывается удешевленіемъ тарифа.

На желѣзныхъ дорогахъ движеніе, напротивъ, совершается, по постояннымъ тарифамъ; дорога фактически принуждена провозить

грузы, доставляемые ей въ разное время весьма неравномѣрно, и поэтому она должна сообразовать свой подвижной составъ и прочія средства сообщенія съ максимальнымъ движеніемъ. Но такъ какъ самое дѣятельное движеніе массовыхъ грузовъ происходитъ на большинствѣ желѣзныхъ дорогъ осенью, то въ остальное время года средства дороги эксплуатируются недостаточно, отчего расходы дороги, а слѣдовательно и тарифы, необходимо возрастаютъ. Затѣмъ суда на каналѣ обыкновенно идутъ съ полнымъ грузомъ къ одному мѣсту назначенія. На желѣзной-же дорогѣ малѣйшее количество товаровъ отправляется тотчасъ и по разнымъ мѣстамъ назначенія.

Такимъ образомъ въ то время, какъ движеніе по водянымъ путямъ происходитъ весьма просто и каждая барка идетъ къ мѣсту своего назначенія, совершенно независимо отъ остальнаго движенія, въ каждомъ желѣзнодорожномъ поѣздѣ находятся вагоны различнѣйшаго назначенія, отчего движеніе значительно замедляется, усложняется и обходится дороже. Другими словами, распредѣленіе транспортовъ или „поѣздовъ“ по различнымъ мѣстамъ назначенія, которое въ каналѣ, благодаря естественнымъ условіямъ и свободному развитію движенія, совершается самымъ совершеннымъ способомъ, на желѣзныхъ дорогахъ или совершенно не существуетъ или-же совершается въ весьма ограниченной мѣрѣ.

Вотъ главные преимущества водяныхъ путей относительно способовъ перевозки. Остается разсмотрѣть, какимъ образомъ можно было-бы доставить эти преимущества и желѣзнымъ дорогамъ.

Регулированіе движенія грузовъ въ разные времена года, посредствомъ пониженія тарифовъ для большихъ отправокъ во время слабого движенія, принесло-бы большую пользу и въ желѣзнодорожной перевозкѣ, такъ какъ этимъ путемъ движеніе распредѣлилось-бы болѣе равномѣрно въ теченіи года и происходило-бы лучшее и болѣе экономное пользованіе подвижнымъ составомъ и вообще средствами дороги. Практиковавшіяся до сихъ поръ обращенія къ товароотправителямъ съ упоминаніемъ, чтобы они старались по возможности принаровить свои отправки до наступленія усиленнаго движенія, никогда не будутъ имѣтьжелаемаго успѣха, такъ какъ накопленіе большихъ запасовъ приносить товаровладѣльцу потерю процентовъ, плату за складъ и проч. Эти потери были-бы вознаграждены пониженіемъ тарифа во время слабого движенія.

Соблюдаемое судовладѣльцами правило „лучше заработать меньше, нежели ничего“, во время слабого движенія, несомнѣнно весьма рационально и примѣненіе его на желѣзныхъ дорогахъ было-бы по-

лезно, какъ для нихъ, такъ и для товароотправителей. Конечно, практика должна указать, въ какомъ отношеніи слѣдуетъ измѣнить тарифы для различныхъ мѣсяцевъ.

Существующее на водяныхъ путяхъ раздѣленіе транспортовъ по мѣстамъ назначенія возможно съ соотвѣтственными измѣненіями примѣнить въ самыхъ обширныхъ размѣрахъ и къ желѣзнодорожному движенію, и здѣсь, какъ и на водяныхъ путяхъ, это будетъ имѣть слѣдствіемъ пониженіе тарифовъ.

При существующемъ способѣ движенія товарныхъ поѣздовъ, значительныя грузовыя отправленія, слѣдующія по главнымъ дорогамъ между значительными узловыми станціями, по необходимости должны останавливаться на большинствѣ станцій, чтобы маневрировать для отцѣпки и прицѣпки отдѣльныхъ вагоновъ. На большихъ узловыхъ станціяхъ эти маневры продолжаются иногда нѣсколько часовъ. Вслѣдствіе этого главное грузовое движеніе весьма замедляется и становится дорожѣ, принимая на себя издержки станціонной службы въ пользу грузовъ мѣстнаго и второстепеннаго движенія, преимущественно пользующихся этими станціями.

Поэтому было бы несравненно болѣе раціонально отправлять массовые грузы, перевозимые въ большомъ количествѣ и на большихъ разстояніяхъ, какъ на водяныхъ путяхъ, отдѣльными поѣздами, которые бы возможно менѣе останавливались и маневрировали на станціяхъ. Движеніе же между промежуточными станціями установить посредствомъ мѣстныхъ товарныхъ поѣздовъ.

Этотъ способъ, сколько извѣстно, достигъ нѣкотораго развитія только въ Англіи; въ другихъ же мѣстахъ онъ до сихъ поръ еще весьма мало примѣняется, а между тѣмъ онъ несомнѣнно представляетъ большія преимущества при массовой перевозкѣ грузовъ.

Отъ уменьшенія остановокъ на промежуточныхъ станціяхъ, первыхъ, увеличится скорость провоза груза на 30—60 процентовъ, безъ увеличенія скорости движенія поѣздовъ, чѣмъ достигнется болѣе раціональное и выгодное пользованіе подвижнымъ составомъ и служебнымъ персоналомъ.

Во-вторыхъ, промежуточные станціи при прохожденіи этихъ поѣздовъ будутъ освобождены отъ значительнѣйшей части службы движенія и маневровъ, такъ какъ на большихъ станціяхъ поѣзда эти будутъ пользоваться только главнымъ путемъ и сигналами, а на тѣхъ станціяхъ, гдѣ мѣняются паровозы, кромѣ того, и небольшою частью запасныхъ путей. Вслѣдствіе этого значительно уменьшатся издержки службы станцій, сравнительно съ примѣняемымъ

въ настоящее время способомъ движенія поѣздовъ, отчего опять уменьшится стоимость перевозки.

Слѣдовательно, при составленіи тарифовъ для подобныхъ поѣздовъ, расходы на устройство, содержаніе и службу промежуточныхъ станцій слѣдуетъ принимать во вниманіе только въ той мѣрѣ, которая соотвѣтствуетъ сигнализациі главнаго пути и службѣ тяги.

Изъ предыдущаго видно, что введеніе такихъ поѣздовъ будетъ имѣть слѣдствіемъ весьма значительное пониженіе расходовъ по движенію, а слѣдовательно и тарифовъ, безъ уменьшенія ихъ доходности.

Этимъ предлагаемый способъ отличается отъ другихъ дифференціальныхъ и исключительныхъ тарифовъ, которые устанавливаются безъ соображенія съ устройствомъ движенія, и поэтому обыкновенно представляютъ собою покровительство товароотправителямъ, въ ущербъ участвующему въ налогахъ населенію, не имѣя никакой правовой подкладки. Но исключительный тарифъ, сообразованный съ устройствомъ движенія и не понижающій его доходности, никому не вредитъ и поэтому не можетъ подвергаться нападкамъ заинтересованныхъ сторонъ, покоясь на основаніяхъ справедливости.

При устройствѣ подобныхъ поѣздовъ необходимо принимать во вниманіе прежде всего возможную экономію въ расходахъ движенія.

Въ то время какъ на водяныхъ путяхъ суда могутъ двигаться свободно, безъ соображенія съ общимъ движеніемъ, правильность, требуемая въ желѣзнодорожномъ движеніи, дѣлаетъ необходимымъ заранее опредѣленный порядокъ, чтобы, для уменьшенія расходовъ, пользованіе паровозами было самое полное. Поэтому поѣзда должны идти съ полнымъ грузомъ, т. е. въ составѣ обыкновенно не менѣе 100 осей, и каждый день долженъ быть отправленъ по крайней мѣрѣ одинъ поѣздъ; слѣдовательно, для введенія подобнаго поѣзда необходимо количество груза не менѣе 500 тоннъ ежедневно. Чтобы избѣгнуть непроизводительныхъ расходовъ, такіе поѣзда нельзя пускать двойною тягою (за исключеніемъ большихъ подъёмовъ); остающіеся вагоны должны быть оставлены до слѣдующаго поѣзда или ждать, пока не составится особенный экстренный поѣздъ съ полнымъ грузомъ. На стоимость транспорта это замедленіе въ отправкѣ нѣкоторой части вагоновъ отразится весьма мало, такъ какъ замедленіе, напримѣръ, на день вагона съ углемъ обходится (проценты и погашеніе капитала) около 80 пфенниговъ (около 25 коп.).

Сообразно съ этимъ срокъ доставки грузовъ, перевозимыхъ подобными поѣздами, долженъ для всѣхъ случаевъ быть довольно зна-

чительнымъ, хотя вообще, уже въ однихъ своихъ интересахъ, дороги будутъ перевозить эти грузы скорѣе, чѣмъ это дѣлается теперь.

Для подобныхъ поѣздовъ по расчету получится уменьшеніе издержекъ провоза, по обстоятельствамъ, отъ 20 до 30 процентовъ. Такъ какъ стоимость провоза грузовъ цѣлыми вагонами теперь считается 1,4—1,5 пфенниговъ на тоннокилометръ, а по Теллькампфу*) даже не болѣе 1,24, то при новомъ способѣ устройства движенія издержки провоза этихъ грузовъ понизятся до 1—1,1 пфенинга на вагонокилометръ. Низшій же тарифъ на естественныхъ водяныхъ путяхъ сообщенія, слѣдовательно не требующихъ процентовъ на строительный капиталъ, составляетъ 1,2—1,3 пфенинга на вагонокилометръ, т. е. значительно выше желѣзнодорожнаго тарифа, рассчитаннаго на тѣхъ же основаніяхъ, (*Glas. Ann.*).

Новый способъ пропитыванія шпалъ. Употребляемая теперь въ значительномъ количествѣ на французскихъ желѣзныхъ дорогахъ шпалы изъ буковаго дерева пропитываются, для предохраненія ихъ отъ гніенія, по новому способу, названному изобрѣтателемъ его, Джономъ Блитомъ, „термо-карболизаціей“. Способъ этотъ состоитъ въ слѣдующемъ:

Шпалы предварительно хорошо просушиваются, до того, чтобы кубическій метръ дерева вѣсилъ не болѣе 750 килограммовъ. (По требованіямъ французской Сѣверной желѣзной дороги шпалы должны готовиться изъ дерева, срубленнаго въ періодъ времени отъ ноября до конца марта. До пропитыванія шпалы должны быть окончательно отдѣланы для укладки на путь). Затѣмъ ихъ помещаютъ въ цилиндръ изъ листоваго желѣза, гдѣ онѣ подвергаются дѣйствию струи водянаго пара, смѣшаннаго съ парами креозотнаго масла. Это дѣйствіе продолжается отъ 5 до 10 минутъ, послѣ чего въ цилиндръ вводится креозотное масло въ достаточномъ количествѣ. Масло это, температура котораго должна быть не менѣе 60°, подвергается давленію до 5 атмосферъ, отъ заключеннаго въ котлѣ пара. Давленіе это поддерживается въ теченіи 20—30 минутъ, послѣ чего процессъ пропитыванія считается оконченнымъ. При этомъ каждая шпала, по предписаніямъ французской Сѣверной желѣзной дороги, должна принять въ себя не менѣе 11 килограммовъ креозотнаго масла. Размѣры этихъ шпалъ слѣдующіе: длина отъ 2,5 до 2,6 метра, ширина внизу отъ 0,22 до 0,32 метра, а высота отъ 0,12 до 0,16 метра.

*) „Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen“, 1883, № 77.

Креозотъ, употребленіе котораго предписывается французской Сѣверной желѣзной дорогой, долженъ состоять изъ смѣси летучихъ, тяжелыхъ продуктовъ, осаждающихся въ водѣ при очищеніи каменноугольнаго дегтя, получаемого на газовыхъ заводахъ. Этотъ креозотъ долженъ содержать по крайней мѣрѣ 6 процентовъ фениловой кислоты (*acide phénique*) или другихъ подобныхъ продуктовъ, растворимыхъ въ щелочахъ. Онъ долженъ растворяться въ бензинѣ и быть совершенно жидкимъ при 60° С.

По утвержденію изобрѣтателя, этотъ способъ имѣетъ весьма полезное вліяніе на сохраненіе дерева, а особенно бука. Нѣмецкіе инженеры находятъ этотъ способъ недостаточнымъ и предпочитаютъ ему обыкновенный способъ пропитыванія дерева при высокомъ давленіи помощію жидкаго креозотнаго масла. (ib.).

Открытие канатной дороги Territet Montreux-Glion праздновалось 18 августа 1883 г. (по новому стилю). Дорога построена инженеромъ Риггенбахомъ; длина ея 680 метр. и разность отѣтокъ нижней и верхней станціонныхъ площадокъ составляетъ 304 метра. Нижняя часть дороги, на протяженіи 120 метровъ, имѣетъ подъемъ въ 30°, а остальная часть подымается подъ угломъ въ 57° вплоть до верхней площадки. Время проѣзда изъ Территэ въ Гліонъ (Риги-Водуа) занимаетъ отъ 8—10 минутъ, тогда какъ на лошадяхъ нужно было ѣхать часъ. (Schweizerische Bauzeitung).

Куполъ изъ прессованной бумаги, четвертый въ Америкѣ, поставленъ на обсерваторіи Columbia-College въ Нью-Йоркѣ. Онъ имѣетъ 6 метр. въ діаметрѣ, при высотѣ 3,35 метр., и состоитъ изъ 24 частей. Онъ такъ легокъ, что можетъ вращаться одной рукой (ib.).

Новый проектированный стальной мостъ черезъ Ниагару, на южной канадской дорогѣ, будетъ построенъ на 90 метр. выше существующаго висячаго моста. Система его сходна съ системой Фортскаго моста въ Англіи. Оба башеннообразные устоя находятся на разстояніи 150 метр., длина моста 270 метр. и высота надъ водою 15 метр. (ib.).

Поднятіе океанскаго парохода „Austral“, затонувшаго въ гавани Сиднея.

Пароходъ „Austral“, принадлежащій „Oriental Steam Navigation Company“, затонулъ 11 ноября 1882 года.

Погруженіе такого большого судна безпримѣрно въ статистикѣ несчастій на морѣ. Пароходъ этотъ построенъ извѣстной фирмой John Elder et Co. на р. Клайдѣ, около Глазгова; онъ принадле-

жить къ числу самыхъ большихъ морскихъ судовъ, какъ это видно изъ размѣровъ его:

длина его 144,09 м.

ширина 14,66 м.

измѣщеніе 9500 тн.

Прежде, чѣмъ приступить къ разсмотрѣнію обстоятельствъ, сопровождавшихъ это необычайное несчастіе, считаемъ не лишнимъ сказать нѣсколько словъ объ „Austral“, такъ какъ многія изъ его отличительныхъ качествъ сами по себѣ заслуживаютъ полного вниманія.

Корпусъ корабля—стальной, имѣетъ три палубы и двойной полъ.

Пространство между наружной и внутренней обшивкой раздѣлено на 19 отдѣленій; если онѣ наполнены водою, то судно опускается на 0,54 метра глубже. „Austral“ имѣетъ 13 поперечныхъ непроницаемыхъ для воды стѣнокъ, изъ которыхъ 10 простираются до палубы; кромѣ того, весь корабль раздѣленъ на 7 отдѣльныхъ частей стальными стѣнками, на случай пожара. На пароходѣ могутъ помѣститься 120 пассажировъ I класса, 130 II класса и есть 300 мѣстъ съ койками.

Внутреннее устройство значительно отличается отъ устройства другихъ пароходовъ. Салоны и каюты не прилегаютъ непосредственно къ боковымъ стѣнкамъ парохода, но между ними и стѣнками оставленъ проходъ шириною въ 1,2 м.; въ немъ устроены большія готическія окна, которыя могутъ быть по желанію открываемы, при чемъ пассажиры не подвергаются опасности принять недобровольную морскую ванну, какъ это часто случается, если жилыя помѣщенія непосредственно примыкаютъ къ стѣнѣ корабля. На пароходѣ имѣются всѣ возможные удобства, какъ-то: мраморныя ванны для пассажировъ I класса и, кромѣ того, помѣщенія съ ваннами для пассажировъ другихъ классовъ, особыя помѣщенія для больныхъ, прекрасная вентиляція и пр. Особое вниманіе обращаетъ на себя освѣщеніе „Austral“. Всѣ помѣщенія для пассажировъ, машинное отдѣленіе и др. освѣщаются электричествомъ. Освѣщеніе это, устроенное фирмою братьевъ Сименсъ, состоитъ изъ 9 большихъ лампъ и 170 лампочекъ, системы Свана. Количество свѣта всѣхъ лампъ составляетъ до 7000 свѣчей. Машина, приводящая въ движеніе винтъ, построена по системѣ Compound; она имѣетъ три цилиндра: 1 высокаго и 2 низкаго давленія. Первый въ 62", остальные въ 86" въ діаметрѣ, ходы въ 5 футъ. Для приведенія ея въ дѣйствіе можетъ служить какъ паръ, такъ и вода.

Вода доставляется двумя центробѣжными насосами, которые помѣщены высоко въ машинномъ отдѣленіи, соединены съ плоскостью дна на кормѣ и могутъ доставлять 200 куб. метр. воды въ часъ. Третій насосъ служитъ для накачиванія водянаго балласта и также соединенъ съ дномъ корабля. Винтъ имѣетъ четыре крыла изъ Neutral-Magnesiabronze, а ступица его изъ литой стали. Подъемъ 9,14 метра при діаметрѣ въ 6,68 метр. и поверхности въ 11 кв. метр. По контракту машина должна была имѣть 5800 силъ, въ дѣйствительности она развиваетъ до 7114 индикаторныхъ силъ. При испытаніи на р. Клайдъ скорость доходила до 17,3 узловъ въ часъ. Нормальная скорость принята въ 16 узловъ.

Погруженіе парохода случилось въ періодъ нагрузки угля. Несчастье случилось въ 4 ч. утра. Нагруженіе океанскихъ пароходовъ углемъ производится черезъ особые, такъ называемые, угольные отверстія квадратной формы, отъ 0,60—0,72 м. въ сторонѣ, которыя помѣщены не на палубѣ, какъ въ небольшихъ пароходахъ, а на бортахъ въ угольныхъ ящикахъ; они помѣщаются на высотѣ средней палубы, слѣдовательно надъ ватерлиніей въ нагруженномъ кораблѣ. Эти отверстія, прежде чѣмъ корабль выходитъ въ море, запираются матросами и слегка законопачиваются.

Въ гавани они остались открытыми преимущественно по случаю нагрузки угля, а также для доставки на пароходъ такихъ предметовъ, которые легче переносить въ эти отверстія, чѣмъ черезъ палубу. Когда въ такой большой гавани, какъ Сидней, начинается волненіе, то эти, довольно глубоко расположенныя, боковыя отверстія слѣдуетъ закрывать, такъ какъ вѣтеръ, дѣйствуя на столь значительную поверхность, можетъ наклонить корабль. Но въ эту несчастную для „Austral“ ночь не было никакого вѣтра. Одна изъ телеграммъ свидѣтельствуетъ, что было принято на бортъ 1500 тоннъ угля, и утверждаетъ, что помѣщеніе угля ниже ватерлиніи могло только увеличить устойчивость корабля. Если же, напротивъ, нагрузка угольнаго трюма была упущена, то вычисленія показываютъ, что 1000 тоннъ угля могли лежать въ угольныхъ ящикахъ выше ватерлиніи, что значительно бы повредило устойчивости. Но одного этого обстоятельства было бы недостаточно, чтобъ угрожать кораблю опасностью и, тѣмъ болѣе, быть причиной подобнаго несчастья. Вѣроятное объясненіе погруженія „Austral“ основывается на другой телеграммѣ, которая сообщаетъ, что водяной балластъ былъ выкачанъ прежде, чѣмъ была замѣчена перемена положенія корабля.

Водяной балластъ на кораблѣ помѣщается въ танкахъ, которыя

помѣщены на днѣ корабля около киля и по формѣ своей слѣдуютъ ему. Въ эти ящики изъ листового желѣза накачивается вода, какъ только начинается нагрузка корабля, для доставленія ему надлежащей устойчивости. Танки „Austral“ имѣли вмѣстимость въ 800 тоннъ, что было достаточно для перехода корабля изъ Клайда на Темзу. Приказъ выкачать воду былъ вѣроятно отданъ въ предположеніи, что весь уголь былъ принятъ и хорошо сложенъ въ трюмъ. Этого однако не было въ данномъ случаѣ. Уголь не былъ равномерно распределенъ и былъ сложенъ отдѣльными кучами; корабль, между тѣмъ, былъ лишенъ своего балласта. Легко видѣть, что, вслѣдствіе этихъ двухъ обстоятельствъ, одна сторона стала тяжелѣе. Боковое давленіе отъ вѣтра или отъ удара волнъ увеличиваетъ возрастающее наклоненіе корабля. Если въ то время была выкачена только часть балласта, то это только увеличивало опасность, такъ какъ къ вѣсу лежащаго на одной сторонѣ угля еще прибавился вѣсъ воды, перешедшей на наклонившуюся сторону.

Если, такимъ образомъ, корабль наклонился настолько, что угольные отверстія оказались ниже ватерлиніи, хотя-бы въ продолженіи нѣсколькихъ минутъ,—несчастіе было неотвратимо.

Вслѣдствіе гибели 4-хъ человѣкъ изъ экипажа, слѣдовало-бы возбудить судебное преслѣдованіе. Однако, трудно рѣшить кто виноватъ, хотя нѣтъ сомнѣнія, что во время нагрузки уголь не складывался своевременно въ трюмъ, что и послѣ благополучнаго прибытія пассажировъ и выгрузки товаровъ дисциплина на кораблѣ была значительно ослаблена, чѣмъ отчасти объясняется подобная непростительная небрежность. Во всякомъ случаѣ, происшествіе это нисколько не зависѣло отъ конструкціи парохода.

Затонувшій 11 ноября 1882 г. пароходъ былъ поднятъ 28 февраля 1883 г. Подробное описаніе работъ было помѣщено въ Engineering, откуда мы заимствуемъ слѣдующее:

Управленіе „Oriental Steam Navigation Company“ спросило совѣта опытнаго и извѣстнаго въ этой области инженера Штандфиля и слѣдовало его указаніямъ. Самый вѣрный, скорый и вмѣстѣ съ тѣмъ дешевый способъ поднятія „Austral“ состоялъ въ томъ, чтобъ, выкачавъ воду изъ корабля, дать ему возможность подняться самому безъ помощи какихъ-бы то ни было подъемныхъ средствъ, какъ всякому тѣлу, вѣсъ котораго менѣе вѣса вытѣсненной жидкости. Сначала было рѣшено закрыть малыя отверстія корабля при помощи водолазовъ; большія же отверстія, какъ-то: въ машинномъ отдѣленіи, каютахъ, салонѣ и др. закрыть соединенными съ палубой

непроницаемыми для воды стѣнками и, затѣмъ, выкачать воду. Но, за недостаткомъ опытныхъ водолазовъ, проектъ этотъ былъ измѣненъ, какъ видно изъ прилагаемаго эскиза.

Бока корабля, который лежалъ на днѣ, составляя уголъ въ 13° съ горизонтомъ (при чемъ наибольшая глубина была 15,5 м.), были закрыты шпунтовыми стѣнками 125 метр. длины и 8,23 м. глубины; по срединѣ была сдѣлана перегородка, которой вся надстройка раздѣлялась на двѣ части, для облегченія наблюденія за поднятіемъ. Эти стѣнки были сдѣланы изъ отвѣсныхъ деревянныхъ рамъ на небольшихъ равныхъ разстояніяхъ другъ отъ друга. Каждая пара рамъ поддерживалась поперечнымъ ригелемъ и усиливалась двумя подпорками, укрѣпленными вдоль края корабля. Съ наружной стороны стѣнка была обшита продольными брусками толщиной въ 10 сантиметровъ; къ нимъ была прибита въ нѣсколько рядовъ парусина, которая была опущена нѣсколько глубже нижняго края стѣнки и, плотно прилегая къ корпусу корабля, вслѣдствіе давленія воды, составила непроницаемое соединеніе между судномъ и шпунтовой стѣнкой. Прикрѣпленіе рамы къ корпусу корабля было сдѣлано болтами, которые съ внутренней стороны держались деревянными ригелями; подобные же болты и ригели служили для укрѣпленія рамъ къ палубѣ. Служащія для обшива стѣнки, планки были длиною до 5 метр. и соединены между собою по 4 штуки.

Какъ только начали работать центральные насосы, поставленные въ кормовой части судна, корабль началъ выпрямляться и подыматься. На слѣдующій день „Austral“, достаточно приподнятый, былъ переведенъ въ Neutral Bay, для продолженія работъ въ болѣе мелкомъ мѣстѣ. Часть стѣнки была снята, чтобы удобнѣе поставить насосы для окончанія работы. Паръ, потребный для многочисленныхъ насосовъ, передавался съ другаго парохода при помощи каучуковаго рукава.

Поднятіе парохода происходило подъ руководствомъ г. Twill, директора компаніи, съ помощью г. Eldridge, корабельнаго инженера общества, спеціально командированнаго для этой цѣли въ Сидней. (Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure).

Примѣненіе электрическаго освѣщенія при устройствѣ оснований сжатыхъ воздухомъ. При постройкѣ новыхъ набережныхъ въ Антверпенѣ, работы въ воздушныхъ камерахъ кессоновъ, которые были опущены пневматическимъ способомъ, производились при электрическомъ освѣщеніи. Длина каждаго кессона—25 м., ширина 9 м., а глубина отъ 2,5 до 6 м. смотря по глубинѣ, на кото-

рой находится материкъ. Высота воздушной камеры кессона 1,9 м. Въ ней одновременно работаютъ двадцать рабочихъ. Такъ какъ дно Шельды въ мѣстѣ постройки около 8 м. ниже средняго уровня воды, то въ самыхъ глубокихъ кессонахъ давленіе воздуха должно доходить до 3 атмосферъ. Понятно, что подъ такимъ давленіемъ и при большомъ количествѣ рабочихъ дыханіе въ камерѣ становится затруднительнымъ. Къ этому еще присоединялась порча воздуха отъ продуктовъ горѣнія свѣчей, которыя раньше употреблялись для освѣщенія внутренности кессоновъ. Тѣмъ не менѣ здѣсь не хотѣли прибѣгнуть къ способу освѣщенія работъ посредствомъ электрическаго солнца, такъ какъ рабочіе предпочитаютъ подвижной источникъ свѣта, который они могутъ устанавливать каждый разъ на другомъ мѣстѣ, смотря по ходу работы. Поэтому послѣ многихъ опытовъ остановились на освѣщеніи воздушныхъ камеръ посредствомъ лампъ съ накаливаніемъ, системы Свана. Въ каждой камерѣ были установлены отъ 8 до 10 такихъ электрическихъ лампъ; лампа состоитъ изъ крѣпкаго стекляннаго сосуда, окруженнаго сѣткой изъ бронзы. Освѣщеніе гораздо лучше прежняго и, само собой понятно, что лампы горятъ безъ всякаго дыма, хотя надо сказать, что это освѣщеніе обходится довольно дорого. Нужное для освѣщенія трехъ одновременно работающихъ кессоновъ электричество доставляется двумя баттареями, изъ которыхъ каждая состоитъ изъ 50 аккумуляторовъ Фора. Аккумуляторы заряжаются на берегу посредствомъ электродинамической машины Грамма. Для освѣщенія ночью работъ на берегу (постройка кессоновъ, возведенія стѣнъ и пр.) также употребляется электричество, четыре свѣчи Яблочкова на каждый кессонъ. (Centralblatt d. Bauverwaltung).

Генуэзская гавань, благодаря своему выгодному положенію въ центрѣ торговыхъ путей Средиземнаго моря, посѣщается въ настоящее время такимъ большимъ количествомъ судовъ, которому недостаточные размѣры этой гавани оказываются едва въ состояніи удовлетворить, такъ какъ набережныя тамъ шириною всего въ 8 метровъ, а молы весьма узкіе. Между тѣмъ количество привезенныхъ и вывезенныхъ изъ этой гавани товаровъ за 1880 годъ достигло цифры 1.200.000 тоннъ, и ожидаютъ, что эта цифра еще значительно увеличится въ близкомъ будущемъ отъ подвоза грузовъ по С.-Готтардской желѣзной дорогѣ. Вслѣдствіе этой причины предприняты обширныя работы, которыя должны совершенно измѣнить видъ гавани. Возводятся шесть новыхъ моловъ, каждый въ 200 м. длиною и 100 м. шириною, набережныя предположено продолжить на 150 м.,

снабдить товарными складами и соединить хорошо расположенною сѣтью рельсовыхъ путей съ центральной станціей желѣзной дороги Санъ-Піер-д'Арена. Работы предположено окончить въ 1888 году, и стоимость ихъ по смѣтѣ простирается до 39 милліоновъ франковъ. (ib.).

Дѣйствіе батопорта въ вѣнскомъ дунайскомъ каналѣ. Бато-портъ при дунайскомъ каналѣ въ Вѣнѣ построенъ 10 лѣтъ тому назадъ по проекту инженера Энгерта и имѣетъ назначеніемъ предохранить городъ Вѣну отъ наводненія при значительномъ подъемѣ воды въ Дунаѣ, преграждая въ извѣстной степени доступъ водѣ въ верхнее устье канала, а также защищать каналъ отъ ледохода. Батопортъ этотъ имѣетъ форму судна съ вертикальными стѣнками, длиною въ 45 м., шириною посрединѣ 9,6 м., а высотой около 6 м. Его опускаютъ до требуемой глубины посредствомъ наполненія водою камеръ, на которыя раздѣлена его внутренность, а опорами для него служатъ съ одной стороны выступъ набережной канала, и съ другой—подвижной желѣзный опорный столбъ. При послѣднемъ значительномъ подъемѣ воды въ Дунаѣ, въ концѣ прошлаго года, этому батопорту пришлось подвергнуться серьезному испытанію, которое вполне доказало его пригодность и хорошую службу. Когда получились свѣдѣнія о значительномъ повышеніи уровня Дуная и его притоковъ, батопортъ 29 декабря былъ поставленъ на мѣсто, при высотѣ воды въ 3,15 м. по рейкѣ при батопортѣ. Въ слѣдующіе дни вода очень быстро поднялась, и, послѣ нѣсколькихъ колебаній, достигла 5 января своей наибольшей высоты въ 4,72 м., измѣренной на рейкѣ у Нуссдорфа. Въ тотъ-же день вода въ каналѣ тоже достигла наибольшей высоты, отсчитанной по рейкѣ моста Ferdinandsbrücke, находящагося около 6-ти километровъ ниже батопорта. Наибольшая эта высота была 3,90 м. Чтобы получить пониженіе уровня воды въ каналѣ, произведенное батопортомъ, слѣдуетъ къ разности уровней воды у Нуссдорфа и Ferdinandsbrücke прибавить величину въ 36 см., на которую показаніе рейки Ferdinandsbrücke превышаетъ общую линію паденія, уклонъ которой остается почти постояннымъ при различныхъ высотахъ уровня воды въ рѣкѣ. Такимъ образомъ дѣйствительное пониженіе составляетъ $4,72 + 0,36 - 3,90 = 1,18$ м. Нѣтъ сомнѣнія, что, при отсутствіи батопорта, низменные части города, какъ Леопольдштадтъ и другія, при этихъ обстоятельствахъ подверглись-бы наводненію, подобно тому, какъ это было въ 1862 году, такъ какъ тогда уровень воды у Ferdinandsbrücke былъ на высотѣ 4,80 м., а высота набереж-

ныхъ канала во многихъ мѣстахъ немногимъ болѣе 4 м. Непосредственно у батопорта 5 января замѣчалось пониженіе на 2,0 м.; вслѣдствіе подпора, вода впереди батопорта стояла на высотѣ 5,34 м. выше нуля, т. е. на 60 см. выше стѣнъ набережныхъ въ этомъ мѣстѣ, вслѣдствіе чего послѣднія пришлось наростить помощью подвижныхъ, особо для такого случая приспособленныхъ надставокъ. Палуба батопорта находилась при этомъ на 35 см. выше поверхности воды. По правилу, выведенному изъ опытовъ прежнихъ лѣтъ, батопортъ во все время высокой воды поддерживался на одной и той-же высотѣ отъ дна канала. Каждой изъ двухъ опоръ пришлось выдержать громадное давленіе въ 234.000 килограммовъ. Вслѣдствіе этого, принимая во вниманіе значительное треніе въ опорныхъ плоскостяхъ, батопортъ при такой высокой водѣ можетъ быть разсматриваемъ, какъ неподвижная плотина. Обратный подпоръ воды въ каналѣ черезъ нижнее его устье былъ, по примѣру прежнихъ наблюденій, весьма незначителенъ; это явленіе объясняютъ большимъ разширеніемъ русла рѣки у Лобау, нѣсколько ниже впаденія въ нее канала.

Управленіе батопортомъ довольно несложно, и на основаніи десятилѣтнихъ наблюденій выведены опытные правила, которыя даютъ возможность весьма точно опредѣлить глубину, на которую нужно опустить батопортъ, чтобы при любой высотѣ воды достигнуть опредѣленнаго пониженія. (Centralblatt d. Bauverwaltung).

„Дельта“-металлъ. По словамъ „Iron'a“, г. Александръ Дикъ, 110 Canonstreet въ Лондонѣ, изобрѣлъ особый металлическій сплавъ изъ желѣза, мѣди и цинка, который онъ пускаетъ въ продажу подъ названіемъ „дельта“-металла. Этотъ металлъ можно отливать въ формы, сваривать, прокатывать, закаливать, а также волочить изъ него проволоку. Послѣднему изъ этихъ дѣйствій, точно также какъ и обработкѣ подъ молотомъ металлъ можетъ быть подвергнутъ до извѣстной степени и въ холодномъ состояніи. Цвѣтъ „дельта“-металла измѣняется отъ свѣтло-желтаго цвѣта желтой мѣди до темно-желтаго пушечной бронзы. Онъ способенъ принять высокую степень полировки и сохраняетъ, подъ вліяніемъ атмосферы, эту полировку дольше, чѣмъ желтая мѣдь. Что-же касается крѣпости, вязкости, упругости и проч., то онъ въ этомъ отношеніи превосходитъ желтую мѣдь приблизительно настолько-же, насколько фосфорная бронза превосходитъ обыкновенный пушечный металлъ. (Schw. Bauz.).

Провалы желѣзнодорожныхъ мостовъ въ Сѣверной Америкѣ. По сообщенію „Railroad Gazette“, въ теченіи 1882 года на

сѣверо-американскихъ желѣзныхъ дорогахъ провалилось 38 мостовъ при проходѣ надъ ними желѣзнодорожныхъ поѣздовъ; 6 поѣздовъ потерпѣли крушеніе вслѣдствіе несвоевременнаго закрытія поворотныхъ мостовъ. Въ 1881 году число поѣздовъ, потерпѣвшихъ крушеніе отъ провала мостовъ, было 44, а въ 1876—80 гг. число это составляло всего 16, 17, 21, 21, 20. Это поразительное умноженіе числа несчастныхъ случаевъ за два послѣдніе года объясняютъ быстрымъ развитіемъ желѣзнодорожной сѣти Сѣверной Америки и сооруженіемъ очень многихъ деревянныхъ мостовъ большихъ пролетовъ. (Ib.).

Расходъ воздуха при электрическомъ освѣщеніи. Въ апрѣльской книжкѣ журнала „Electrotechnische Zeitschrift“ помѣщенъ слѣдующій расчетъ расхода воздуха при электрическомъ освѣщеніи извѣстнаго магазина Лувръ въ Парижѣ, сравнительно съ расходомъ его при газовомъ освѣщеніи. Расчетъ этотъ произведенъ инженеромъ Оноре (Honore).

При прежнемъ освѣщеніи потреблялось:

1050	газовыхъ	рожковъ	по 170	литровъ	газа	въ часъ	=	178,50	к. м.
и 60	„	„	„ 140	„	„	„	=	8,40	„ „
								Всего	. 186,90 к. м.

Въ настоящее время первые 1.050 рожковъ замѣнены 150 свѣчами Яблочкова и четырьмя лампами-регуляторами, а 60 рожковъ, освѣщавшіе конторы, замѣнены столькими-же лампами Эдисона. Считая плотность газа въ 0,527. 1,293 килограмма = 0,68 килограмма, получимъ общій вѣсъ 186,9 кубическихъ метровъ газа 127 килограммовъ. Полагая, что при горѣніи газа на каждый килограммъ его требуется 23 кубическихъ метра воздуха, будемъ имѣть $127.23 = 2.921$ кубич. метр. Эти 2,921 кубическихъ метра представляютъ количество воздуха, потребляемаго въ одинъ часъ при освѣщеніи газомъ.

Но каждая свѣча Яблочкова потребляетъ въ 1 часъ около 0,005 килограмма угля, а каждая лампа-регуляторъ потребляетъ въ то же время около 0,010 килограмма угля, такъ что все количество угля, расходуемаго при этомъ освѣщеніи въ 1 часъ, будетъ $150.0,005 + 4.0,010 = 0,790$ килограмма. Если положимъ, что для сгорания одного килограмма угля требуется 10 кубическихъ метровъ воздуха, то всего въ часъ расходуется 7,9 кубическихъ метра воздуха. Такимъ образомъ, при электрическомъ освѣщеніи расходуется приблизительно въ 369 разъ менѣе воздуха, чѣмъ при газовомъ. Въ дан-

номъ случаѣ расходъ воздуха уменьшается на $2921 - 7,9 = 2613$ кубическихъ метра въ часъ, что безспорно составляетъ значительное преимущество въ гигиеническомъ отношеніи. (Ib.).

Электрическія городскія желѣзныя дороги. Въ апрѣлѣ прошлаго года, послѣ нѣсколькихъ удачныхъ опытовъ, началось правильное движеніе приводимыхъ въ движеніе электричествомъ вагоновъ желѣзной дороги по улицамъ Лондона. Въ настоящее время эти вагоны совершаютъ движеніе наравнѣ съ вагонами обыкновенной конно-желѣзной дороги. По виду они ничѣмъ не отличаются отъ вагоновъ конно-желѣзной дороги. Въ каждомъ вагонѣ можетъ помѣщаться 46 пассажировъ. Движеніе вагоновъ производится посредствомъ аккумуляторовъ Фора, помѣщаемыхъ внизу вагона. Расходъ на движеніе составляетъ всего 7,80 франка въ день, между тѣмъ какъ при употребленіи лошадей расходъ доходитъ до 32.50 франка.

По новѣйшимъ свѣдѣніямъ, можно надѣяться на скорое проведеніе новой электрической желѣзной дороги по улицамъ Вѣны, такъ какъ недавно австрійскій земельный банкъ въ Вѣнѣ заключилъ условіе съ фирмою Сименсъ и Гальске, относительно устройства и эксплуатаціи мѣстныхъ электрическихъ желѣзныхъ дорогъ въ Австро-Венгріи. Прежде всего дѣло идетъ о проведеніи электрической желѣзной дороги между самыми оживленными центрами города Вѣны. (Ib.).

Смазка половъ жилыхъ домовъ. Изучая бактеріи, т. е. тѣ микроскопически-мелкіе грибки, которые развиваются повсюду, гдѣ при извѣстной степени сырости и теплоты происходитъ разложеніе органическихъ веществъ, медицинская наука неутомимыми изслѣдованіями выдающихся ученыхъ обнаружила фактъ, что многія весьма распространенныя и опасныя болѣзни берутъ свое начало отъ этихъ микроскопическихъ организмовъ. Вслѣдствіе этого гигиена имѣетъ своей задачей съ одной стороны предупредительными мѣрами препятствовать возникновенію этихъ зловредныхъ организмовъ вблизи человѣка, а съ другой—удалять уже существующія бактеріи изъ сферы дыханія человѣка и изъ его жилища. Но такъ какъ было дознано, что почва земли представляетъ весьма удобное мѣсто для образованія и размноженія этихъ грибковъ, то посредствомъ плотнаго слоя изъ непроницаемаго для бактерій матеріала и простирающагося по всей поверхности основанія сооруженія, стараются препятствовать ихъ проникновенію въ воздухъ подвального и верхняго этажей, такъ что съ этой стороны опасность устранена. Но какъ

недавно доказалъ д-ръ Эммерихъ въ медицинскомъ органѣ Петтенкофера и Фойта „*Zeitschrift für Biologie*“, т. XVIII, вып. 2, до настоящаго времени, непонятнымъ образомъ, не обращали вниманія на гораздо болѣе къ намъ близкое мѣсто, способствующее развитію бактерій. Это именно пустое пространство между потолкомъ нижняго и чистымъ поломъ непосредственно выше расположеннаго этажа, которое нерѣдко наполняется матеріаломъ, въ высшей степени удобнымъ для развитія бактерій, какъ напримѣръ массаами изъ мѣста свалки городскихъ нечистотъ, домашнимъ соромъ и пр. Но даже тамъ, гдѣ для наполненія промежутка употребляется, какъ это обыкновенно бываетъ, сухой строительный мусоръ, существуетъ не меньшая опасность, потому что посредствомъ этого мусора всѣ заразительныя вещества, накопившіяся вѣками въ стѣнахъ стараго дома, переносятся въ новое строеніе, хотя въ скрытое, по именно поэтому и болѣе опасное мѣсто. И даже если, для наполненія подполья или, такъ называемой, смазки, будетъ употребленъ чистый, свободный отъ всякихъ органическихъ примѣсей, сухой песокъ, можно быть увѣреннымъ, что это наполненіе, если не будетъ соблюдена величайшая осторожность, въ скоромъ времени будетъ проникнуто органическими веществами, такъ какъ органическая пыль и сырость, всегда содержащіяся въ воздухѣ нашихъ жилыхъ помѣщеній, легко проникаютъ черезъ прозоры и щели пола, особенно при мытьѣ и чисткѣ послѣдняго. Отъ разложенія этихъ органическихъ веществъ въ подпольѣ можетъ образоваться температура, нужная для возникновенія бактерій. Эта температура составляетъ, напримѣръ, для того рода бактерій, которыя служатъ причиной развитія легочной чахотки, по изслѣдованіямъ д-ра Коха—32°.

Вслѣдствіе всего этого задачей первой важности для строителя является—или совершенно устранить необходимость заполнения подполья смазкой или-же изыскать для этого заполнения такой матеріалъ, который, кромѣ дешевизны и безопасности отъ пожара, будучи дурнымъ проводникомъ теплоты и звука, отличался-бы прежде всего въ гигиеническомъ отношеніи тѣмъ, что не могъ бы служить мѣстомъ для развитія бактерій. Если-же подобнаго заполнения нельзя устроить, то необходимо сдѣлать чистый полъ непроницаемымъ для воды, которой долженъ быть совершенно прегражденъ доступъ къ подполью. Поэтому слѣдуетъ рекомендовать напередъ себѣ уже въ нѣкоторыхъ мѣстахъ примѣненіе устройство пола изъ каменныхъ плитъ на цементѣ или деревянные полы на асфальтовой подстилкѣ. Обы-

кновенные-же столярные или паркетные полы прежде всего должны быть безъ всякихъ щелей и сдѣланы непроницаемыми посредствомъ пропитыванія горячимъ масломъ, покрытія лакомъ или окраски масляной краской. (ib.).

Желѣзная дорога въ Мексикѣ. 10 лѣтъ тому назадъ Мексика имѣла всего около 600 километровъ желѣзныхъ дорогъ. Но въ последнее время сѣтъ желѣзныхъ дорогъ этого государства быстро разрослась. По новѣйшимъ свѣдѣніямъ „Schweiz. Bauz.“, въ настоящее время въ Мексикѣ имѣется уже 2095 километровъ желѣзныхъ путей, по которымъ производится движеніе. Самыя значительныя изъ этихъ линій суть отъ Гуаймаса до Ногалеса, протяженіемъ въ 501 километръ, и отъ Вера-Круца до Пуэбло и Мексико въ 471 километръ. Кромѣ этихъ уже существующихъ дорогъ, производится постройка еще 2764 километровъ желѣзныхъ дорогъ, такъ что, по окончаніи этихъ работъ, Мексика будетъ владѣть 4859 километрами желѣзныхъ дорогъ. Изъ этихъ вновь строящихся линій самыми значительными слѣдуетъ считать линіи отъ Мексики до Закатекаса и оттуда до Пасо-дель-Норте на р. Рио-Гранде-дель-Норте, т. е. на границѣ Мексики и Соединенныхъ Штатовъ. Эта линія, посредствомъ которой установится прямое сообщеніе между Мексикой и желѣзными дорогами Техасской и Тихо-океанской, слѣдовательно, между Мексикой и сѣтью желѣзныхъ дорогъ Соединенныхъ Штатовъ, имѣетъ протяженіе въ 1323 километра. Другія значительныя линіи суть: отъ Нуэво-Лоредо до Сальтильо—въ 383 километра, и отъ Мексики до Морелии—въ 290 километровъ длины (ib.).

Мостъ черезъ р. Тэй. Съ начала прошлаго года приступлено къ постройкѣ новаго моста черезъ р. Тэй, взамѣнъ стараго, разрушеннаго 28 декабря 1879 года. Въ настоящее время работы по постройкѣ новаго моста находятся уже въ полномъ ходу и окончаніе постройки предполагается къ 1885 году. Всю работу взяла на себя Глазговская фирма Arrol & Co. Сохранившійся отъ стараго моста массивный виадуктъ на сѣверномъ берегу рѣшено оставить и примѣнить для новаго моста, но отъ конца этого виадукта направленіе новаго моста отклоняется отъ прежняго, такъ что новый мостъ выйдетъ метровъ на 20 выше по рѣкѣ. Пролеты остались почти тѣ-же, какіе были въ старомъ мосту. Изъ 13 главныхъ пролетовъ въ средней части моста 11 будутъ по 76 метровъ, а 2 по 68 метровъ. Быки состоятъ изъ желѣзныхъ цилиндровъ, наполненныхъ бетономъ. Ширина этихъ цилиндровъ отъ 4 до 7 метровъ, одни изъ быковъ имѣютъ чугунные цилиндры, а у другихъ цилиндры скле-

паны изъ желѣзныхъ листовъ. Установка цилиндровъ производится своеобразнымъ способомъ, помощью двухъ взаимно-связанныхъ понтоновъ, которые во время производства работы не остаются на водѣ какъ обыкновенные понтоны, а поднимаются изъ воды силою гидравлическаго прессы до требуемой высоты. Опорами при этомъ служатъ гигантскія желѣзныя ноги, которыя, проходя сквозь днища понтоновъ, упираются въ дно рѣки. Въ настоящее время помощью этой подвижной платформы уже удалось установить до 20 высокихъ быковъ. (*Ib.*).

БІБЛІОГРАФІЯ.

Устройство дезинфекціонныхъ камеръ и аппаратовъ для обезвреживанья заразныхъ вещей. Сост. инж. Антоновъ. Спб. 1883. Ц. 3 р. — Этотъ интересный и новый въ нашей литературѣ трудъ посвященъ авторомъ разсмотрѣнію способовъ дезинфекціи, главнымъ образомъ, нагрѣтымъ воздухомъ и насыщеннымъ водянымъ паромъ. Обсуждая этотъ вопросъ, авторъ приходитъ къ заключенію, что оба эти способа дезинфекціи не вполне и не всегда удовлетворяютъ своему назначенію, и предлагаетъ свою систему дезинфекціи помощью насыщенія грѣтаго сухаго воздуха паромъ до степени натуральной влажности тканей, или помощью перегрѣтаго воднаго пара. Въ книгѣ находится много описаній различныхъ камеръ и аппаратовъ, равно какъ и описаніе проектированныхъ авторомъ дезинфекціонныхъ приборовъ; къ описаніямъ приложены чертежи.

Культура торфа въ Голландіи. Горн. инж. Э. Коріандера. Спб. 1883. Ц. 1 р. Въ разбираемой брошюрѣ разсматривается добываніе и обработка этого топлива, весьма распространеннаго въ Голландіи. Въ виду того, что у насъ существуютъ по мѣстамъ весьма богатые залежи торфа и этотъ послѣдній уже начинаетъ входить въ употребленіе на нѣкоторыхъ жел. дорогахъ, мы считаемъ не бесполезнымъ рекомендовать интересующимся этимъ вопросомъ брошюру г. Коріандера, весьма обстоятельно знакомящую читателей со способами обработки торфа въ Голландіи.

Взрывы паровыхъ котловъ, ихъ причины и средства устраненія и краткій очеркъ развитія обществъ надзора за котлами. Сост. инж.-техн. Р. Ренцъ. Спб. 1883. Ц. 1 р. 40 к. Разбираемая книга представляетъ въ нашей литературѣ первый опытъ систематизаціи свѣдѣній о взрывахъ котловъ и объ ихъ предупрежденіи. Разсмотрѣвъ въ общихъ чертахъ образованіе и свойства пара,

устройство котловъ, авторъ переходитъ къ разсмотрѣнію различныхъ причинъ взрывовъ. Онъ отвергаетъ, какъ причины взрывовъ, образованіе сфероидальнаго состоянія воды и развитіе электричества и относится съ недовѣріемъ къ разложенію воды раскаленными стѣнками (причемъ образуется гремучій газъ) и къ явленію перегрѣва воды безъ кипѣнія;—ясными же и твердо установленными причинами взрывовъ авторъ считаетъ слѣдующія: дурное устройство, изношенность, образованіе накипи, недостатокъ воды, слишкомъ высокое давленіе, удары въ стѣнки и пожаръ въ котельномъ помѣщеніи. Эти причины разсматриваются въ книгѣ весьма обстоятельно и приводятся необходимыя мѣры предосторожности. Въ заключеніе авторъ даетъ свѣдѣнія о пробахъ и осмотрахъ новыхъ и старыхъ котловъ, о правилахъ предосторожности; въ концѣ книги имъ приведены свѣдѣнія о развитіи обществъ надзора за котлами, получившихъ свое начало въ Англіи и распространившихся теперь почти по всей Европѣ (кромѣ Россіи и Голландіи); авторъ указываетъ, что, въ виду важности этого дѣла, Имп. Русское Техн. Общество могло бы взять починъ въ образованіи и у насъ подобнаго рода надзора.

Механическая технология. Руководство при изготовленіи издѣлій изъ металла и дерева. Сост. В. Бересневъ. Спб. 1884. Ц. 3 р. Въ предлагаемомъ руководствѣ авторъ сдѣлалъ попытку собрать въ одно самыя разнородныя и разбросанныя свѣдѣнія касательно обработки матеріаловъ. Въ первой части собраны различныя свѣдѣнія по физикѣ, химіи и механикѣ, причемъ дано много численныхъ данныхъ. Во второй же части собственно и разсматривается изготовленіе издѣлій изъ металловъ и дерева, ихъ окончательная обдѣлка и общее основаніе устройства зданій. Въ общемъ, какъ руководство, а отчасти какъ справочная книга для лицъ, знакомыхъ съ технологіей матеріаловъ только практически, книга г. Береснева заслуживаетъ полнаго вниманія.

Постройка тоннелей съ примѣненіемъ бурильныхъ машинъ, А. Лоренца. Пер. Ст. Вейсблатъ. Спб. 1883. Ц. 2 р. 75 к. Разсматриваемая книга имѣетъ главною цѣлью выставить преимущества машинной работы по буренію тоннелей передъ ручной:—этой цѣли конечно достигнуть не трудно. Но съ другой стороны, книга г. Лоренца, давая много полезныхъ свѣдѣній о тоннеляхъ, въ особенности объ альпійскихъ, въ тоже время довольно уже устарѣла *)

*) Такъ, напр., немного странно читать свѣдѣнія о различныхъ проектахъ Арльбергскаго тоннеля въ то время, когда этотъ послѣдній давно уже построенъ.

и сверхъ того разсматриваетъ главнымъ образомъ устройство большихъ, горныхъ тоннелей, которые встрѣчаются очень рѣдко, не говоря почти ничего о постройкѣ небольшихъ тоннелей, которые часто встрѣчаются не только за границей, но и у насъ, и имѣютъ много особенностей въ постройкѣ. Книга эта переведена г. Вейсблатомъ по порученію общества Закавказской жел. дороги.

Газовое нефтяное производство и свѣтильный газъ вообще. Сост. П. Энгельмейеръ. Спб. 1884. Ц. 1 р. Авторъ задался цѣлію доказать преимущества газа, добываемаго изъ нефти, предъ газомъ, получаемымъ изъ каменнаго угля, и приходитъ къ убѣжденію, что для Россіи во всякомъ случаѣ первый газъ гораздо выгоднѣе. Оставляя въ сторонѣ всѣ теоретическіе вопросы, относящіеся къ этому, мы можемъ только указать на то, что неизвѣстно на сколько времени хватитъ нефти на различныя потребности и что поэтому настаивать на развитіи производства газа изъ нефти—преждевременно: какъ извѣстно, нефтяныя мѣсторожденія въ С.-Америкѣ уже обѣднѣли, такіе же признаки оказываются и у насъ на Кавказѣ. Рекомендуемъ по этому предмету докладъ г. Авдакова, напечатанный въ журналѣ „Южно-Русскій Горный Листокъ“ 1883, № 82.

Le problème de la direction des aérostats, par. G. Tissandier. P. 1883. Ц. 90 к. Авторъ этой брошюры описываетъ различныя системы аэростатовъ, изобрѣтенныя въ разное время для того, чтобы быть въ состояніи управлять приборами; изъ всѣхъ этихъ системъ замѣчательнѣе особенно аэростатъ Жиффара, который примѣнилъ и довольно удачно паровой двигатель. Далѣе, авторъ, разобравъ всѣ системы, излагаетъ свое глубокое убѣжденіе, что единственно возможная двигательная сила для аэростатовъ—электричество, и подробно описываетъ принципъ и детали устройства своего электрическаго аэростата, который, какъ извѣстно, осенью прошлаго года на практикѣ доказалъ уже возможность управленія имъ и движенія какъ въ сторону, такъ даже и противъ вѣтра.

Recherches théoriques et pratiques sur les oscillations de l'eau et les machines hydrauliques à colonnes liquides oscillantes, 1-re и 2-me parties, par M. A. de Caligny. P. 1883. Ц. 7 р. 20 к. Наши читатели отчасти уже знакомы съ частнымъ и очень интереснымъ приложеніемъ живой силы волненія воды для наполненія и опоражниванія шлюзовъ (см. Ж. М. П. С. „Инженеръ“ 1882 г., кн. 2) по способу г. Калины. Въ разбираемой книгѣ г. Калины даетъ теорію движенія волнующейся воды, какъ въ трубахъ, такъ и свободной, и массу практическихъ примѣненій этой теоріи, какъ то: къ шлюзамъ,

къ гидравлическихъ двигателямъ, подъемнымъ машинамъ, помпамъ и проч. Конечно въ нѣсколькихъ словахъ невозможно изложить результаты многочисленныхъ наблюденій и изслѣдованій автора, но всѣхъ, кто заинтересуется этимъ вопросомъ, имѣющимъ уже много остроумныхъ и интересныхъ приложеній на практикѣ, мы считаемъ долгомъ отослать къ разсматриваемой книгѣ г. Калинби, заключающей въ себѣ едва ли не все, что до сихъ поръ за границей сдѣлано по данному вопросу.

Les systèmes d'évacuation des eaux et immondices d'une ville. Revue critique par. M. le D-r Van Overbeck de Meijer. Paris. 1883. Ц. 1 р. 35 к. Авторъ разсматриваетъ въ своей брошюрѣ различныя системы удаленія нечистотъ и атмосферныхъ осадковъ изъ городовъ, именно канализаціонныя системы (старую—въ Парижѣ, новую—въ Берлинѣ и т. д.), дифференціальную систему Waring, отчасти подобную ей систему Berlier и наконецъ пневматическую систему Лирнура; разобравъ довольно подробно и мѣтко всѣ эти системы, авторъ приходитъ къ рѣшительному заключенію, что система Лирнура „единственно логичная и заслуживающая примѣненія“. Конечно такое заключеніе относится только къ городамъ западной Европы, въ отношеніи же нашихъ городовъ являются совершенно другія условія, какъ, напр., масса атмосферныхъ осадковъ, сильные и продолжительные холода и пр., которыя въ различныхъ частныхъ случаяхъ могутъ совершенно видоизмѣнить взглядъ на систему Лирнура, какъ на единственно примѣнимую.

Mémoire sur le canal maritime entre St.-Petersbourg et Cronstadt, par M. N. Sergeeff. Paris. 1883. Ц. 1 р. 20 к. Предлагаемая брошюра составляетъ извлеченіе изъ мемуаровъ общества гражданскихъ инженеровъ въ Парижѣ и наводитъ на многія печальныя мысли. Русскій человѣкъ, близко повидимому знакомый съ весьма важною и интересною работою въ Россіи, считаетъ нужнымъ прежде всего познакомить съ ней иностранцевъ, тогда какъ мы, благодаря таинственности, которою облакаютъ у насъ неизвѣстно по какимъ причинамъ всякую мало мальски интересную работу ея производители, ничего объ ней не знаемъ. Это непростительно и ничѣмъ не оправдывается; ни г. Сергѣевъ, ни общество французскихъ инженеровъ ничего бы не потеряли, если бы тотъ же авторъ познакомилъ съ работою прежде своихъ соотечественниковъ, а потомъ и другихъ. Излагать содержаніе брошюры въ настоящее время мы еще не будемъ, такъ какъ работы морскаго канала заслуживаютъ болѣе подробнаго разсмотрѣнія.

Annuaire de l'électricité pour 1883. 1-re année, par A. Revérend. Paris. 1883. Ц. 2 р. 70 к. Книга эта представляет собою первый опыт изложенія развитія и состоянія электрическаго дѣла за цѣлый годъ, именно за 1882 годъ. Она заключаетъ въ себѣ общій обзоръ развитія электричества (г. дю-Монселя), далѣе массу свѣдѣній, адресовъ и т. п. о различныхъ заведеніяхъ, промышленныхъ и торговыхъ, фабрикахъ и пр., имѣющихъ отношеніе къ электричеству, равно какъ и о различныхъ (до 50) обществахъ и строителяхъ, занимающихся электричествомъ; кромѣ того имѣются свѣдѣнія о телеграфахъ, кабеляхъ и пр.; далѣе помѣщенъ списокъ привилегій по электричеству 1882 г., списокъ издаваемыхъ журналовъ и т. п.

Recherches sur l'électricité, par Gaston Planté. Paris. 1883. Ц. 3 р. 60 к. Имя Планте уже извѣстно всему образованному міру по примѣненію наравнѣ съ Форомъ вторичныхъ токовъ къ гальваническимъ элементамъ для образованія аккумуляторовъ, которые въ послѣднее время все болѣе и болѣе входятъ въ употребленіе, замѣняя собою часто весьма или вполнѣ неудобныя динамо-электрическія машины. Въ книгѣ своей г. Планте даетъ полную теорію и свои изслѣдованія касательно вторичныхъ токовъ и описываетъ различные практическія примѣненія этой теоріи.

Carnet de l'ingénieur, par E. Lacroix. 42-e édition. 1884. Ц. 2 р. 70 к. Эта небольшая книжка, не отличаясь особенно полнотой свѣдѣній, въ тоже время даетъ самыя главныя и часто требуемыя изъ нихъ и по своему объему и формату наиболѣе подходитъ къ карманной, справочной книжкѣ, которую всегда и вездѣ удобно имѣть съ собою; это конечно и вызвало такое ея распространеніе.

La traction électrique par accumulateurs, appliquée aux tram-cars de Paris, par E. Reynier. Paris. 1884. Ц. 70 к. Электрическіе локомотивы, дѣйствующие аккумуляторами, начинаютъ въ послѣднее время входить въ употребленіе. Нося въ себѣ самихъ двигающую силу, и слѣдовательно, не завися отъ устройства пути и разстоянія до центральной станціи, такіе локомотивы, конечно, имѣютъ несомнѣнныя преимущества. Г. Рейнье рассматриваетъ подробно движеніе локомотивовъ по конно-желѣзнымъ дорогамъ Парижа, даетъ общую теорію движенія, стоимость постройки эксплоатаціи, и приходитъ къ тому выводу, что локомотивы съ аккумуляторами имѣютъ большую будущность; въ настоящее время онъ расчитываетъ, что, сравнительно съ конной тягой, электрическая тяга можетъ дать до 36% сбереженія.

Die Motoren der electrischen Maschinen mit Bezug auf Theorie, Construction und Betrieb, von Th. Schwatze. Wien, Pest. Leipzig. 1884. Ц. 1 р. 50 к. Книга эта составляет XXI-й выпускъ уже извѣстной нашимъ читателямъ „Elektro-technische Bibliothek“, изд. Hartleben'омъ. Содержаніе ея слѣдующее: Введение. Вѣтряные двигатели. Паровыя машины. Воздушные и газовые двигатели. Регуляторы. Опредѣленіе дѣйствія машины.

Rationelle Städteentwässerung. Eine critische Beleuchtung sämtlicher Systeme. Von Charles T. Liernur. Berlin. 1883. Ц. 3 р.

Инженеръ Лирнуръ пользуется за границей довольно громкою извѣстностью, какъ представитель и главный исполнитель пневматической системы канализаціи городовъ, названной его именемъ *). Названная выше книга предназначена авторомъ для представителей городовъ и вообще учреждений и лицъ, имѣющихъ отношеніе къ устройству канализаціи въ городахъ и желающихъ ознакомиться съ сравнительными достоинствами существующихъ системъ, не прибѣгая къ помощи техника, мнѣніе котораго часто можетъ быть пристрастно. Сообразно съ этимъ конструктивная и чисто-техническая сторона вопроса оставлена авторомъ въ сторонѣ, какъ имѣющая интересъ только для техника. По мнѣнію г. Лирнура эта сторона вопроса пріобрѣтаетъ значеніе лишь послѣ того, какъ сдѣланъ уже выборъ и отдано преимущество какой-нибудь системѣ. Поэтому онъ разсматриваетъ въ своемъ настоящемъ сочиненіи только гигиеническія, эстетическія, хозяйственные и финансовыя условія устройства разныхъ системъ, а техническихъ ихъ особенностей касается лишь настолько, насколько это необходимо для поставленной цѣли.

Конечно, нѣтъ особенныхъ основаній ожидать полного безпристрастія по этому важному вопросу строительной гигиены, выдвинутому въ наше столѣтіе на первый планъ, со стороны именно того спеціалиста, который является главнымъ поборникомъ и защитникомъ своей собственной системы. И дѣйствительно, изложеніе г. Лирнура отличается во многихъ мѣстахъ страстностію аргумента-

*) У насъ, въ Россіи, система устройства водостоковъ, подобная системѣ Лирнура, была предложена, совершенно самостоятельно, инженеръ-технологомъ Буровымъ, и по этому предмету были даже произведены опыты, которые, какъ говорятъ, доказали вполне практичность системы Бурова и вѣрность его выводовъ. Но практическаго примѣненія эта система у насъ до сихъ поръ не получила, если не считать примѣненія ея въ небольшихъ размѣрахъ на большомъ заводѣ на Выборгской сторонѣ, въ С.-Петербургѣ, гдѣ очистка выгребовъ производится посредствомъ разрѣженного воздуха.

дія, не обусловливаемою существомъ самаго предмета, какъ вопроса научнаго. Принявъ это во вниманіе, читатели, въ особенности неспеціалисты, для которыхъ собственно авторъ предназначилъ свою книгу, едва-ли сочтутъ возможнымъ произнести свой приговоръ единственно на основаніи ея выводовъ. Но, сдѣлавши эту оговорку, слѣдуетъ признать, что книга г. Лирнура составляетъ весьма полезный вкладъ въ литературу вопроса о канализаціи городовъ, она заключаетъ съ одной стороны богатый матеріалъ, въ видѣ массы фактическихъ данныхъ, отзывовъ компетентныхъ лицъ и документовъ по этому вопросу, а съ другой содержитъ подробный разборъ слабыхъ сторонъ и недостатковъ всѣхъ примѣненныхъ и предложенныхъ до настоящаго времени системъ канализаціи. Многіе изъ доводовъ и возраженій автора противъ весьма распространенной теперь системы т. н. сплавной канализаціи, при которой дождевыя и домашнія воды, а также экскременты и органическіе остатки отводятся въ общихъ каналахъ, по вѣскости своей, заслуживаютъ большаго вниманія и весьма поучительны.

Многочисленные факты свидѣтельствуютъ, что во всѣхъ тѣхъ городахъ, гдѣ была введена система сплавной канализаціи, успѣхи и послѣдствія ея далеко не соотвѣствуютъ ожиданіямъ, которыя на нее возлагали, и обѣщанія приверженцевъ этой системы во многомъ не оправдались. Единственная выгода этой системы, доставившая ей такъ много приверженцевъ среди инженеровъ и городскихъ обывателей, состоитъ въ удобствѣ, съ которымъ удаляются всѣ домашнія нечистоты, безъ всякаго обремененія и причиненія безпокойства городскимъ жителямъ. Но эта выгода есть необходимое условіе, которое практика ставитъ въ настоящее время вообще всѣмъ системамъ канализаціи—она поэтому свойственна также и системѣ Лирнура. За то во всѣхъ другихъ отношеніяхъ, какъ доказываетъ г. Лирнуръ, расчеты и предположенія поборниковъ сплавной системы оказались ошибочными, такъ какъ непремѣннымъ послѣдствіемъ ея является зараженіе городского воздуха, загрязненіе и порча воды въ рѣкахъ. Точно также обѣщанная утилизація удобрильныхъ веществъ, заключающихся въ сплавляемыхъ нечистотахъ, оказывается невыполнимою на практикѣ при этой системѣ.

Въ большинствѣ англійскихъ городовъ, какъ извѣстно, принята сплавная система канализаціи, съ отведеніемъ нечистотъ прямо въ рѣки и каналы, почему эту систему иногда называютъ „англійскою“. Городъ Лондонъ всегда приводится, какъ примѣръ устройства канализаціи съ непосредственнымъ спускомъ содержаемаго водосточныхъ

каналовъ прямо въ рѣку. Чтобы избѣгнуть загрязненія Темзы, въ этомъ городѣ, по предложенію и планамъ Джозефа Безальгетта, былъ устроенъ такъ называемый „main-drainage“. По увѣренію составителя проекта, этимъ способомъ всѣ нечистоты будутъ отводиться, безъ дальнѣйшихъ неудобствъ, прямо въ море. Разсчеты эти основаны были на принятомъ свойствѣ нечистотъ обезвреживаться при разбавленіи ихъ громаднымъ количествомъ проточной воды, что обыкновенно служитъ основаніемъ всѣхъ вообще проектовъ сплавной канализаціи. Когда-же проекты были исполнены самымъ тщательнымъ образомъ, на что ушли миллионы фунтовъ стерлинговъ, Темза оказалась еще грязнѣе, чѣмъ прежде. Это обнаружилось самымъ печальнымъ образомъ около трехъ лѣтъ тому назадъ, при гибели увеселительнаго парохода „Alice“. Несмотря на то, что катастрофа произошла въ недалекомъ разстояніи отъ берега рѣки, самые опытные пловцы изъ пассажировъ, находившихся на пароходѣ, не могли добраться до берега, и вмѣстѣ съ пассажирами, не умѣвшими плавать, задохлись отъ большого количества нечистотъ въ рѣкѣ. Сторонники сплавной канализаціи объясняютъ это значительное загрязненіе Темзы небольшими размѣрами рѣки, сравнительно съ громаднымъ народонаселеніемъ столицы Англіи, и утверждаютъ, что, по этой причинѣ, изъ примѣра неудачной канализаціи Лондона не слѣдуетъ дѣлать выводовъ въ примѣненіи къ другимъ городамъ съ меньшимъ населеніемъ. Тѣмъ не менѣе остается фактомъ, что выгоды, обѣщанныя при устройствѣ канализаціи, не были достигнуты, и масса денегъ потрачена даромъ.

Точно также невѣрно общепринятое мнѣніе, что сама канализація Лондона представляется образцовой въ санитарномъ отношеніи. Главный инженеръ медицинскаго управленія въ Лондонѣ, Раулинсонъ *), въ своей рѣчи 23 сентября 1880 г. въ качествѣ президента санитарнаго института Великобританіи, сказалъ объ этомъ предметѣ слѣдующее: „Несмотря на громадныя издержки на канализацію, самая элегантная часть Лондона, Бельгравія, представляетъ вмѣстѣ съ тѣмъ самую нездоровую часть города. Водосточные каналы содержатъ осадки и заражены вредными газами. Въ корридорахъ правительственныхъ зданій этой мѣстности ощущается зловоніе. Лица, имѣющія тамъ дѣло, высказываютъ мнѣніе, что, устраивая подобную канализацію, слѣдуетъ написать заранѣе завѣщаніе.

*) Замѣчательно то, что этотъ-же Раулинсонъ раньше былъ горячимъ сторонникомъ сплавной системы.

Съ моей стороны, можетъ быть, нѣсколько неосторожно выразиться такимъ образомъ, но я теперь настолько старъ и независимъ, что не долженъ бояться выговора со стороны начальства“. То-же мнѣніе высказалъ и инженеръ Гекслей *).

Въ Парижѣ сначала нечистоты посредствомъ водостоковъ прямо сплавлялись въ Сену. Когда-же стали замѣчать сильную порчу воды въ рѣкѣ, рѣшено было, для предотвращенія этого, направить содержимое водостоковъ на поля орошенія. Предполагалось, что для этой цѣли достаточно будетъ небольшого участка земли, причемъ вмѣстѣ съ тѣмъ рѣшили устроить ватерклозеты. вмѣсто употреблявшихся раньше такъ называемыхъ „fosses mobiles“. что представлялось значительнымъ улучшеніемъ въ санитарномъ отношеніи. Проекты были одобрены, и устроены ватерклозеты и машины, которыя подымали воду изъ каналовъ на извѣстную высоту, откуда она силою напора проводилась на поля у селенія Жаннвилле. Такъ какъ владѣльцамъ этихъ полей предоставлено было брать для орошенія воду въ такомъ количествѣ, въ какомъ они нуждались, то они этимъ были очень довольны. Но недовольными оказались жители Парижа. Дѣло въ томъ, что, вслѣдствіе предоставленной владѣльцамъ полей свободы въ полученіи воды, количество ея, дѣйствительно употреблявшееся для орошенія, оказалось весьма незначительнымъ, такъ что для удаленія всей остальной воды потребовались громадныя расходы на насосы и трубы. Предложеніе новыхъ проектовъ по этому предмету, въ связи съ тѣмъ обстоятельствомъ, что съ введеніемъ ватерклозетовъ весьма умножились жалобы на невыносимое зловоніе каналовъ, побудило правительство подвергнуть этотъ вопросъ обстоятельному изслѣдованію, для чего была составлена коммисія изъ первыхъ авторитетовъ наукъ, соприкасающихся съ этимъ предметомъ. Въ результатѣ коммисія эта пришла къ заключенію, по которому какъ введеніе нечистотъ въ каналы, такъ и устройство полей орошенія, были окончательно отвергнуты, изъ санитарныхъ соображеній. Такимъ образомъ, городу Парижу довѣріе къ сплавной системѣ обошлось въ 1³/₄ милліона франковъ, потраченныхъ на устройство водоподъемныхъ машинъ и трубъ.

Во Франкфуртѣ-на Майнѣ сплавная система была устроена съ введеніемъ устьевъ каналовъ непосредственно въ р. Майнъ. Это было сдѣлано на основаніи теоріи разжиженія Линдлея. По этой теоріи, нечистоты, поступаая въ рѣку, немедленно распределяются

*) См. „The Liernur Sewerage Sistem judged etc. Amsterdam. 1883, стр. 5.

по всему объему воды въ рѣкѣ, такъ что присутствіе ихъ дѣлается совершенно незамѣтнымъ; точно также разбавленіе нечистотъ большимъ количествомъ воды имѣетъ послѣдствіемъ совершенное ихъ обезвреживаніе. Увѣряли весьма убѣдительно, что непременно такъ должно случиться. Объясняли, что рѣки Англіи только потому такъ отвратительно загрязнились, что тамъ города очень большіе, а рѣки очень маленькія. При противныхъ-же обстоятельствахъ, какъ, на-примѣръ, въ Франкфуртѣ, не только не будетъ происходить загрязненія рѣки, но вода послѣдней окажется еще чище, чѣмъ до введенія канализаціи. Посмотримъ, что оказалось, при посѣщеніи этого города комиссіей, отправленной городомъ Мюнхеномъ для изученія устройства канализаціи въ разныхъ городахъ.

Вотъ что пишетъ эта комиссія въ своемъ докладѣ о посѣщеніи 24 сентября 1878 года водостокѣвъ города Франкфурта-на Майнѣ:

„Въ 12^{1/2} час. пополудни комиссія прибыла къ тому мѣсту, гдѣ устье канала вступаетъ въ рѣку. Разстояніе этого мѣста отъ берега составляетъ около 15 метровъ. Когда члены комиссіи подъѣхали къ этому мѣсту на лодкѣ, на поверхности рѣки показались многія плавающія частицы экскрементовъ, въ свернутомъ видѣ, точно также бумага и комки слизистыхъ тряпокъ. Эти нечистоты замѣчаемы были на всемъ пути лодки до Гутлейтгофа, лежащаго на 700 километровъ ниже устья канала. Затѣмъ мы продолжали путь до деревни Грисгейма, лежащей на 3^{1/2} километра ниже устья канала. Здѣсь бургомистръ Гаффнеръ и докторъ Вейссе жаловались намъ на состояніе, въ которое привело рѣку устройство въ Франкфуртѣ канализаціи. На поверхности рѣки все еще замѣтны были комки грязи, лоскутки бумаги и проч. На берегу подъ желтымъ слоемъ песка виднѣется черная полоса наносной грязи. Загрязненіе рѣки обнаруживается невозможностью купаться здѣсь, поить скотъ или стирать бѣлье“.

Причина, почему относительно небольшое количество нечистотъ можетъ такъ отвратительно загрязнить такую большую рѣку, какъ Майнъ, заключается въ томъ, что, какъ можетъ разъяснить каждый крестьянинъ, экскременты никогда не распредѣляются равномерно по всему объему воды въ рѣкѣ, а, напротивъ, плаваютъ въ свернутомъ состояніи на ея поверхности, и поэтому, мѣрою „разжиженія“ или скорѣе „распространенія“ нечистотъ служить не объемъ, а ширина или поверхность рѣки.

Прусское правительство, неоднократно убѣждавшееся черезъ своихъ экспертовъ въ невозможномъ загаженіи рѣки Майна водо-

стоками Франкфурта, обязало городъ принять мѣры для очищенія сточныхъ водъ химическими реактивами, что по проекту обойдется въ 1½ милліона марокъ на первоначальное устройство и въ 300.000 марокъ ежегоднаго расхода. Нечего говорить, что успѣхъ подобнаго предпріятія весьма сомнителенъ.

Значительную часть своей книги авторъ посвящаетъ разсмотрѣнію результатовъ канализаціи города Берлина, гдѣ, какъ извѣстно, была примѣнена въ обширныхъ размѣрахъ система полей орошенія. По мнѣнію г. Лирнура, преобладающее большинство въ магистратѣ г. Берлина до сихъ поръ не хочетъ усмотрѣть неудачу этой канализаціи и каждый разъ вновь ассигнуетъ большія суммы на расходы по этому предмету только потому, что признаніемъ этого факта боится нанести поражение своей партіи, выдающіеся вожди которой играли роль самыхъ рьяныхъ защитниковъ и приверженцевъ канализаціи Берлина по этой системѣ. Введеніе полей орошенія при сплавной системѣ канализаціи объясняли тѣмъ, что съ одной стороны городъ будетъ при этомъ освобождаться отъ нечистотъ, безъ зараженія рѣчной воды, а съ другой—поля пріобрѣтутъ органическіе остатки, необходимые для произрастанія растений. Отнесясь внимательно къ этому принципу, легко убѣдиться, что въ немъ кроется экономическое противорѣчіе. Дѣйствительно, при подобной утилизаціи удобрительныхъ частей нечистотъ, потребление ихъ ставится въ полной зависимости отъ производства, размѣръ котораго регулируется совершенно другими факторами. Весьма можетъ оказаться, что ни количество городскихъ нечистотъ, которое нужно отвести непремѣнно ежедневно, ни способъ, которымъ онѣ доставляются въ разжиженномъ видѣ на поля орошенія, совершенно не соотвѣтствуютъ агрикультурнымъ требованіямъ наибольшаго извлеченія пользы изъ удобрительныхъ веществъ. Поэтому объ породныя задачи, отведеніе нечистотъ и удобреніе полей, искусственно связываемыя между собою столь тѣсно при способѣ орошенія, будутъ мѣшать одна другой, и по крайней мѣрѣ одна изъ нихъ должна оказаться рѣшенной нераціонально. Это вполнѣ подтвердилось на опытѣ при канализаціи Берлина.

Прежде всего оказывается, что земли, пріобрѣтенныя городомъ Берлиномъ для устройства полей орошенія, куда проводятся сточныя воды первыхъ трехъ участковъ изъ числа семи, на которые городъ былъ разбитъ при введеніи канализаціи, до настоящаго времени, т. е. по истеченіи 10 лѣтъ послѣ устройства канализаціи, не только не даютъ того дохода, котораго ожидали отъ удобренія

ихъ органическими ингрѣдiентами городскихъ нечистотъ, но еще приносятъ городу громадныя убытки; это даже послужило берлинскому магистрату доводомъ при испрошеніи освобожденія этихъ земель отъ уплаты правительственныхъ налоговъ. Такимъ образомъ, объ экономическомъ употребленіи нечистотъ, которыя при раціональной эксплуатаціи могутъ давать доходу до 2 рублей въ годъ на одного городского жителя, не можетъ быть и рѣчи при принятой въ Берлинѣ системѣ. Но съ другой стороны не была достигнута и другая цѣль, имѣвшаяся въ виду при устройствѣ полей орошенія, а именно предохраненіе рѣки отъ введенія въ нее нечистотъ, такъ какъ пріобрѣтенныя для орошенія участки оказываются далеко недостаточными для спуска всѣхъ сточныхъ водъ, несмотря на то, что для IV и V участковъ было пріобрѣтено земли почти втрое болѣе, чѣмъ это предполагалось при первоначальномъ проэктѣ. Поэтому и теперь значительное количество нечистотъ Берлина разными способами спускается прямо въ рѣку и заражаетъ ее.

Что касается другихъ выгодъ, обѣщанныхъ при устройствѣ этой канализаціи, то онѣ также оказываются въ большинствѣ призрачными. Городской воздухъ портится по прежнему, такъ какъ вентиляціонныя трубы и башни, устроенныя для отведенія вредныхъ газовъ въ верхніе слои атмосферы, не дѣйствуютъ, и разные самодѣйствующіе запоры, долженствующіе препятствовать выходу газовъ изъ колодцевъ, оказываются недостаточными. Предполагалось, что, придавая извѣстную скорость теченія нечистотамъ въ водостокахъ, а также правильно промывая послѣдніе, можно будетъ достигнуть того, что броженіе нечистотъ въ предѣлахъ города не будетъ происходить, по недостатку времени, а осадки будутъ смываемы помощью промывныхъ приспособленій. Оба эти предположенія оказались ошибочными.

Новѣйшія изслѣдованія водосточныхъ галлерей и каналовъ обнаружили слѣдующее явленіе. Такъ какъ удѣльный вѣсъ твердыхъ нечистотъ меньше удѣльнаго вѣса воды, то, при движеніи ихъ по каналамъ, онѣ не только держатся въ верхнихъ слояхъ воды, но, какъ и всѣ мелкія тѣла въ проточной водѣ, относятся къ краямъ, вслѣдствіе чего онѣ трутся вдоль стѣнъ канала. Вслѣдствіе этого, при пониженіи уровня воды въ каналѣ, часть этихъ нечистотъ прилипаетъ къ стѣнамъ послѣдняго вдоль всей площади, на которой понизился уровень, и это явленіе повторяется при сухой погодѣ ежедневно съ того момента, когда въ квартирахъ прекращается потребленіе воды. Поэтому этотъ слой нечистотъ остается на своемъ мѣстѣ

приблизительно отъ полудня до слѣдующаго утра, когда вновь начинается увеличенное потребленіе воды въ квартирахъ и уровень въ каналахъ подымется до прежней высоты. Все это время нечистоты находятся въ соприкосновеніи съ воздухомъ въ каналѣ. Тоже повторяется при сильныхъ ливняхъ, съ тою разницей, что въ этомъ случаѣ слой нечистотъ осаждается на болѣе широкой площади стѣнъ каналовъ. Такимъ образомъ стѣны каналовъ до самаго высокаго уровня протекающей воды покрываются слоемъ нечистотъ различнаго состава, содержащихъ массу органическихъ ингредиентов. Толщина эта увеличивается, приближаясь ко дну канала, гдѣ въ теченіи 10—12 дней образуется слой толщиной до 20 сантиметровъ. Этотъ слой, какъ показали опыты, не можетъ быть удаленъ никакими промывательными приспособленіями, такъ какъ для удаленія нечистотъ со стѣнъ каналовъ требуется употребленіе проводочной щетки, въ соединеніи съ сильною струею воды.

Но финансовыя соображенія дѣлаютъ невозможнымъ производить эту очистку чаще, чѣмъ среднимъ числомъ два раза въ мѣсяцъ. Кромѣ того общая площадь внутреннихъ стѣнъ трубъ, посредствомъ которыхъ нечистоты проводятся изъ домовъ въ общіе водосточные каналы, превосходитъ площадь этихъ каналовъ отъ трехъ до 10 разъ, а между тѣмъ въ этихъ трубахъ совершенно невозможно производить подобную очистку.

Чтобы показать, насколько періодическая механическая очистка водостоковъ можетъ считаться цѣлесообразною, достаточно будетъ привести слѣдующее описаніе производства этой очистки, изложенное въ докладѣ объ этомъ предметѣ берлинскаго управленія водостоковъ: „Черезъ каждые приблизительно 12 дней надзиратель обходитъ доступные для этого каналы, неся въ рукѣ фонарь. Онъ одѣтъ въ высокіе сапоги, которыми онъ размѣшиваетъ осѣвшія на дно нечистоты. За нимъ слѣдуетъ рабочій, который соскребываетъ и подвигаетъ впередъ накопившуюся грязь деревянною лопатой, и наконецъ второй рабочій, вооруженный метлою, разчищаетъ послѣдніе остатки грязи, не удаленные первымъ рабочимъ“. Несмотря однако на эту очистку, по тому-же докладу оказывается, что количество накапливающейся грязи со временемъ увеличивается на столько, что ее приходится вывозить изъ каналовъ, подъемомъ черезъ колодцы. Это производится, когда слой осадившихся нечистотъ достигаетъ толщины въ 15 сантиметровъ, слѣдующимъ образомъ: „Семь рабочихъ съ надзирателемъ занимаются этимъ въ такомъ порядкѣ. Одинъ изъ рабочихъ находится въ каналѣ и нагружаетъ нечистоты

въ приготовленныя ведра; четверо рабочихъ выносятъ наполненныя ведра, содержація около 25 литровъ грязи каждое, къ ближайшему колодцу, гдѣ двое другихъ рабочихъ, находящіеся на мостовой, подымаютъ эти ведра черезъ колодезь вверхъ“.

Для очистки каналовъ, недоступныхъ для рабочихъ, производится слѣдующая сложная манипуляція: „Отъ одного колодца до другаго въ водостоки пропускается бумажный поплавокъ, для передвиженія котораго въ соотвѣтствующій каналъ пускаютъ воду изъ водопровода. Къ поплавку привязанъ одинъ конецъ крѣпкой бичевки, который такимъ образомъ доходитъ до другаго колодца. Посредствомъ этой бичевки черезъ каналъ проводится смоленая веревка въ 22 миллиметра діаметромъ. Къ веревкѣ прикрѣпленъ цилиндрическій скребокъ со щетками, имѣющій на своемъ концѣ вторую веревку для обратнаго движенія. Для этой работы требуются четверо рабочихъ. Скребокъ служитъ только для разрыхленія грязи, которая уносится сильною струею воды, пускаемой въ это время. Обыкновенно эту работу повторяютъ нѣсколько разъ, пропуская скребки различной величины, пока въ послѣдній разъ не пропустятъ скребокъ діаметръ котораго равенъ внутреннему діаметру очищаемой водосточной трубы.“

Тотъ-же главный инженеръ англійскаго санитарнаго совѣта, Раулинсонъ, о которомъ было упомянуто выше, отзывался объ этомъ предметѣ слѣдующимъ образомъ: „Дождевую воду необходимо отводить непременно надъ поверхностью улицъ. Если это приносить вредъ улицамъ, надо изыскать средства предотвратить этотъ вредъ. Для отвода дождевой воды не слѣдуетъ строить большихъ каналовъ, такъ какъ при сухой погодѣ эти каналы представляютъ большія площади, производящія тоже зло, которое хотятъ посредствомъ ихъ устранить. Каналы должны служить исключительно для отвода нечистотъ и проч. Послѣ того какъ правительство издало законъ, запрещающій посылать людей въ дымовыя трубы, оно должно также запретить рабочимъ лазить по сточнымъ каналамъ. Что меня касается, то я не хочу быть отвѣтственнымъ за жизнь тѣхъ людей, которые гибнутъ отъ этой работы *).“

Замѣтимъ при этомъ, что приводимое обыкновенно въ пользу практикующейся теперь системы канализаціи уменьшеніе цифры смертности въ тѣхъ городахъ, гдѣ введена канализація, не можетъ служить доказательствомъ, по двумъ причинамъ. Во первыхъ, для

*) См. Transactions of the sanitary Institute of Great Britain. Vol. II. Session 1880.

сравненія не слѣдовало-бы брать цифры смертности за годы, непосредственно предшествовавшіе введенію канализаціи, какъ это обыкновенно дѣлають, такъ какъ въ эти годы, отъ вскрытія и разрыхленія почвы при подготовительныхъ работахъ для устройства канализаціи, смертность среди городскихъ жителей непремѣнно должна увеличиться. Во вторыхъ уменьшеніе смертности можетъ быть приписано и другимъ причинамъ, имѣющимъ обыкновенно мѣсто рядомъ съ введеніемъ въ городѣ канализаціи, какъ-то: устройству водопроводовъ, болѣе рациональному устройству домовъ въ санитарномъ отношеніи и пр.

Надо сказать, что по всѣмъ этимъ причинамъ, а также и по многимъ другимъ, здѣсь не упомянутымъ за недостаткомъ мѣста, многіе авторитетные ученые и техники въ послѣднее время совершенно отвергаютъ систему сплавной канализаціи и отдають преимущество системѣ Лирнура, при которой, какъ извѣстно, экскременты и домашнія нечистоты, содержащія удобрительныя вещества, отводятся по совершенно отдѣльной системѣ каналовъ, помощію особыхъ машинъ, на устроенный для этой цѣли заводъ, гдѣ органическія частицы перерабатываются въ пудреты, служащіе для удобренія почвы.

Принципъ раздѣленія труда и отдѣленія утилизаціи удобрительныхъ веществъ отъ ихъ производства, положенный въ основаніе этой системы, à priori характеризуетъ ее; какъ болѣе выгодную и цѣлесообразную въ финансовомъ и экономическомъ отношеніяхъ. Что-же касается условій выполненія этой системы на практикѣ, то, воздерживаясь отъ категорическаго рѣшенія этого вопроса, слѣдуетъ признать, что предположенія г. Лирнура вполне оправдались на дѣлѣ при канализаціи по его системѣ города Амстердама, какъ объ этомъ свидѣлствуютъ оффиціальныя акты, сообщенныя магистратомъ этого города. Въ другихъ городахъ, гдѣ система Лирнура была примѣнена только въ отдѣльныхъ частяхъ своихъ, она также дала хорошіе результаты.

Въ настоящее время въ числѣ выдающихся сторонниковъ системы Лирнура считаются профессоръ Овербекъ въ Бельгіи, Гексли въ Лондонѣ, профессора Эйленбергъ и Александръ Мюллеръ. Кромѣ того, за эту же систему высказались высшій медицинскій совѣтъ королевства Нидерландскаго и министерство королевства Прусскаго.

Die Englische Eisenbahnpolitik der letzten zehn Jahre (1873 — 1883), von Gustav Cohn. Leipzig, 1883. Ц. 1 р. Книга эта представляетъ продолженіе „изслѣдованій“ того-же автора, появившихся около 10 лѣтъ тому назадъ, и заключаетъ въ себѣ обзоръ желѣзно-

дорожной политики въ Англіи на основаніи документовъ и матеріаловъ, обнародованныхъ въ послѣдніе 10 лѣтъ *).

Характерная особенность государственнаго строя Англіи, состоящая въ господствѣ принципа невмѣшательства и такъ называемаго „selfgovernment“, выказала всѣ свои слабыя стороны, когда, вмѣстѣ съ осложненіемъ экономическихъ отношеній и развитіемъ путей сообщенія, интересы государства все болѣе стали приходить въ столкновеніе съ интересами промышленныхъ монополистовъ, а въ особенности компаній желѣзныхъ дорогъ. Относительно путей сообщенія, англійское законодательство всегда держалось того воззрѣнія, что всѣ пути и дороги страны составляютъ собственность не личную, а общественную, и поэтому должны быть всегда открыты для пользованія всѣхъ и каждаго. Это воззрѣніе вытекаетъ изъ понятія о дорогѣ, какъ о средствѣ сообщенія, которое можетъ принести наибольшую пользу только при условіи свободнаго пользованія, вслѣдствіе чего проведеніе, напримѣръ, рядомъ двухъ или трехъ параллельныхъ дорогъ справедливо должно быть рассматриваемо, какъ бессмысленная трата народныхъ средствъ. Поэтому, отдавая разрѣшеніе на постройку новыхъ путей сообщенія обществамъ предпринимателей, правительство всегда стремилось оградить этотъ общій характеръ пути многочисленными оговорками въ условіяхъ концессій.

Все это оказывалось еще на половину выполнимымъ, когда при прежнемъ характерѣ главныхъ путей сообщенія Англіи, т. е. преимущественно каналовъ, только путь принадлежалъ предпринимателямъ, подвижной-же составъ, т. е. барки принадлежали самимъ отправителямъ, такъ что приходилось только охранять интересы послѣднихъ отъ прижимокъ владѣльцевъ каналовъ соотвѣтственнымъ регулированіемъ движенія. Но уже здѣсь монополія владѣльцевъ каналовъ давала себя сильно чувствовать, такъ что на первыя желѣзныя дороги въ Англіи отправители грузовъ посмотрѣли, какъ на средство избавиться отъ господства компаній, владѣвшихъ каналами. Съ сооруженіемъ-же большой сѣти желѣзныхъ дорогъ, которыя являются хозяевами не только самаго пути, но также и подвижнаго состава и, по характеру предпріятія, полновластно распоряжаются регулированіемъ движенія, оказалось, что была создана новая монополія, съ господствомъ которой весьма трудно бороться не только частнымъ лицамъ, но и правительству.

*) См. соч. того-же автора: „Untersuchungen über die englische Eisenbahnpolitik.“ Leipzig, 1874—75 (два тома).

Затрудненія, возникшія вслѣдствіе этого въ эпоху постройки первыхъ желѣзныхъ дорогъ, уже въ тридцатыхъ годахъ вызвали дебаты въ англійской палатѣ. Кажущееся разрѣшеніе этихъ затрудненій было найдено въ провозглашеніи того принципа, что и при устройствѣ желѣзныхъ дорогъ охрана общихъ интересовъ можетъ быть достигнута путемъ конкуренціи частныхъ интересовъ желѣзнодорожныхъ обществъ. Руководясь этимъ принципомъ, были выданы многія концессіи на устройство соперничающихъ линій, что, конечно, поглотило громадное количество средствъ непроизводительнымъ образомъ, такъ какъ зло этимъ, какъ извѣстно, ничуть не было устранено.

Скоро послѣ своего построенія, соперничающія дороги стали вступать не только между собою, но и съ каналами въ компромиссы и коалиціи, или-же большія дороги скупали маленькія, а иногда убивали ихъ значительнымъ пониженіемъ тарифовъ, чтобы послѣ этого стать полновластными хозяевами движенія и пр. Словомъ, правительство опять очутилось лицомъ къ лицу съ неразрѣшенной задачей, которую преодолѣть едва-ли ему возможно будетъ, придерживаясь прежнихъ принциповъ невмѣшательства. Желѣзныя дороги, предоставленныя самимъ себѣ, представляютъ въ настоящее время такую грозную силу, отъ которой зависитъ судьба цѣлыхъ частей государства и промышленныхъ округовъ, какъ напр. при установленіи дифференціальныхъ тарифовъ.

Успокоительное мнѣніе, что справедливые интересы отдѣльныхъ лицъ и всего общества, приходящіе въ столкновеніе съ интересами желѣзныхъ дорогъ, охраняются тѣмъ, что интересы дороги совпадаютъ съ интересами публики, опровергается фактами. Это утѣшеніе тѣмъ менѣе справедливо, что, вслѣдствіе временнаго характера правленій этихъ акціонерныхъ предпріятій, дѣйствительныя интересы дороги часто не соотвѣтствуютъ интересамъ ихъ временныхъ хозяевъ, руководимыхъ посторонними соображеніями, и это обстоятельство также значительно усложняетъ дѣло.

Доказательствомъ того, насколько непримѣнимымъ оказывается принципъ невмѣшательства по отношенію къ желѣзнымъ дорогамъ, можетъ служить тотъ фактъ, что въ Сѣв. Америкѣ, этой странѣ промышленной свободы, штатъ Иллинойсъ принужденъ былъ издать постановленіе, по которому установленіе произвольныхъ тарифовъ желѣзными дорогами подводится подъ понятіе о „вымогательствѣ“, съ установленіемъ штрафа за это преступленіе отъ тысячи до двадцати пяти тысячъ долларовъ. Въ этомъ-же штатѣ въ 1871 году была

учреждена особая правительственная коммисія, отъ которой зависить разрѣшеніе максимальныхъ желѣзно-дорожныхъ тарифовъ.

Если англійскому правительству до сихъ поръ еще не удалось разрѣшить вопросъ о согласованіи принципа свободы промышленныхъ предпріятій съ возможностью огражденія интересовъ частныхъ лицъ и государства отъ монополіи желѣзно-дорожныхъ обществъ, то съ другой стороны ему слѣдуетъ поставить въ заслугу созданіе и обнародованіе многихъ цѣнныхъ матеріаловъ, необходимыхъ для ознакомленія съ этимъ вопросомъ. Скажемъ нѣсколько словъ въ поясненіе происхожденія этихъ матеріаловъ.

Въ Англіи давно установился обычай для разрѣшенія важныхъ государственныхъ вопросовъ, въ которыхъ замѣшаны многіе противоположные интересы частныхъ лицъ и партій, такъ что это разрѣшеніе становится особенно запутаннымъ и сложнымъ, назначать особую парламентскую слѣдственную коммисію, которая тогда облекается нѣкоторою чрезвычайною властію. Эти коммисіи имѣютъ между прочимъ право вызывать свидѣтелей, подвергать ихъ допросу, если нужно—подъ присягой, требовать предьявленія разныхъ документовъ и пр. Такимъ образомъ парламентскія слѣдственные коммисіи имѣютъ полную возможность изучить разрѣшаемый вопросъ во всей подробности и изъ сопоставленія многочисленныхъ показаній, мнѣній и фактовъ доискаться истины. Такія коммисіи, назначаемаы иногда палатой общинъ, а иногда палатой лордовъ, въ разное время занимались и желѣзно-дорожнымъ вопросомъ. Рядомъ съ этимъ существуютъ работы и правительственныхъ коммисій, также занимавшихся изслѣдованіемъ этого вопроса. Такъ весьма объемистый трудъ по желѣзно-дорожному вопросу представила коммисія, работавшая въ 1881—2 гг. по почину нижней палаты. Точно также имѣютъ большое значеніе работы правительственныхъ коммисій, разсматривавшихъ въ 1865—1867 гг. вопросъ о тарифахъ, и въ 1874—1877 гг. вопросъ о несчастіяхъ на желѣзныхъ дорогахъ.

Въ послѣднія 10 лѣтъ желѣзно-дорожный вопросъ почти непрерывно подвергался изслѣдованію со стороны различныхъ парламентскихъ слѣдственныхъ коммисій, имѣвшихъ существенное вліяніе на желѣзно-дорожное законодательство въ Англіи и обнародовавшихъ весьма важные матеріалы, изложенные въ такъ называемыхъ „синихъ“ книгахъ.

Въ 1876 году засѣдали двѣ коммисіи, назначенныя нижней палатой. Одна занималась старымъ вопросомъ о налогѣ на пассажир-

ское движеніе, а другая разсматривала вопросъ объ управленіи телеграфомъ, который находится въ тѣсной связи съ желѣзнодорожнымъ вопросомъ.

31 марта 1876 года нижняя палата избрала новую комиссію изъ семнадцати членовъ „для изслѣдованія организаціи и финансоваго устройства телеграфнаго департамента“ *). Эта комиссія имѣла засѣданія и выслушивала свидѣтелей въ теченіи времени отъ апрѣля до іюля и представила свой докладъ 13 іюля того-же года, съ матеріаломъ изъ 5.494 вопросовъ и отвѣтовъ и ряда статистическихъ таблицъ.

7 марта 1876 года нижняя палата назначила комиссію „для изслѣдованія и доклада о дѣйствіи существующаго закона, касающагося налога на пассажирское движеніе по желѣзнымъ дорогамъ, съ обращеніемъ особаго вниманія на вопросъ о дешевыхъ поѣздахъ“. Эта комиссія также была составлена изъ 17 членовъ и окончила свои занятія 23 іюня того-же года, представивъ докладъ, основанный на 3.776 вопросахъ и отвѣтахъ и на цѣломъ рядѣ другихъ матеріаловъ.

Уже въ 1874 году была назначена правительственная комиссія для разсмотрѣнія вопроса о несчастіяхъ на желѣзныхъ дорогахъ. Эта комиссія продолжала работу парламентской комиссіи, занимавшейся этимъ вопросомъ въ 1873 году по порученію палаты лордовъ, работала нѣсколько лѣтъ и составила длинный докладъ съ громаднымъ количествомъ матеріаловъ.

Составившись 8 іюня 1874 года, по почину палаты лордовъ, для изслѣдованія причинъ и законныхъ способовъ предохраненія отъ нечастій на желѣзныхъ дорогахъ, это учрежденіе, состоявшее изъ 9 членовъ (среди нихъ нѣкоторые номинальные), въ теченіи трехъ лѣтъ допрашивало, во всѣхъ частяхъ страны, около 300 свидѣтелей, между ними многихъ высшихъ служащихъ на желѣзныхъ дорогахъ, и собрало 43.443 вопросовъ и отвѣтовъ. Докладъ этой комиссіи оконченъ былъ 2 февраля 1877 года и представляетъ самую объемистую синюю книгу по этому вопросу.

Наконецъ 15 и 22 февраля 1881 года нижняя палата назначила комиссію изъ 23 лицъ для изслѣдованія пассажирскихъ и товарныхъ тарифовъ желѣзныхъ дорогъ и каналовъ, а также дѣятельности желѣзнодорожной комиссіи (Railway Commission) 1873 года,

*) Англійскіе телеграфы въ настоящее время находятся въ завѣдываніи правительства, которое выкупило ихъ изъ рукъ частныхъ обществъ.

въ смыслѣ улучшенія этого учрежденія. Эта коммисія отъ мая до августа допрашивала 1.881 свидѣтеля, но не успѣла кончить своей работы къ концу парламентской сессіи, и поэтому испросила себѣ продолженія ея полномочій еще на одну сессію, обнародовавъ свои труды за 1881 годъ. Предложеніе коммисіи о продленіи ея полномочій было уважено, такъ какъ 10 февраля 1882 года нижняя палата вновь назначила слѣдственную коммиссію, состоявшую почти изъ тѣхъ-же членовъ, давъ ей тотъ-же предметъ для изслѣдованія. Эта коммиссія засѣдала и допрашивала свидѣтелей отъ 27 февраля до 8 мая и представила 27 іюля 1882 года нижней палатѣ свой докладъ, содержащій, кромѣ 4.125 вопросовъ и отвѣтовъ, цѣлую массу матеріаловъ, въ видѣ актовъ и таблицъ.

Вся эта масса фактическаго матеріала, ярко иллюстрирующая положеніе въ Англіи вопроса объ отношеніяхъ желѣзныхъ дорогъ къ правительству и желѣзнодорожную политику, послужила автору для весьма подробнаго и тщательнаго анализа, который вновь подтверждаетъ выводъ, сдѣланный имъ уже въ прежнихъ своихъ сочиненіяхъ. Этотъ выводъ состоитъ въ томъ, что принципъ невмѣшательства въ примѣненіи къ желѣзнодорожной политикѣ составляетъ въ высшей степени вредную ошибку, имѣющую печальныя послѣдствія для всего населенія. Авторъ сходится поэтому въ мнѣніяхъ со многими новѣйшими экономистами, признавшими что единственнымъ и дѣйствительнымъ способомъ сломить могучую монополію желѣзныхъ дорогъ и зависимость отъ нихъ самыхъ важныхъ экономическихъ интересовъ страны слѣдуетъ считать только полное отчужденіе этого предпріятія изъ рукъ частныхъ компаній и переходъ желѣзныхъ дорогъ въ собственность и управленіе государства, какъ дѣйствительнаго представителя общихъ интересовъ населенія.

Das graphische Rechnen und die graphische Statik, von Karl von Ott; zweiter Theil: Die graphische Statik. I. Abtheilung. Prag 1884. Ц. 3 р. 60 к. Имя и сочиненія Отта извѣстны русской технической публикѣ, такъ какъ переводъ его сочиненія о графическомъ счисленіи и графической статикѣ имѣется и на русскомъ языкѣ. То обстоятельство, что „Основанія графическаго счисленія и графической статикѣ“ этого автора переведены на всѣ европейскіе языки и что лежащій передъ нами выпускъ представляетъ четвертое изданіе этого сочиненія на нѣмецкомъ языкѣ, достаточно доказываетъ, что графическій способъ рѣшенія техническихъ задачъ, вслѣдствіе своей наглядности и простоты, все болѣе входитъ въ употребленіе среди техниковъ.

Это побудило автора совершенно переработать свой трудъ, значительно расширивъ его. включеніемъ въ него графическаго рѣшенія важнѣйшихъ задачъ строительной механики, разрѣшаемыхъ обыкновенно аналитическимъ способомъ. Такимъ образомъ настоящее изданіе сочиненія г. Отта о графической статикѣ будетъ состоять изъ двухъ отдѣловъ. Въ первомъ, вышедшемъ теперь въ свѣтъ, отдѣлѣ изложены: сложение и разложение силъ помощью многоугольника силъ и веревочнаго многоугольника, а также статика разрѣзныхъ балокъ съ параллельными поясами и сплошною или сквозною стѣнкою. Другой отдѣлъ, который авторъ обѣщаетъ выпустить черезъ годъ, будетъ заключать теорію сопротивленія матеріаловъ, статику балокъ разрѣзныхъ и съ криволинейными поясами, графическое опредѣленіе давленія грунта, повѣрку устойчивости подпорныхъ стѣнъ, контрфорсовъ сводовъ.

Die Calculation der Eisenconstructions, herausgegeben von A. Messerschmitt, Ingenieur in Dortmund. Essen. 1884. Ц. 2 р. 50 к. При составленіи проекта мостоваго или другаго подобнаго желѣзнаго сооруженія, приблизительный расчетъ стоимости этой работы не представляетъ для инженера особенныхъ затрудненій, и смѣта, съ точностью, удовлетворяющею практику, можетъ быть составлена, соображаясь съ необходимымъ количествомъ строительнаго матеріала, существующими цѣнами на него и нѣкоторыми прочими условіями, какъ рабочая палата и т. д. Абсолютной точности при этомъ тѣмъ болѣе не требуется, что расчетъ производится въ круглыхъ цифрахъ и окончательная разниа въ нѣсколько процентовъ незначительна въ сравненіи со стоимостью сооруженія или-же всего предпріятія, въ составъ котораго это сооруженіе входитъ, какъ часть. Притомъ исполненіе работы обыкновенно сдается съ подряда отдѣльному предпринимателю или подрядчику, съ которымъ также составляется условіе въ круглыхъ числахъ, соображаясь съ смѣтнымъ исчисленіемъ, такъ что допущенная неточность при этомъ исчисленіи въ общемъ результатѣ и не ощущается.

Но въ другихъ условіяхъ находится подрядчикъ или заводъ, берущій на себя исполненіе работы. Для нихъ разниа между смѣтнымъ исчисленіемъ и дѣйствительною и окончательною стоимостью сооруженія составляетъ ихъ прибыль, которая должна давать извѣстный процентъ на оборотный капиталъ, чтобы работа оказалась выгодной, а потому для нихъ въ высшей степени важно возможно болѣе точное исчисленіе дѣйствительной стоимости предполагаемой работы, причемъ въ расчетъ должны входить многіе факторы,

имѣющіе временный и случайный характеръ, но тѣмъ не менѣе самымъ существеннымъ образомъ вліяющіе на окончательную полную стоимость работы. Такъ, напримѣръ, кромѣ возможно болѣе близкаго опредѣленія количества, рода и стоимости разныхъ работъ, которыя придется выполнить, а равно и времени, въ теченіи котораго онѣ могутъ быть окончены, заводчику приходится еще принимать въ соображеніе возможное колебаніе цѣнъ на рабочія руки. Затѣмъ не все равно, занятъ ли въ это время заводъ другими заказами, такъ что придется увеличить его средства и число рабочихъ, или-же наоборотъ нѣкоторыя части завода находятся во временномъ бездѣйствіи; предвидятся-ли впослѣдствіи другіе заказы, на которые можно будетъ употребить машины и рабочія силы завода, или нѣтъ. При существованіи сильной конкуренціи между заводами, понижающей возможный заработокъ до минимума, подобныя точныя вычисленія на основаніи коммерческихъ соображеній и опыта прежнихъ работъ становятся необходимостью.

Книжка инженера Мессершмитта и составлена съ цѣлію представить теоретическій и практическій матеріалъ для подобнаго рода вычисленій, примѣнительно къ устройству желѣзныхъ мостовъ, производству паровыхъ и паровозныхъ котловъ и возведенію временныхъ подмостей для сборки мостовъ. Кромѣ подробнаго разбора намѣченнаго выше вопроса о составленіи точныхъ смѣтъ, которыя были-бы сообразованы со всѣми коммерческими и техническими условіями предполагаемой работы, въ этой небольшой книжкѣ собрано большое количество практическихъ указаній, таблицъ, съ точнымъ указаніемъ цѣнъ различныхъ работъ, относящихся до рассматриваемыхъ конструкцій, предѣловъ, между которыми эти цѣны колеблются, въ зависимости отъ разныхъ условій, и примѣрные расчеты дѣйствительно исполненныхъ работъ. Кромѣ того г. Мессершмиттъ рассматриваетъ подробно вопросъ о сборкѣ мостовъ и присовокупилъ къ своей книгѣ 6 таблицъ чертежей, представляющихъ временныя подмости, устроенныя для сборки мостовъ различныхъ пролетовъ (Эльбскаго у Мейссена и другихъ).

По богатому обилію матеріала книга эта можетъ быть весьма полезна для лицъ, занимающихся практическимъ выполненіемъ мостовыхъ сооружений, хотя для русскаго строителя она, конечно, значительно теряетъ отъ того, что по специально-практическому характеру ея всѣ таблицы и вычисленія пріурочены къ цѣнамъ и условіямъ строительнаго производства въ Германіи.

Taschenbuch für Feuerungstechniker. Kurze Anleitung zur Untersuchung von Feuerungsanlagen, von Dr. Ferd. Fischer. Stuttgart, 1883. Ц. 1 р. 50 к. Авторъ объясняетъ появленіе своего краткаго руководства къ изслѣдованію дѣйствія разныхъ топокъ слѣдующимъ весьма вѣскимъ соображеніемъ. Въ Германіи сожигается ежегодно около 50 милліоновъ тоннъ каменнаго угля; если къ этому прибавить громадное количество потребляемаго, кромѣ того, торфа, дровъ, лигнита и другихъ горючихъ матеріаловъ, переведа все это на уголь, то получится потребленіе каменнаго угля въ одной Германіи около 70 милліоновъ тоннъ. До сихъ поръ весь этотъ матеріаль сожигается въ топкахъ весьма несовершенно, такъ какъ при топкѣ паровыхъ котловъ въ трубу обыкновенно уходитъ отъ 30 до 60 процентовъ полезной теплоты, даваемой топливомъ. при топкѣ-же домашнихъ печей эта потеря полезной теплоты доходитъ до 80 процентовъ. Между тѣмъ при соотвѣтственномъ изслѣдованіи условій топки и введеніи нужныхъ улучшеній, эту потерю легко довести до 10—15 процентовъ. Изъ этого слѣдуетъ, что рациональное веденіе топки можетъ въ одной Германіи давать экономію въ потребленіи топлива на сумму до 50 милліоновъ марокъ ежегодно.

Карманная книжка г. Фишера предназначена для химиковъ, заводчиковъ, правительственныхъ инспекторовъ надъ паровыми котлами и проч. и даетъ краткое руководство, какъ, не прекращая дѣйствія топки, производить быстрое изслѣдованіе хода процесса сожиганія топлива и опредѣлять степень полезнаго дѣйствія расходуемой теплоты, и затѣмъ, если нужно, ввести надлежащія улучшенія. Въ книжкѣ этой разсматриваются только тѣ служащія для этой цѣли аппараты и способы, которые оказались наиболѣе примѣнимыми на практикѣ *).

Сообразно съ этимъ въ книжкѣ изложены практическіе способы измѣренія теплоты, анализа топлива и газовъ и расчета потерянной теплоты и показано примѣненіе всѣхъ этихъ способовъ къ топкамъ паровыхъ котловъ, паровозовъ, кирпичныхъ заводовъ, желѣзодѣлательныхъ, химическихъ, газовыхъ и домашнихъ печей и проч. Къ концу книжки приложены разграфленныя таблицы для записыванія результатовъ изслѣдованія.

Kalender für Electrotechniker. Unter Mitwirkung der Herren Dr. W. A. Nippoldt und C. Grawinkel, herausgegeben von F. Uppenborn.

*) Обзоръ прочихъ аппаратовъ и приспособленій, предложенныхъ для этой цѣли, можно найти въ „химической технологіи“ топлива (Chemische Technologie der Brennstoffe, v. Dr. F. Fischer. Braunschweig.) того-же автора.

München und Leipzig. 1884. Ц. 1 р. 75 к. Электротехника завоевала себѣ и у насъ такое положеніе, что появленіе этой справочной книжки надо привѣтствовать съ особеннымъ удовольствіемъ. Составитель ея, инженеръ Ушпенборнъ, состоитъ редакторомъ одного изъ заграничныхъ журналовъ, посвященныхъ электротехникѣ (*Centralblatt für Electrotechnik*), и снабдилъ свою книгу, кромѣ обычныхъ формулъ электротехники, многими данными, заимствованными изъ собственной практики (въ IV отдѣлѣ).

Обычныя свѣдѣнія и таблицы изъ математики и механики, помѣщаемыя обыкновенно въ подобныхъ изданіяхъ, занимаютъ первые два отдѣла книжки и составлены весьма тщательно и довольно полно (гораздо полнѣе, напримѣръ, чѣмъ въ „Техническомъ календарѣ“, издаваемомъ у насъ г. Бихеле), по образцу извѣстной справочной книжки, издаваемой обществомъ *Die Hütte*. Въ III отдѣлѣ помѣщены свѣдѣнія изъ физики, обнимающія акустику, оптику, теплоту, магнетизмъ и электричество и устройство машинъ, преимущественно паровыхъ. Наконецъ IV отдѣлъ специально посвященъ электротехникѣ. Въ главѣ о системахъ измѣренія электричества помѣщены между прочими система практическаго измѣренія электричества, принятая парижскимъ конгрессомъ 1881 года и сравнительная таблица электрическихъ мѣръ. Во 2 главѣ помѣщены таблицы электрическихъ свойствъ равныхъ тѣлъ и таблица поляризаціи. Въ слѣдующей главѣ изложена теорія измѣренія электричества. Затѣмъ слѣдуютъ правила устройства и испытанія употребительныхъ динамо-электрическихъ машинъ, свѣдѣнія по устройству электрическаго освѣщенія (лампы съ накаливаніемъ и лампы съ дугою) и электрохиміи (гальваническія батареи, электролизъ, гальванопластика и электрометаллургія). Отдѣльныя главы посвящены также перенесенію силы на разстояніе посредствомъ электричества (изложены какъ приблизительная, такъ и болѣе точная теорія этого перенесенія) и техническимъ свѣдѣніямъ по телеграфному дѣлу. V отдѣлъ заключаетъ въ себѣ общія календарныя свѣдѣнія.

Замѣтимъ, что это первое изданіе подобнаго рода на нѣмецкомъ языкѣ. На французскомъ языкѣ въ прошломъ году были изданы двѣ справочныя книжки по электротехникѣ, изъ которыхъ первая, Реверена (*Annuaire de l'Electricité, par A. Reverend* *), весьма не полная, имѣетъ больше значенія для фабрикантовъ и вообще людей промышленныхъ, имѣющихъ прикосновеніе къ электричеству.

*) См. выше.

а вторая, г. Госпиталье (E. Hospitalier. Formulaire pratique de l'électricien), представляет собою дѣйствительную справочную книжку и сборникъ практическихъ формулъ по электротехникѣ.

Taschenbuch zu Erdmassen-Berechnungen bei Waldwegebauten, von Dr. F. Grunder. Berlin, 1884. Ц. 1 р. 50 к. Книга эта содержитъ вспомогательныя таблицы для исчисленія профилей и объемовъ земляныхъ работъ при устройствѣ лѣсныхъ дорогъ. Таблицы эти могутъ быть очень полезны лѣсничимъ и вообще лѣснымъ техникамъ при производствѣ ими подобныхъ работъ въ большихъ размѣрахъ. Для инженера-же, вслѣдствіе спеціальнаго своего назначенія, книга эта имѣетъ мало значенія.

А. Т.

СОВРАНИЕ ИНЖЕНЕРОВЪ ПУТЕЙ СООБЩЕНІЯ.

Техническая бесѣда 31-го января 1884 года.

Въ бесѣдѣ 31 января были прочитаны непремѣннымъ членомъ технического отдѣла собранія инженеромъ Лохтинымъ записки отсутствующихъ инженеровъ: Левандовскаго „о способѣ задѣлки прорыва въ Константиновскомъ водопроводѣ, примѣненномъ для временнаго исправленія поврежденія въ августѣ 1883 года“, и Сенницкаго „о замѣнѣ булыжнаго щебня для постройки и ремонта шоссе клинкернымъ щебнемъ“ и „о деревянныхъ торцевыхъ мостовыхъ въ Лондонѣ и Парижѣ“.

Константиновскій водопроводъ, временное исправленіе поврежденій котораго составляетъ предметъ записки инженера Левандовскаго, служитъ для питанія Матко-озерскаго канала и проведенъ на большей части своего протяженія открытымъ каналомъ въ выемкѣ, кромѣ нѣкоторыхъ мѣстъ, гдѣ водопроводный каналъ пересѣкаетъ овраги или пролегаетъ по низменнымъ мѣстамъ, въ каковыхъ случаяхъ вода проводится помощью искусственнаго деревяннаго русла, устроеннаго на сваяхъ. При сопряженіяхъ деревяннаго русла съ каналомъ въ выемкѣ, для предупрежденія размыва дна въ началѣ канала, устроены поперечныя шпунтовые линіи. Укрѣпленіе это не предотвратило однако, въ августѣ 1883 года, прорыва въ одномъ изъ указанныхъ сопряженій, причемъ чрезъ прорывъ этотъ терялось такое количество воды, что Константиновскій водопроводъ не могъ доставлять для питанія Матко-озерскаго канала количества воды, необходимаго для успѣшнаго судоходства. Чтобы обезпечить возможность прохода судовъ по каналу, явилась необходимость немедленно исправить образовавшіяся въ водопроводѣ поврежденія, для чего и былъ забитъ въ мѣстѣ прорыва второй поперечный шпунтовый рядъ, вымоина-же засыпана мѣстнымъ песчанымъ грунтомъ; но вслѣдствіе недостаточной непроницаемости шпунтовыхъ линій, вновь возведенная засыпка продолжала размываться, и горизонтъ

въ водопроводномъ каналѣ не могъ быть поддерживаемъ на должной высотѣ. Тогда, устроивъ засыпку вновь, испробовали покрыть ея поверхность парусомъ, послѣ чего песокъ, защищенный отъ непосредственнаго дѣйствія струи, пересталъ размываться и дѣйствіе водопровода было обезпечено до конца навигаціи.

Записка инженера Сенницкаго о замѣнѣ булыжнаго щебня клинкернымъ посвящена главнымъ образомъ описанію газообжигательной печи Мендгейма для изготовленія клинкера, устроенной авторомъ въ Варшавскомъ округѣ путей сообщенія. Недостатокъ и дороговизна твердыхъ породъ камня въ Варшавскомъ округѣ побудили къ замѣнѣ употреблявшагося для ремонта и постройки шоссе булыжнаго щебня щебнемъ, изготовляемымъ изъ искусственнаго камня, а именно изъ пережженного кирпича или клинкера. Обыкновенныя кирпиче-обжигательныя печи, не допускающія возможности достигнуть высокой температуры обжига, даютъ незначительный процентъ клинкера и притомъ неудовлетворительно обожженного; нѣсколько большій процентъ клинкера можетъ быть полученъ въ отражательныхъ печахъ, но и таковыя не вполне пригодны для спеціальнаго изготовленія этого матеріала.

Вслѣдствіе этого пришлось прибѣгнуть къ постройкѣ спеціальной печи для указанной цѣли, и для избранія типа печи, наиболѣе пригоднаго для обжиганія клинкера и лучшаго ознакомленія съ этимъ дѣломъ, инженеръ Сенницкій былъ командированъ за границу, гдѣ употребленіе этого матеріала для мостовыхъ довольно распространено. Изъ осмотрѣнныхъ печей инженеръ Сенницкій остановился на печи Мендгейма, въ которой для обжига употребляется газъ, окись углерода, изготовляемый въ устроенномъ при печи генераторѣ. Самая печь состоитъ изъ двухъ рядовъ камеръ, сообщающихся послѣдовательно одна съ другою вентиляторами, устроенными внизу камеръ. Такимъ-же образомъ сообщаются оба ряда вентиляторами, устроенными между крайними камерами. Каждая камера въ отдѣльности можетъ быть соединена съ каналомъ, ведущимъ окись углерода, а также съ вытяжной трубой. Обжигаемый сырецъ располагается на горизонтальной рѣшеткѣ въ нижней части камеры, окись же углерода впускается въ камеру сверху и, встрѣчая высокую температуру заранее подогрѣтой камеры, загорается. Затѣмъ пламя направляется внизъ и продукты горѣнія переходятъ чрезъ открытые вентиляторы въ послѣдующія двѣ камеры, изъ которыхъ послѣдняя сообщается съ вытяжною трубою. Такимъ образомъ эти послѣднія двѣ камеры уже загруженные сырцомъ подвергаются, необходимому

для дѣйствія печи, предварительному подогреванію. Кромѣ того воздухъ, потребный для сгоранія окиси углерода, вводится въ камеру чрезъ предыдущія камеры, въ которыхъ обжигъ клинкера уже оконченъ и служитъ, какъ для охлажденія камеръ съ готовымъ клинкеромъ, такъ и способствуетъ, будучи въ разгоряченномъ состояніи, возгаранію окиси углерода.

Изъ описанія печи видно, что обжигъ въ ней ведется непрерывно. Число камеръ не ограничено, но для успѣшнаго дѣйствія печи ихъ дѣлаютъ не менѣе 8. Вместимость камеръ также бываетъ различна; наибольшія изъ существующихъ печей имѣютъ вместимость камеръ до 50 куб. метр.

Показанные по прочтеніи записки образцы клинкера, обожженного въ описанной печи, представляются вполне удовлетворительными и примѣнимыми для предназначенной для нихъ цѣли. Клинкеръ, повидимому, обладаетъ значительною твердостью, обожженъ равномерно и имѣетъ раковистый изломъ.

Особенно хорошъ образецъ плитки изъ клинкера, предназначаемой для мощенія улицъ, для каковой цѣли матеріаль этотъ особенно удобно примѣнимъ, такъ какъ можетъ быть изготовляемъ правильной формы.

Во время командировки за границу, инженеромъ Сенницеимъ было обращено также вниманіе на устройство мостовыхъ въ столичныхъ городахъ и въ особенности на торцевыя мостовыя въ Лондонѣ и Парижѣ, описанію которыхъ посвящена вторая его записка. На устройство мостовыхъ изъ дерева уже издавна обращается вниманіе инженеровъ, такъ какъ никакой другой матеріаль не допускаетъ устройства мостовой, столь ровной и спокойной для ѣзды, а также не производящей непріятнаго шума при проѣздѣ экипажей. Но устраиваемыя до послѣдняго времени торцевыя мостовыя обходятся весьма дорого, вслѣдствіе своей недолговѣчности и потребности въ частомъ ремонтѣ. Недостатокъ этихъ мостовыхъ заключается главнымъ образомъ въ нераціональномъ устройствѣ подъ ними основанія, а также въ свободномъ доступѣ сырости, вредно вліяющей на прочность торцевъ. Этотъ недостатокъ совершенно устраняется при устройствѣ торцевыхъ мостовыхъ по способу инженера Кара. Подъ мостовыя эти дѣлается основаніе изъ слоя бетона, торцы-же готовятся изъ сосноваго дерева лучшаго качества, прямоугольнаго сѣченія 8×12 сантиметровъ. Торцы укладываются не вплотную, а съ промежутками, заливаемыми специально изготовленною для этой цѣли мастикою. Слоемъ этой мастики мостовая покрывается

также и сверху, чѣмъ совершенно устраняется доступъ сырости къ дереву. Хорошія качества устраиваемой такимъ образомъ мостовой повлекли за собою значительное распространеніе ея въ Лондонѣ. Въ настоящее время въ Лондонѣ образовано акціонерное общество, спеціально занимающееся устройствомъ и содержаніемъ мостовыхъ описаннаго типа, и съ обществомъ этимъ заключено условіе о введеніи мостовыхъ того-же типа въ Парижѣ.

Техническая бѣсѣда 21-го февраля 1884 года.

О новѣйшихъ техническихъ приспособленіяхъ для перевозки и склада керосина въ Россіи. Сообщение инженера А. Г. Нюберга. Сообщение свое г. Нюбергъ посвятилъ описанію дѣятельности завода бр. Нобель, обрабатывающаго нефтяные продукты, получаемые изъ источниковъ близъ г. Баку, какъ завода, изготовляющаго наибольшую часть русскаго керосина. Многочисленность численныхъ данныхъ, а также большое число чертежей, представленныхъ докладчикомъ для разъясненія сообщаемого имъ предмета, не даютъ намъ возможности вкратцѣ передать содержаніе сообщенія, а потому ограничимся только указаніемъ на предметы, которыхъ коснулся докладчикъ.

Сдѣлавъ краткое описаніе способовъ обработки нефтяныхъ продуктовъ, практикуемыхъ заводомъ бр. Нобель, и указавъ на количество получаемыхъ продуктовъ, докладчикъ перешелъ къ описанію перевозочныхъ средствъ завода для доставленія керосина сначала по морю въ Астрахань, затѣмъ по Волгѣ до Царицына и далѣе по желѣзнымъ дорогамъ, причемъ описалъ также устройство резервуаровъ для склада запаса керосина, устроенныхъ въ пунктахъ перегрузки и мѣстахъ наибольшаго сбыта. Изъ перевозочныхъ средствъ наиболѣе обращаютъ на себя вниманіе большія морскія суда, обладающія особо приспособленнымъ для наполненія керосиномъ помѣщеніемъ, куда керосинъ прямо накачивается. Особенность этихъ судовъ заключается въ томъ, что они сдѣланы составными изъ трехъ частей, носовой и кормовой, собственно для помѣщенія керосина и средняго машиннаго отдѣленія. Части эти могутъ быть раздѣлены и составлены опять попарно, образуя новое судно, напр. при соединеніи носовой и кормовой частей. Такое устройство судовъ было необходимо, такъ какъ въ противномъ случаѣ они не могли бы быть доставлены по значительной своей величинѣ, на мѣсто своего назначенія по Маринской системѣ.

При всѣхъ перевозочныхъ средствахъ обращено вниманіе на

возможность перевозить керосинъ безъ бочекъ, чтобы избѣжать излишняго груза и необходимости доставки обратно бочекъ для ихъ наполненія вновь.

Техническая бѣсѣда 24-го февраля 1884 года.

О существующихъ системахъ передвижныхъ приборовъ для углубленія мелей въ рѣкахъ и каналахъ. Сообщение инженера Л. И. Квицинскаго. Значительная стоимость постоянныхъ сооружений для урегулированія рѣкъ и приведенія ихъ въ состояніе, соотвѣтствующее нуждамъ судоходства, а также вообще дороговизна углубительныхъ работъ, издавна побуждали къ изобрѣтенію передвижныхъ, не дорого стоящихъ приборовъ, служащихъ для расчистки мелей, препятствующихъ судоходству, или-же вообще для углубленія дна рѣки. Одинъ изъ подобныхъ приборовъ, а именно грабли инженера Быкова, уже былъ описанъ въ одномъ изъ предъидущихъ сообщений въ Собраніи, но приборовъ подобныхъ было изобрѣтаемо много, причемъ нѣкоторые изъ нихъ были испытаны на дѣлѣ, давая иногда удовлетворительные результаты; нѣкоторые-же вовсе не были испытаны.

Давая краткій перечень всѣхъ извѣстныхъ передвижныхъ приборовъ, докладчикъ раздѣлилъ ихъ на двѣ категоріи: на приборы, дѣйствующие временно для производства мѣстнаго углубленія русла, и на приборы, устанавливаемые на цѣлую навигацію и замѣняющіе такимъ образомъ постоянныя регуляціонныя сооруженія. Приборы первой категоріи сводятся къ двумъ типамъ: къ приборамъ, имѣющимъ цѣлю увеличить скорость теченія по дну рѣки въ мелкомъ мѣстѣ и тѣмъ произвести размывъ дна, и къ приборамъ, разрыхляющимъ дно, причемъ поднятый грунтъ уносится теченіемъ и тѣмъ достигается углубленіе дна. Увеличеніе скорости теченія по дну производилось установкою щитовъ перпендикулярно къ направленію теченія, такъ чтобы между нижнимъ краемъ щитовъ и дномъ оставался нѣкоторый промежутокъ. Щиты производятъ подпоръ, чрезъ что вода, силою прорываясь въ пространство между дномъ и щитомъ, размываетъ дно. Для установки такимъ образомъ щитовъ употреблялись сначала 2 судна, расположенныя параллельно на нѣкоторомъ разстояніи и скрѣпленныя между собою поперечными брусками. На брускахъ этихъ между судами укрѣплялись три опирающіяся на дно вертикальныя стойки, по которымъ щитъ могъ быть опускаемъ на желаемую глубину. Впослѣдствіи системы опусканія щитовъ получили многочисленныя видоизмѣненія, между ко-

торыми можно указать на такъ называемый *chasse mobile*. Въ приборѣ этомъ щитъ вращался на горизонтальной оси, установленной на носу судна перпендикулярно къ его оси. По опусканіи щита въ воду вращеніемъ около оси, щитъ принималъ наклонное положеніе, причемъ край его ложился на дно. Для пропуска воды въ щитѣ устраивались отверстія, пробиваясь чрезъ которыя, вода производила размывъ дна подъ судномъ сзади щита. Для разрыхленія дна также было предложено много способовъ; такъ, предполагалось устроить зубчатый валь, который, приводимый во вращеніе силою теченія, или, если таковой оказалось-бы недостаточно, то какою-либо другою силою, зубцами долженъ былъ разрыхлять дно. На Миссисипи были устраиваемы для этой цѣли даже отдѣльныя паровыя суда, снабженныя винтомъ значительныхъ размѣровъ, имѣющимъ цѣлію производить сильное взбудораживаніе грунта; подъ дномъ судна передъ винтомъ опускалась желѣзная рама, снабженная перпендикулярнымъ къ оси судна рядомъ зубцовъ. Далѣе, для расчистки мелей на Дунаѣ употреблялись грабли, описанныя въ брошюрѣ англійскаго инженера Джаксона, по устройству подобныя употреблявшимся у насъ на Волгѣ граблями инженера Быкова.

Вторая категорія передвижныхъ приборовъ представляетъ временныя водостѣпнительныя плотины. Такія плотины устраивались иногда, дѣлая временныя устои изъ ряжей, промежутки-же между ряжами забирались съ щитами. Но такія плотины, кромѣ дорого стоящей ихъ установки, представляли еще то неудобство, что, когда грунтъ изъ подъ ряжей вымывался, онѣ пріобрѣтали наклонное положеніе, причемъ вся плотина приходила въ разстройство. Болѣе дешевыми и удобными для установки представляются судовыя плотины, составляемыя изъ продольнаго ряда судовъ, съ бортовъ которыхъ опускались щиты, составляя такимъ образомъ непрерывную плотину. Въ настоящее время въ Россіи для уничтоженія перекаатовъ на Волгѣ употребляются сѣтчатыя плотины, изобрѣтенныя инженеромъ Янковскимъ, описанію которыхъ и посвятилъ, главнымъ образомъ, свое сообщеніе докладчикъ. Плотины эти, по мѣрѣ введенія ихъ въ употребленіе, претерпѣли нѣсколько видоизмѣненій.

Сначала инженеръ Янковскій для этихъ плотинъ устраивалъ эластичныя щиты изъ перевязанныхъ пеньковыхъ пучковъ, въ видѣ сѣтки. Щиты эти опускались съ особо устроенныхъ плотовъ, состоящихъ изъ двухъ рядовъ продольныхъ брусевъ, скрѣпленныхъ параллельно поперечными балками, на которыхъ устраивался помостъ, съ промежуткомъ для опусканія щита. Общая ширина плота

8 саж., щитъ-же шириною въ 3,5 саж. Верхняя часть щита закрѣплялась на плоту, нижняя-же загруженная опускалась на дно. Рядъ такихъ плотовъ съ опущенными щитами и составляетъ плотину. Если установить такую плотину подъ нѣкоторымъ угломъ къ направленію теченія, то, вслѣдствіе стѣсненія живаго сѣченія, будетъ происходить размывъ дна русла, причемъ, какъ показалъ опытъ, часть поднимаемаго песка, проходя чрезъ отверстія плотины, складывается сзади нея въ видѣ вала. Описанные щиты изъ пеньковыхъ пучковъ оказались не вполне удобными, такъ какъ отверстія щитовъ заносились пескомъ. Въ виду этого такіе щиты были замѣнены сперва эластичными-же щитами изъ горизонтальныхъ досокъ, перевязанныхъ веревками; въ настоящее-же время щиты устраиваются жесткіе и состоятъ изъ деревянной рамы шириною 2,5 саж., забранныхъ горизонтальными досками съ промежутками въ 2". Такимъ образомъ устроенный щитъ устанавливается наклонно въ сторону теченія, причемъ нижняя часть его погружается въ воду, надавливаніемъ вертикальной рамы, вверху которой устроенъ горизонтальный желобъ, загружаемый камнемъ. Установка одного плота производится 50-ю человѣками въ продолженіи 4 дней, разборка-же можетъ быть окончена въ 2 дня. Стоимость пог. саж. плотины Янковскаго 55 руб. и 20 руб. стоимость содержанія ея во время навигаціи.

Плотины такого устройства употреблялись на Волгѣ на различныхъ перекатахъ съ неодинаковымъ успѣхомъ.

При наилучшихъ результатахъ достигалось углубленіе, послѣ дѣйствія плотинъ въ продолженіи двухъ навигацій, до 0,35 саж., причемъ на нѣкоторомъ разстояніи ниже установки плотинъ, по теченію, замѣчалось обмеленіе русла.

На Ширмокшанскомъ-же перекатѣ было достигнуто самое незначительное углубленіе, которое при весеннихъ водахъ было занесено вновь, вслѣдствіе того, что валъ, образованный за плотинами, былъ водами этими размывъ. Неудачное дѣйствіе плотинъ на Ширмокшанскомъ перекатѣ слѣдуетъ объяснить тѣмъ, что направленіе устанавливаемыхъ плотинъ было избрано почти перпендикулярнымъ къ направленію теченія весеннихъ водъ. Наивыгоднѣйшій уголъ, подъ которымъ плотины должны быть устанавливаемы къ направленію теченія для наиболѣе успѣшнаго ихъ дѣйствія, повидимому, долженъ быть опредѣляемъ для каждаго случая опытомъ. Соображенія-же, которыми руководствуется г-нъ Янковскій при расположеніи своихъ плотинъ, составляютъ секретъ изобрѣтателя.

А.

Глубина въ метрахъ.

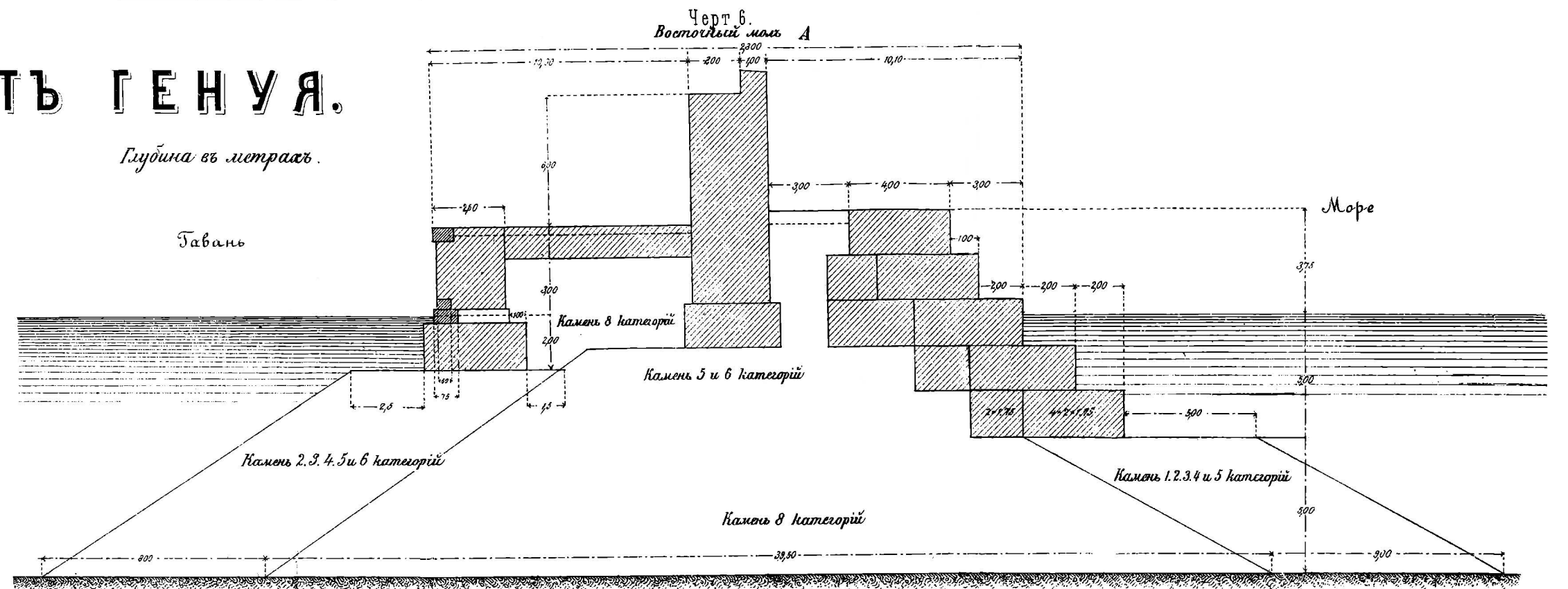
ПОРТЪ ГЕНУ

Глубина въ метр

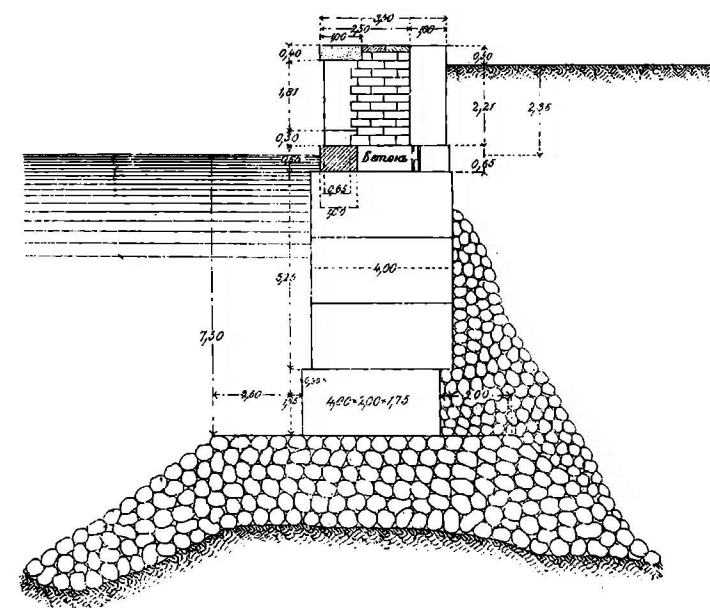
Бавана

Къ Черт 1

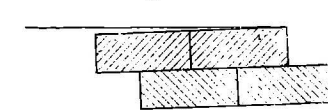
200 600 800 1000 2000 Метр



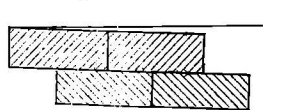
Черт. 2.



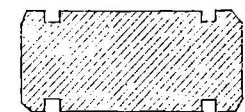
Черт. 7.



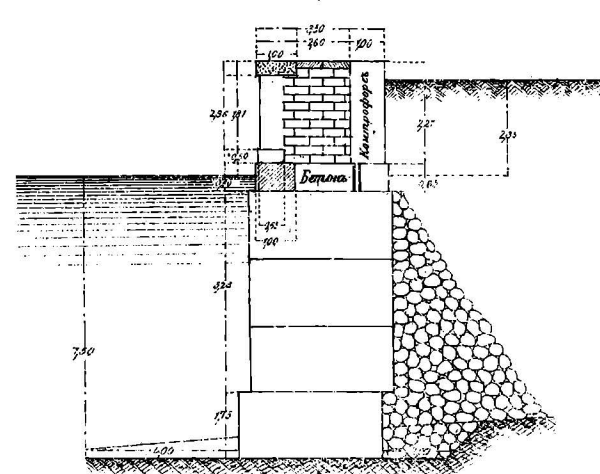
Черт. 8.



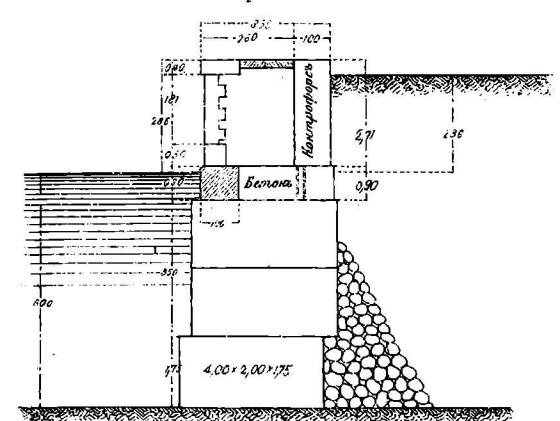
Черт. 9.



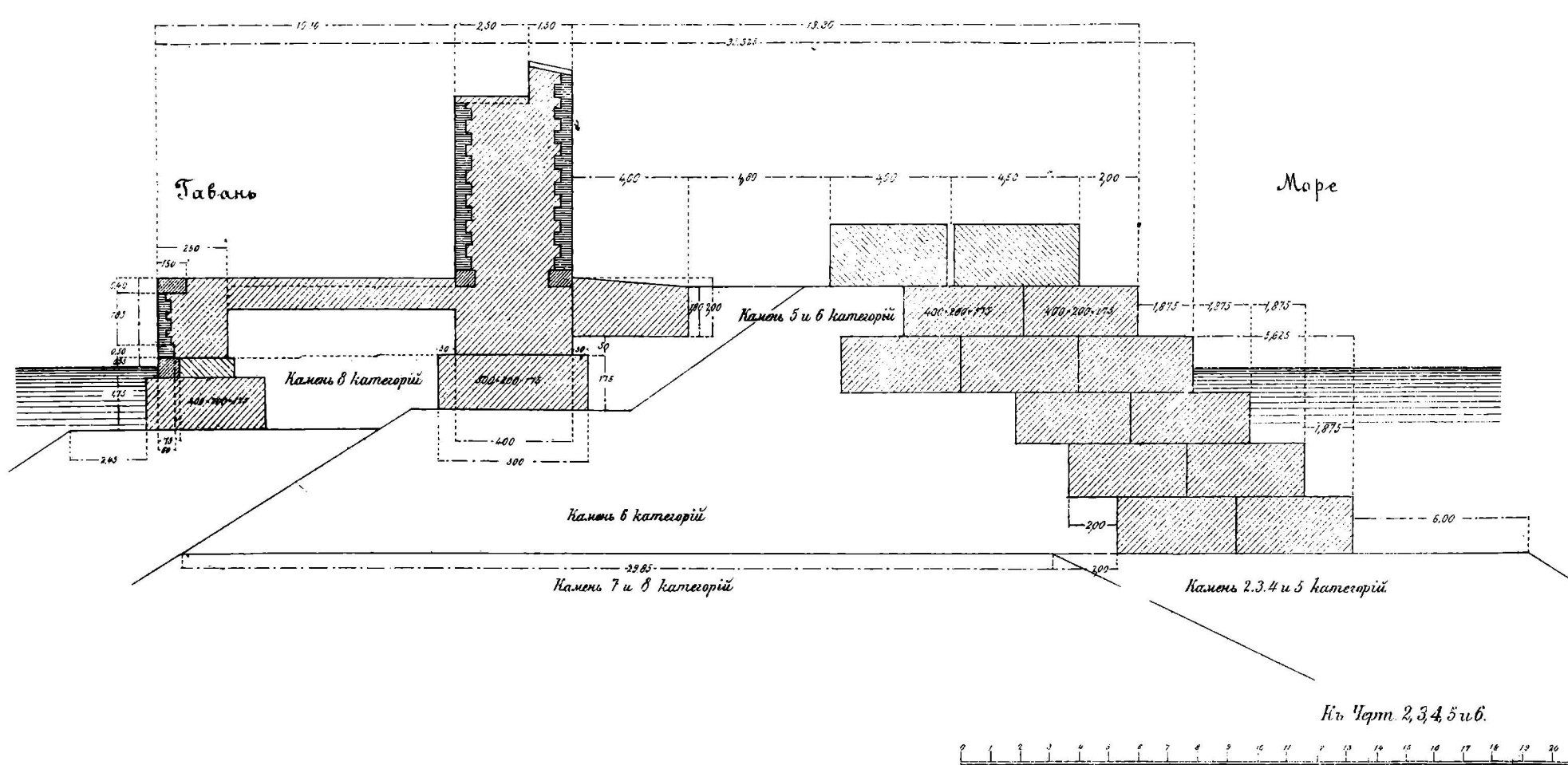
Черт. 3.



Черт. 4.



Черт. 5.
Заподный моль



U- 40-00