

СБОРНИК
ЛЕНИНГРАДСКОГО
ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРОВ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
ИМЕНИ Я. Э. РУДЗУТАКА

ВЫПУСК СII

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ
ТРАНСПОРТ
ВОЕННЫЕ СООБЩЕНИЯ

ЛЕНИНГРАД
1929

675 1775

15/100

с. 61081
1945

1990

1990

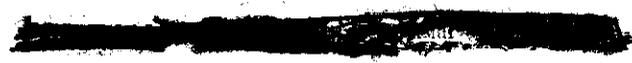
СБОРНИК

1712

10 ТК .

ЛЕНИНГРАДСКОГО

ИНСТИТУТА ИНЖЕНЕРОВ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ



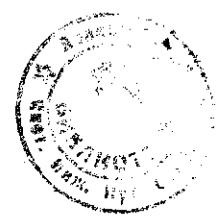
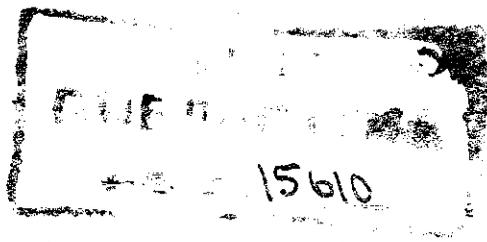
ВЫПУСК СII



Р. 1930
176 =

Справоч. Сер
2-я с. 28.

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ТРАНСПОРТ
ВОЕННЫЕ СООБЩЕНИЯ.



ИЗДАНИЕ ЛЕНИНГРАДСКОГО ИНСТИТУТА
ИНЖЕНЕРОВ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ
ЛЕНИНГРАД
1929

SCIENTIFIC PAPERS
OF THE
INSTITUTE OF ENGINEERS OF WAYS OF COMMUNICATION
in L~~ENINGRAD~~

Vol. CII

1929

СОДЕРЖАНИЕ.

	<i>Стр.</i>
<i>В. И. Ледовской.</i> —Формы управления железными дорогами в первые годы революции	5
<i>Проф. А. Н. Фролов.</i> —Теория обращения поездов на однопутном участке	21
<i>Проф. К. Н. Кашкин.</i> —О сверхзагрузках и „сверхмагистрализации“ железных дорог	43
<i>И. Г. Сидоренко.</i> —Определение строительной стоимости железных дорог по формулам	5
<i>Проф. В. А. Глазырин.</i> —Поселки-сады и поселки на путях сообщения	119
<i>Проф. И. М. Беляев.</i> —Вычисление наибольших расчетных напряжений при сжатии соприкасающихся тел	151
<i>Проф. А. В. Сапожников.</i> —Окраска металлических мостов и гражданских сооружений	175
<i>Д. Е. Козловский.</i> —Артиллерия на рельсах	207

CONTENTS

<i>B. I. Ledovskoi.</i> The Managing of Railways during the first years after the Revolution	5
<i>A. N. Froloff.</i> The Theory of Train Rotation on a Single-track Section	42
<i>K. N. Kashkeen.</i> On Super-trunk Lines and the Reconstruction of Ordinary Railways into Super-trunk Ones	56
<i>P. G. Sidorenko.</i> How to Determine the Cost of Construction of a Railway by Means of Formulas	117
<i>W. A. Glasyrin.</i> Garden-settlements.	149
<i>N. M. Beliaieff.</i> Computation of Maximal Stresses Obtained from Formulas at Pressure in Contiguous Bodies	173
<i>A. B. Saposhnikoff.</i> Painting of Metallic Bridges and other Structures	175
<i>D. E. Kozlovsky.</i> Artillery on Rails	214

Формы управления железными дорогами в первые годы революции.

К 12-й годовщине Октября.

Февральская революция 1917 года, свергнувшая царское правительство, оставила на железных дорогах старый аппарат управления: начальников дорог, начальников служб и т. д. Каких-либо профессиональных организаций рабочих и служащих не существовало. Естественно, что после революции такие организации начали стихийно образовываться. Существовал целый ряд причин, в силу которых строительство профессиональных организаций пошло на железных дорогах особым путем по сравнению с другими отраслями народного хозяйства. Из этих причин укажем на следующие:

1) отмеченное выше отсутствие организаций рабочих и служащих на железных дорогах и особый нажим на железнодорожников, всякого рода опека, все то, что нашло свое выражение в так называемой „рухловщине“;¹

2) раздробленность железнодорожников по профессиям и службам, что, при наличии первой причины, привело к отсутствию какой-либо сплоченности в среде рабочих и служащих;

3) тяжелое материальное положение железнодорожников и отсюда стремление каждой группы добиться скорее улучшения своего положения собственными силами. Как на пример, можно указать на забастовку машинистов в июле 1917 г. в Московском узле;

4) захват инициативы по организации союзов со стороны управленческих служащих, стоявших в положении начальствующих по отношению к остальным категориям железнодорожников. Так, на апрельской конференции железнодорожников, где присутствовало 200 делегатов, рабочих было всего 50 человек, что определило характер конференции и ее тяготение к мелкобуржуазным партиям.

Стремление железнодорожников к созданию своей организации не могло не вылиться во всероссийскую форму, что и нашло свое выражение в созыве в середине 1917 г. первого всероссийского съезда железнодорожников, получившего название „учредительного“. На съезде руководящую роль играли средние и отчасти высшие командные слои железнодорожных служащих, которые в то время

¹ По имени царского министра путей сообщения Рухлова.

фактически держали управление железными дорогами в своих руках. Съезд избрал Всероссийский Исполнительный Комитет Железнодорожников, получивший сокращенное название „Викжель“.

Таким образом, к этому моменту на железных дорогах действовал аппарат управления, созданный еще царским правительством и отчасти Временным правительством и этим последним полностью поддерживаемый, и существовала организация железнодорожников: в центре — в лице Всероссийского Исполнительного Комитета железнодорожников — „Викжель“, на дорогах — в лице Дорожных Исполнительных Комитетов.

И по своему должностному составу и по партийному (большинство членов „Викжеля“ были или социалисты-революционеры или меньшевики) „Викжель“ не мог не поддерживать Временного правительства, но как Временное правительство не могло совладать с движением рабочих масс, шедших под руководством партии большевиков к захвату власти, так и „Викжель“ не мог совладать с движением железнодорожных низов, которые через его голову шли в своих желаниях, требованиях и классовых устремлениях к тем же целям, к каким шел в то время и весь рабочий класс.

Две силы действовали в то время: 1) сила старого, частично измененного Временным правительством, аппарата управления, поддерживаемого „Викжелем“ и его агентурой, и 2) сила движения железнодорожных низов, которое расшатывало и старый аппарат управления и организацию „Викжеля“.

„Викжель“, будучи организацией мелкобуржуазных партий, веда веда по существу правую политику, под давлением низов иногда делал левые жесты. Так, под ультимативным требованием дорог, в сентябре 1917 г. он объявил экономическую забастовку на железных дорогах, которую сам же поспешил сорвать при первых минимальных уступках Временного правительства.

В октябрьские дни, борясь против большевиков, он эту борьбу скрывал под маской нейтралитета, который никого не обманул и только стяжал ему печальную славу.

Аппарат управления железными дорогами естественно расшатывался. Старая министерская администрация не справлялась ни с движением грузов, ни с перевозкой пассажиров, но упорно стремилась удержать управление в своих руках, надеясь, что движение рабочих масс будет подавлено и „все встанет на свое место“. Еще до октябрьского переворота стало развиваться среди администрации дорог, особенно высшей, явление, которое получило название саботажа: надо намеренно ухудшать дело и тем самым ослаблять движение рабочих низов, чтобы его потом задавить.

В силу этого, если непосредственно после февральской революции отношения между администрацией и железнодорожными низами оставались хотя бы по внешности более или менее мирными, то, по мере

развития революции от ее февральской фазы к Октябрю, развивалась и борьба между администрацией и железнодорожными рабочими и низшими служащими. Отсутствие руководства и, как следствие этого, развал дорог, противодействие администрации, иногда явное, иногда скрытое, попыткам рабочих улучшить дело снизу — постепенно приводило железнодорожные рабочие массы, особенно их активную часть, к сознанию необходимости обойтись своими силами, взять дело в свои руки.

Октябрьский переворот не ослабил борьбы между администрацией и железнодорожными массами, наоборот, он придал ей ожесточенные формы. Если раньше стремление намеренно затруднить положение революционных рабочих только что начинало осуществляться, то после Октября это стремление определилось совершенно отчетливо: противники переворота хотели так ухудшить дело, чтобы новое правительство с ним не справилось и тем самым доказало бы свою несостоятельность. Саботаж развивался в самом неприкрытом виде. Советское правительство организовывало свой аппарат и на железнодорожном транспорте, однако это, в силу сопротивления старой администрации, проходило с величайшими трудностями, и развал на железных дорогах усиливался. Сознание рабочими массами того, что, совершив переворот, они тем самым взяли на себя и ответственность за состояние народного хозяйства, борьба администрации с новым правительством, невозможность для этого последнего быстро справиться с огромным механизмом железнодорожного транспорта — все эти обстоятельства неминуемо привели к тому, что железнодорожные революционные организации должны были взять управление в свои руки.¹

Чрезвычайное положение потребовало и чрезвычайных мер. Лозунг — „захват (на железных дорогах) власти в свои руки“ после Октября поддерживался и партией, которая, учитывая положение на железнодорожном транспорте, считала, что основной задачей в то время являлась задача вырвать железные дороги из рук старого министерского аппарата, хотя бы путем передачи управления в руки самих железнодорожников, с тем, чтобы по мере укрепления центральной правительственной власти перейти к более совершенным формам управления дорогами.

13 января 1918 года Народным Комиссаром Путей Сообщения т. Елизаровым была дана по всем линиям железных дорог, всем организациям рабочих и служащих телеграмма за № 680, которой предлагалось образовать, вместо существующих, новые дорожные комитеты, вместе с ними немедленно взять на железных дорогах всю

¹ В вопросе о состоянии транспорта в то время надо учитывать влияние на него стихийной демобилизации армии, которое, конечно, было отрицательным. Перед грозным членением этой демобилизации железнодорожная администрация растерялась, и вся тяжесть защиты транспорта от разрушительного воздействия на него стихии демобилизации легла в значительной степени, если не исключительно, на плечи железнодорожных организаций.

власть в свои руки, должности прежних начальников дорог и служб ограничить в правах, оставив за ними лишь распорядительно-техническую часть и взяв административно-счетную в соответственные комитеты. Саботажников увольнять и предавать суду Революционного Трибунала. Революционным Комитетам предлагалось принять самые энергичные меры по борьбе с хулиганством, хищением и мародерством, развившимися на дорогах. Местные Советы Рабочих и Солдатских Депутатов приглашались оказывать всемерную поддержку железнодорожникам. Телеграмма указывала, что подробный план организации дорог будет предметом обсуждения съезда железнодорожников в Петрограде.

На этом съезде железнодорожников массы, в лице своих представителей, должны были решить, что же делать дальше, должны были определить свою тактику, форму своего революционного действия.

Чрезвычайный железнодорожный съезд, собравшийся в январе 1918 г., был созван на основе всеобщего избрания, но, в силу тогдашних политических условий, он немедленно должен был расколоться на две части: пролетарскую — за власть Советов и буржуазно-демократическую — за Учредительное собрание.¹ Ожесточенная борьба, которая тотчас же началась на съезде, кончилась тем, что правая часть ушла со съезда, а левая объявила себя Всероссийским Чрезвычайным Съездом железнодорожников и продолжала занятия.

Главнейшим вопросом, который обсуждался на съезде, был вопрос о том, что же делать с железнодорожным транспортом, как выйти из тяжелого положения, в котором оказались железные дороги. Железнодорожные революционные рабочие, в полном сознании своей ответственности, пришли к решению, что единственным выходом является переход управления железными дорогами к самим железнодорожникам. Принятое по этому поводу 23 января 1918 г. постановление гласит следующее:

„Всероссийский Чрезвычайный Железнодорожный Съезд считает, что отныне управление железными дорогами Российской Советской Республики переходит к самим железнодорожникам в лице избранного настоящим Съездом Всероссийского Исполнительного Комитета железнодорожников“.

Съезд тогда же принял „положение об управлении дорогами Российской Республики Советов“ и поручил Исполнительному Комитету в кратчайший срок провести его в жизнь.

Принцип выборности красной нитью проходит через все это положение. Согласно положения, ведение железнодорожного хозяйства, организация администрации и железнодорожного труда принадлежит Советской железнодорожной власти, осуществляемой Советами железнодорожных депутатов и их Исполнительными Комитетами.

¹ Решение по этому вопросу принималось повменным голосованием.

Для ведения железнодорожного дела в хозяйственном и административно-техническом отношении на каждой железной дороге должен был быть образован Совет железнодорожных депутатов, исполнительным органом которого являлся избираемый Советом Исполнительный Комитет данной дороги.

Для управления дорогами в административно-техническом отношении Исполнительный Комитет дороги избирал из своей среды Коллегию из 3—5 лиц, которая имела при себе необходимые технические и хозяйственные отделы из специалистов, рекомендованных самими железнодорожниками.

Аналогичные Советы, Исполнительные Комитеты и Отделы должны были быть образованы в районах и округах.¹

Общее руководство железными дорогами принадлежало Всероссийскому Съезду Советов железнодорожных депутатов, который для текущей работы и выполнения своих постановлений избирал Исполнительный Комитет, в свою очередь избравший из своей среды для управления транспортом Коллегию, конструкция которой устанавливалась по соглашению Исполнительного Комитета железнодорожников со ВЦИК'ом. Коллегия имела при себе оперативные отделы.

Схема на стр. 6 дает наглядное представление о всей организации железнодорожного управления, как она была принята Чрезвычайным Съездом железнодорожников.

Исполнительный Комитет, избранный Чрезвычайным Съездом железнодорожников, получил название Викжедора. В настоящем очерке не место излагать историю борьбы Викжедора и его органов за Советскую власть и его роль в гражданской войне, это сделано другими, скажем лишь, что это роль была огромна.

Необходимо было поднять на революционную борьбу, на защиту Республики, на спасение транспорта всю огромную массу железнодорожных рабочих и служащих, и эта задача с честью была выполнена Викжедором и Исполнительными Комитетами железнодорожников.

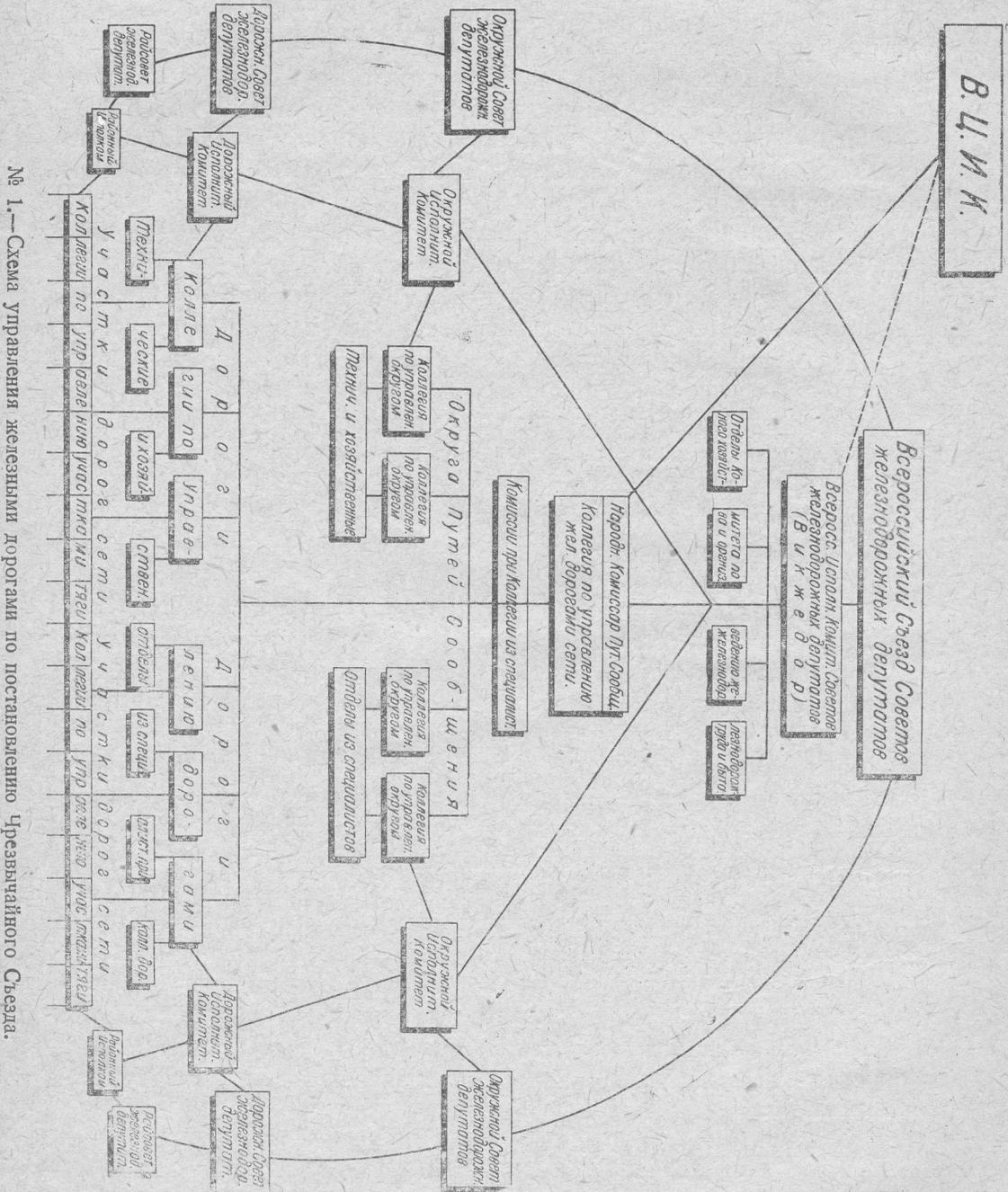
В настоящем очерке нас интересует, как складывались формы управления железными дорогами в процессе революционной борьбы.

Разбор проведенного положения об управлении дорогами приводит к выводу, что это положение заключало в себе целый ряд противоречий. Если вначале эти противоречия не давали себя знать за разгаром гражданской войны, то по мере укрепления и централи-

¹ Вопрос об округах путей сообщения не снимался с очереди до вступления т. Красина на пост Наркома. НКПС проводил организацию округов, но эта организация, предпринятая в то время без учета реальных условий и возможностей, не удалась и имела отрицательное влияние на работу транспорта.

Исполнительные Комитеты одно время также были организованы по округам и районам, что представляло собою попытку включения железнодорожных организаций в общую сеть областных, губернских и районных общесоюзных профессиональных организаций. В дальнейшем железнодорожные организации перешли на линейное, по-дорожное строительство, что сохраняется и до настоящего времени.

зации государственной власти, созданной Октябрьским переворотом, эти противоречия давали себя чувствовать все сильнее и сильнее.



№ 1.—Схема управления железнодорожными дорогами по постановлению Чрезвычайного Съезда.

Главное противоречие заключалось в том, что Коллегия Народного Комисариата Путей Сообщения и сам Народный Комиссар Путей Сообщения оказались исполнительными органами двух учрежде-

ний: ВЦИК'а и Викжедора. Существование особой железнодорожной власти, созданной выборным путем самими железнодорожниками, также противоречило принципам организации управления республикой, которые заключались в том, что Всероссийский Съезд Советов рабочих, крестьянских и красноармейских депутатов избирал общегосударственный исполнительный комитет (ВЦИК), который образовывал при себе отделы (народные комиссариаты) по управлению отдельными отраслями народного хозяйства, в том числе Народный Комиссариат Путей Сообщения. Организация власти на железных дорогах так, как это выработал Превычайный Железнодорожный Съезд, противоречила идее централизации государственной власти.

Коллегиальность и выборность, проведенные с неумолимой последовательностью сверху до низу, сравнительно скоро доказали свою непригодность. Условия, в которых оказалась Республика после захвата власти Советами, развитии гражданской войны, успешный ход которой в высочайшей степени зависел от качества работы железных дорог, повелительно требовали введения жесткого централизованного управления железными дорогами, что ни в малейшей степени не могло быть совмещено с коллегиальностью и выборностью органов управления. Вполне естественно, что после того, как усилиями железнодорожных масс, руководимых Викжедором и его органами на местах, прочные основы Советской власти были созданы, центральная правительственная власть приступила к созданию управления на железных дорогах также на принципах централизации и единоличной ответственности.

20 февраля 1918 г. был опубликован декрет Совета Народных Комиссаров „О пределах компетенции Народного Комиссариата Путей Сообщения в деле транспорта“, который устанавливал, что единственным органом, объединяющим в руководящим делом транспорта, является Народный Комиссариат Путей Сообщения.

26/13 марта 1918 г. Советом Народных Комиссаров издается декрет „О централизации управления, охране дорог и повышении их провозоспособности“. Издание декрета вызвано было необходимостью, установив твердый порядок на железных дорогах, положить предел дальнейшему разрушению железных дорог, которое было грозно по своим последствиям именно тогда, в момент повсеместного передвижения военных эшелонов и наличия голода в ряде областей, а также тем, что ряд центральных и местных органов, пытаясь улучшить положение, вмешивался в техническое управление транспорта и тем окончательно убивал его.

Народный Комиссар Путей Сообщения снабжался этим декретом диктаторскими полномочиями в области транспорта.

Декрет предписывал в каждом областном или районном железнодорожном центре избрать из среды железнодорожников наиболее активного, преданного Советской власти работника, знающего железнодорожное дело, которого и ставить во главе своего центра в каче-

ного Комиссариата Путей Сообщения представлялась в следующем виде (схема № 2).

Эта схема делала большой шаг вперед в деле упрощения структуры НКПС.

Главный Совет Путей Сообщения оказался (см. схему) нежизненным. Он включал в себя представителей всех заинтересованных в работе НКПС учреждений и организаций и по мысли декрета должен был явиться высшим органом, руководящим работой Народного Комиссариата Путей Сообщения и направляющим транспортную политику.

Состав его был очень громоздким, — он фактически не работал и из схемы НКПС скоро выпал.

Изданием указанных двух декретов положение, принятое Чрезвычайным Железнодорожным Съездом, существенным образом изменилось, так как они непременно устанавливали, что управление железными дорогами осуществляется НКПС'ом, как органом центральной власти, и тем самым отменялось решение Съезда о том, что управление железными дорогами принадлежит самим железнодорожникам в лице их выборных органов. За Викжедором оставалось право намечать кандидатов в члены Коллегии.

Однако издание этих декретов положило только начало установлению на железных дорогах принципов централизации, назначения и единоличия в деле управления, фактическое же осуществление этих начал потребовало длительной борьбы.

Движение рабочих масс железнодорожников, организационно вылившееся в образование Викжедора и его местных органов и направленное к созданию, защите и упрочению новой власти на дорогах, а тем самым и в Республике, иногда, просто в силу своего стихийного размаха, а, главное, в силу своего организационного оформления, впадало в противоречие, а иногда приводило и к противодействию тем мероприятиям центральной власти, которых повелительно требовала та же необходимость защиты Республики.

Независимо от этого, Викжедор и дорожные исполнительные комитеты в самих себе таили ряд противоречий: они были и выборными органами управления, и профессиональными организациями и представителями политической власти на дорогах. Дальнейший ход развития должен был привести к тому, чтобы эти функции были разграничены и отошли к соответствующим организациям: функции технического управления — к техническим органам НКПС, защита профессиональных интересов железнодорожников — к профессиональным союзам, политические функции — к специальным органам, которые потом и были созданы в виде политических отделов в НКПС'е и на дорогах.¹

¹ Политотделы на транспорте были образованы вначале для организации на транспорте института комиссаров, затем они обратились в органы комиссаров, через которые эти последние осуществляли свои политические функции по управлению транспортом. Организация политотделов представляла собою сколок с аналогичной организации Красной армии.

Профессиональное объединение на железных дорогах существовало в виде так называемого „Всефрофжель“, созданного после Чрезвычайного Съезда. Всефрофжель был построен на принципе федерации и, как федеративный центр, объединил 22 союза (секции). И по принципу построения и по составу Всефрофжель не был советской организацией. Только с величайшим трудом, под влиянием работы внутри Всефрофжеля большевиков, Всефрофжель советизировался.¹

В сентябре 1918 г. Викжедором была созвана Всероссийская конференция коммунистов железнодорожников, на которой был поставлен вопрос о формах управления железными дорогами.

На конференции не было единодушия. Часть товарищей, главным образом представители Петроградского узла, стояли полностью за единоличное управление и за упразднение всех исполнительных комитетов и революционных комитетов. Они мотивировали это тем, что аппарат, построенный на принципе единоличной ответственности, является наиболее гибким и быстродействующим аппаратом; что дорожные комитеты изжили себя, что дороги нельзя рассматривать с точки зрения только железнодорожников, так как они являются достоянием всего рабочего класса, почему и должны управляться учреждениями, создаваемыми всем рабочим классом, т.е. общегосударственными органами власти.

Другая часть конференции отстаивала необходимость проведения в Управлении железными дорогами принципов коллегиальности и выборности, считая, что комиссары не восстановят транспорта, а что это могут сделать только выборные органы, в которых полнее всего может вывиться коллективная мощь железнодорожников.

Викжедор, представивший на конференцию соответствующий проект, не находил возможным упразднить дорожные исполнительные комитеты, считая, что профессиональные союзы не достаточно окрепли и в политическом отношении не стояли еще на должной высоте. Вместе с тем он высказался за установление института комиссаров и за установление единоличной ответственности в техническом управлении дорогами.

Проект Викжедора был принят, и 16 октября 1918 г. был утвержден ВЦИК'ом в виде „Положения о выборных советских организациях и об управлении дорогами“. По этому положению организация Управления дорогами представлялась в следующем виде (см. схему № 3). Эта схема представляла известный шаг вперед по сравнению со схемой, принятой чрезвычайным съездом, но продолжала сохранять и определенную двойственность, почему долго и не могла существовать, так как состояние транспорта все настоятельнее требовало наиболее четких форм управления.

¹ Огромную роль в этом деле, как и вообще в деле упрочения Советской власти на железных дорогах, сыграл союз мастеровых и рабочих. Его роль без преувеличения может быть названа исторической.

Положение транспорта в то время лучше всего характеризует состояние паровозного парка.

Процент больных паровозов составлял в 1918 г.:

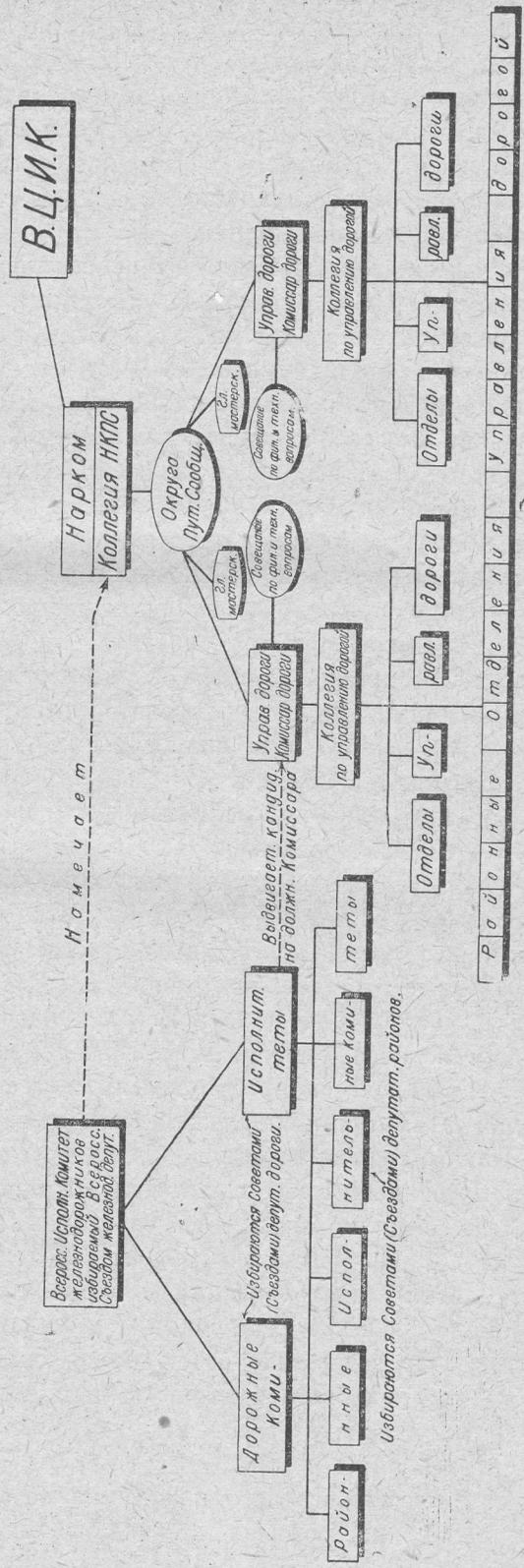
на 1-е января	31,1
» » февраля	35,0
» » марта	35,3
» » апреля	56,5
» » мая	38,1
» » июня	39,5
» » июля	40,0
» » августа	41,0
» » сентября	41,5
» » октября	43,1

Между тем оборона страны предъявляла к транспорту все большие и большие требования, которые можно было выполнить, с одной стороны, крайним напряжением сил железнодорожных рабочих служащих, с другой—правильной организацией его управления.

Действительная централизация транспорта в едином управлении, с подчинением его работы задачам обороны, становилась все более и более необходимой.

28 ноября 1918 г. на железных дорогах было введено военное положение и установлен Институт Чрезвычайных Военных Комиссаров.

8 и 11 декабря 1918 г. один за другим последовали постановления Совета рабоче-крестьянской обороны „О точном и быстром исполнении распоряжений центральной власти и устранении канцелярской волокиты“ и „Об упорядочении железнодорожного транспорта“. Декреты эти коренным образом пресекали вмешательство



№ 3.—Схема выборных железнодорожных организаций и управления дорогами по Положению от 16 октября 1918 г.

областных и местных советских органов в распоряжения и деятельность центральной власти на железных дорогах и в технико-распорядительную сторону железнодорожного дела.

Положение Викжедора, в силу этих обстоятельств, становилось все более и более шатким. Ряд организаций начинал высказывать сомнение в необходимости его существования, а затем и ставить вопрос об его упразднении.

В начале 1919 г. на Всероссийском Совете профессиональных союзов (ВЦСПС) состоялось обсуждение вопроса о профессиональном строительстве на железных дорогах, в результате чего Совет поручил своему Президиуму войти в правительство с предложением о необходимости централизации власти и установления единообразных форм управления железнодорожным транспортом, а также содействию созданию единого профессионального союза железнодорожников.

Для выработки конкретных мероприятий ВЦИК назначил специальную комиссию, предложения которой по организационному вопросу сводились к следующим принципиальным положениям:

- 1) основным условием улучшения транспорта является централизация управления транспортом;
- 2) Викжедор со всеми своими местными организациями, революционно-Комитетами и т. п. объявляется распущенным;
- 3) всякого рода комиссары от других ведомств на транспорте упраздняются;
- 4) транспорт усиливается партийными работниками.

ВЦИК предложение комиссии утвердил.

В таком же духе высказались бывшие в то же время конференция железнодорожников - коммунистов и съезд комиссаров дорог, которые признали, что историческая роль Викжедора, дорожных и районных исполнительных комитетов должна быть признана законченной, почему они и должны быть распущенными. Тем более назревшим являлся роспуск Всепрофжеля, как органа, ни в какой степени не являющегося представителем железнодорожного пролетариата. Взамен этих органов должен быть создан производственный профессиональный союз железнодорожников, который и был вскоре образован, и избранный комитет получил сокращенное название: „Цекпрофсоюз“.

Новое положение об управлении железными дорогами было объявлено 16 февраля 1919 г. Положение неизбежно устанавливало принципы централизации и единоличности управления и в этом отношении является решающим (см. схему № 4).

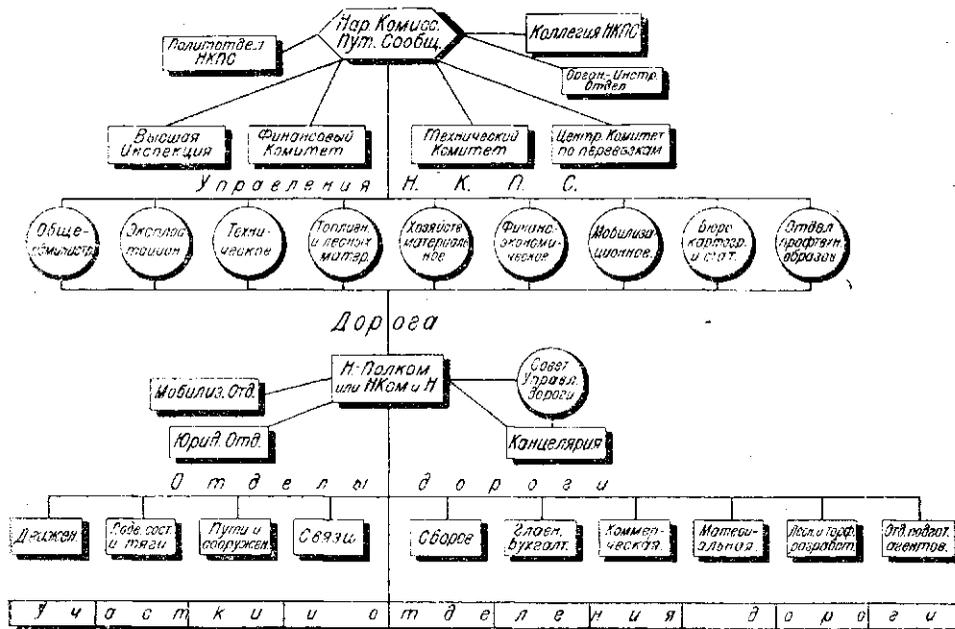
Оно завершило собою определенный исторический этап развития железнодорожного транспорта и с него начинается новый период.

Положение заостряло вопрос о специальностях, делая на них определенную ставку.

Введение нового положения об управлении железными дорогами по времени совпало с назначением Народным Комиссаром Путей

Сообщения тов. Л. Б. Красина. В речи, произнесенной им на собрании активных работников Московского узла 24 марта 1919 г., он следующим образом формулировал задачи, стоящие перед НКПС, мотивируя их всей предыдущей историей транспорта:

1) „Разрушение железнодорожной сети было явление, тесно связанное с войной. Война истощила весь народно-хозяйственный организм. Миллионы людей в расцвете сил были оторваны от производительной работы и превратились на долгие годы только в потребителей. Бес-



№ 4.—Схема организации НКПС по Положению от 16 февраля 1919 г.

численное количество боевых припасов, металла, тканей, провианта, фуража и т. д. было израсходовано непроизводительно.

Железнодорожные пути и подвижной состав подвергались в течение войны невероятной нагрузке и самому интенсивному, а иногда, по необходимости, небрежному использованию, ремонт же производился недостаточный.

2) Наряду с объективными затруднениями и причинами, ведущими к развалу транспорта, действовали также и другие условия, как, например, неправильность организационных форм и методов управления; весьма значительное, иногда невероятное понижение работоспособности персонала (саботаж высшего, расхлябанность, отсутствие дисциплины в низах) и, в особенности, отсутствие достаточно твердой, определенной и выдержанной линии во внутренней политике управления железными дорогами, а также слишком частая смена форм и органов управления сетью.

3) НКПС не может в настоящее время (начало 1919 г.) ставить себе задач полного восстановления нашей железнодорожной сети и доведения транспорта до той высоты, на которой застало его возникновение мировой войны. Такая задача сейчас не по силам народному хозяйству Республики; задача сейчас состоит в восстановлении транспорта в размерах, обеспечивающих хотя бы минимальное удовлетворение военных перевозок, хотя бы крайнюю голодную норму снабжения промышленности топливом и сырьем, а населения — продовольствием и предметами первой необходимости.

4) Эта задача разрешима лишь героическим напряжением сил железнодорожного пролетариата, лишь максимальным проявлением с его стороны выдержки, организованности и дисциплины, лишь самым умелым, расчетливым и возможно полным использованием всех имеющихся в стране ресурсов и запасов топлива, металла, сырья, а также специальных технических, административных и организаторских сил.

5) Централизация управления всей железнодорожной сетью, единообразная в своих формах; замена коллегиального, фактически безответственного управления, началами единоличного управления с усилением ответственности; мобилизация новых сил коммунистов для работы на транспорте; привлечение всех наличных административных и технических сил; максимальная поддержка транспорта подсобной работой заводов национализированной промышленности, — вот на это надо обратить внимание.

6) Во главе НКПС стоит Народный Комиссар Путей Сообщения, назначаемый Совнаркомом и утверждаемый ВЦИК'ом. Члены Коллегии Комиссариата назначаются Народным Комиссаром Путей Сообщения и утверждаются Совнаркомом. Непосредственное руководство работой отдельных Управлений НКПС ведется Управляющими, назначаемыми Наркомпути, и несущими перед ним всю ответственность. Комиссары при Управляющих отдельным Управлениями Комиссариата назначаются или не назначаются — в зависимости от усмотрения Наркома.¹

7) Народному Комиссару Путей Сообщения принадлежит вся полнота власти по управлению Комиссариатом, а за свои действия он отвечает непосредственно перед Советом Народных Комиссаров и Всероссийским Центральным Исполнительным Комитетом.

8) Организация управления отдельными единицами или элементами железнодорожной сети должно также строиться на принципах единоличного управления и наибольшей ответственности на ряду

¹ По вопросу об округах путей сообщения т. Красин считал, что осуществление широко задуманных преобразований с заменой старого аппарата железных дорог системой Округов в условиях того времени было невозможно. Силы и средства, находившиеся тогда в распоряжении НКПС, были крайне ограничены, и возможность проведения всего этого плана была очень проблематична, почему т. Красин считал, что реформу надо было приостановить, восстановив и поддержав создавшийся к этому времени технический аппарат управления железными дорогами в центре и на местах.

с достаточной компетентностью и деловой подготовкой всех органов управления и всех должностных лиц для исполнения возложенных на них обязанностей.

9) Везде, где возможно, во главе дороги, службы, отдела, участка депо, мастерских необходимо ставить одного, единолично ответственного за всю работу в политическом, административном, хозяйственном и техническом отношении работника коммуниста;¹ в тех же случаях, когда такого работника-коммуниста найти не представится возможным, должен назначаться Управляющий из опытных организаторов и техников, признающих платформу Советской власти и готовых честно работать с нею. Рядом с ними назначался Комиссар² из числа надежных партийных работников, хорошо знакомых с железнодорожной средой и с основами железнодорожного хозяйства и управления.

10) Комиссар несет политическую ответственность за общее направление работы своего Управления, а также ответственность за техническую, хозяйственную и административную работу Управления. Руководящие и общие распоряжения Управляющих не могут предприниматься без его ведома. В непосредственную работу Управляющего Комиссар вмешивается в тех лишь случаях, когда он усмотрит неправильность в их распоряжениях, имея право приостановить эти распоряжения, доводя об этом до сведения высших инстанций. В случаях явного злоупотребления, Комиссарам предоставлено право предавать виновных суду, отстранять от должности и даже арестовывать. Не должно быть только непосредственного мелочного вмешательства в работу специалистов.

11) Вопросы труда и быта, культурно-просветительные вопросы должны отойти к производственному профессиональному Союзу. Вопросы труда подвергаются предварительной разработке в Союзе и разрешаются в Нормировочных Комиссиях, образуемых на паритетных началах из представителей от железнодорожной администрации и от профессионального железнодорожного Союза.

12) Введение сдельной, штучной, урочной платы, а также премиальной системы производится по предварительному соглашению с Союзом, за исключением тех лишь случаев, когда, по соображениям обороны Республики, введение особых форм оплаты труда придется осуществлять в виде экстренной меры властью Наркомпути или Совета Обороны.

Такова была программа Народного Комиссара Путей Сообщения на 1919 г. Она подводила итог тому организационному процессу, который происходил в железнодорожном транспорте с начала революции, и тов. Красин только ярко и отчетливо формулировал основные вехи этого процесса и этапы его дальнейшего развития.

¹ Они получили название „Главных Комиссаров“ дорог, служб и т. п., сокращенно „НПО“ „КОМ“.

² Сокращенно „НКОМ“.

Программа Наркома встретила полную поддержку как со стороны железнодорожных рабочих и служащих, так и со стороны администрации и специалистов.

На ее основе, с большим напряжением сил, постепенно, но неуклонно транспорт стал подниматься, переходя от одних организационных форм к другим, когда этого требовала новое содержание работы, и всегда подчиняя эту работу задачам революционной борьбы и социалистического строительства.

В. И. Ледовской.

Теория обращения поездов на однопутном участке.

Цель и задача настоящего труда.

Предстоящая реконструкция железнодорожного транспорта с ее звеньями—мощной авто-сцепкой, авто-торможением, авто-блокировкой и диспетчерской регулировкой—позволит так уплотнить однопутный график, как он не уплотняется ни теперь и не уплотнился до революции. Если прежде дороги позволяли себе отпирать вслед не более двух поездов, а теперь благодаря увеличению числа разрывов не все дороги и на это решаются, да и то не в организованном порядке по расписанию, а от случая к случаю, вне расписания, то по осуществлению вышеперечисленных реконструктивных мероприятий отправление поездов вслед делается нормальным явлением и не по два, а по три и более поездов или так называемых секций одного поезда. Такие перспективы обязывают теорию теперь-же во всем объеме поставить вопрос об изучении обобщенного графика, чтобы практика не блуждала в потемках и не покупала дорогой ценой тех достижений, какие могут быть получены в путях теоретической мысли.

Почин теоретического исследования параллельного парного графика принадлежит инж. О. А. Струве („Железнодорож. Дело“ 1899 г.).

Определение пропускной способности и коммерческой скорости параллельного пакетного графика находим мы в трудах проф. В. И. Щегловцова (Теория графика движения поездов. 1909 г.).

Хотя практическое применение непарного графика так же старо, как и сами железные дороги, но опыт теоретического его исследования сделан, повидимому, впервые пишущим эти строки сравнительно весьма недавно (Техника и Экономика П. С. 1923 г.). То же самое относится и к графику с движением вслед. Одновременно была впервые определена потребность в паровозах для последних трех систем параллельных графиков, а равно получено и первое приближение общей сравнительной экономической оценки всех четырех систем.

Только через пять лет после появления моего труда была напечатана в 97 Сборнике ЛИНПС (1928 г.) статья инж. П. Я. Гордеенко, где наряду с выводом для случая тождественных перегонов величины пропускной способности и коммерческой скорости четырех систем параллельных графиков автор приступил к определению усло-

вий выгоды обращения длиннооставных поездов порожнего направления с расцепкой их при скрещении.

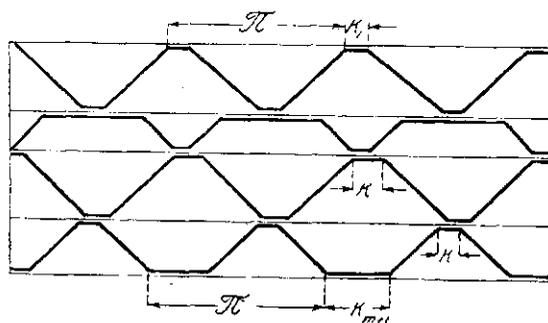
Задача настоящего труда заключается: 1) в исследовании системы параллельного графика в обобщенном и уплотненном виде, частными случаями которого являются вышеупомянутые четыре системы графика, 2) в определении для обобщенного графика и его частных случаев потребности в паровозах применительно к современным условиям их эксплуатации и 3) в общей сравнительной экономической оценке выгоды различных систем графиков.

Парный график.

Законы обращения поездов будем изучать на его графическом изображении общепринятого типа, на так называемом графике движения поездов.

Время обращения поезда по участку зависит от средней ходовой скорости, от потерь на разгон и на замедление и от простоев на промежуточных станциях.

Будем называть время от прибытия поезда на станцию и до ухода с нее на тот же перегон другого скрещаемого с первым поезда интервалом пары поездов.



Черт. 1.

По известной и легко выводимой теореме сумма простоев на станции пары поездов при скрещении равна сумме интервалов этих поездов. Это равенство позволяет изобразить парный график в следующем удобном для выводов виде (черт. 1).

Назовем L — длину участка, m — число перегонов, N — число пар поездов, k — минимальное время на схождение станций об отправления и прибытия поездов, (минимальный интервал), K_1 и K_{m+1} — неиспользованное время на конечных станциях вследствие меньшей величины крайних перегонов по сравнению с решающим, π — период обращения поездов, одинаковый на всех перегонах и равный $\frac{2L}{N} = t_{\max} + 2(k_0 + k)$, где t_{\max} — время чистого хода пары поездов на решающем перегоне и k_0 — потеря времени на разгон и замедление на один поезд. Так как на каждом перегоне (кроме крайних) используется ходом и интервалом

¹ Это время в свою очередь делится на время собственно для схождения (k_1) и на доставку разрешения на отправление (путевой, жезла) машинисту (k_2), а следовательно, $k = k_1 + k_2$.

лами поездов по 24 часа, то наш график является насыщенным. Поэтому формула коммерческой скорости будет иметь вид

$$V_k = \frac{2LN}{24m - (K_1 + K_{m+1})N} \dots \dots \dots (1)$$

Если крайние перегоны равны решающему, то формула примет вид

$$V_k = \frac{2LN}{24m - 2kN} \dots \dots \dots (2)$$

Последним членом в знаменателе по малости его по сравнению с первым можно пренебречь и тогда формула коммерческой скорости будет

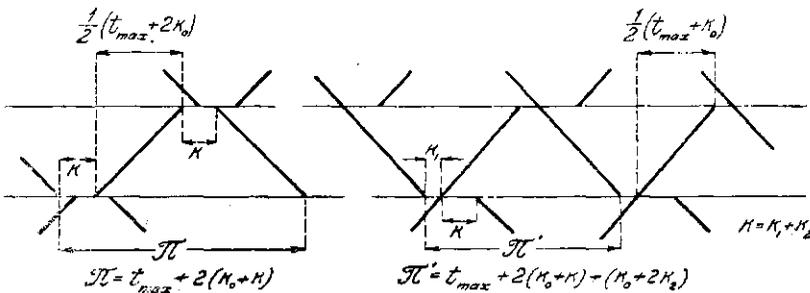
$$V_k = V_0 = \frac{2LN}{24m} \dots \dots \dots (3)$$

Последняя формула есть вместе с тем формула скорости обращения поездов, по которой можно определять оборот составов местных поездов, например—пригородных или обращающихся между угольными коями и заводом и т. п.

Безостановочный пропуск поездов.

Приведенная в трех видах формула коммерческой скорости относится к тому случаю, когда каждый поезд имеет остановку на станции и потому теряет на каждом перегоне на разгон и замедление k_0 часов и на доставку путевого или жезла машинисту k_2 час. Практике хорошо известна невыгодность такого порядка. Имея в виду, что один из двух поездов на каждом из остановочных пунктов перед решающим перегонном может быть пропущен безостановочно, если нет для него коммерческой работы, определим происходящий от этого выигрыш в пропускной способности, а затем и в коммерческой скорости.

Пропускная способность при пропуске одного поезда безостановочно будет (черт. 2)



Черт. 2.

$$N' = \frac{24}{t_{max} + 2(k_0 + k) - (k_0 + 2k_2)}$$

Если, напр. $t_{\max} = 232/60$ и $42/60$ часа, $k_0 = 4/60$; $k_2 = 3/60$,¹ $k = 5/60$, то N равно 6 и 24 парам, а N' равно 6,3 и 28,8 парам.

Можно считать, что практические пределы увеличения пропускной способности от пропуска поезда без остановки равны от 5% до 20%.

Предшествующий случай предполагал, что решающий перегон находится между перегонами более легкими. Если же мы имеем дело с несколькими подряд одинаковой трудности перегонами, равными по разрыву решающему, то выигрыш пропускной способности будет несколько меньше вычисленного. Но самый малый ее выигрыш будет тогда, когда решающим будет один из крайних перегонов. В этом случае пропускная способность будет

$$N' = \frac{24}{t_{\max} + 2(k_0 + k) - \left(\frac{k_0}{2} + k\right)}.$$

По этой формуле, вместо 6 и 24 пар с остановками, получим 6,1 и 26,2 пар, с безостановочным пропуском, т. е. более лишь от 1 1/2% до 9%.

Определим выигрыш в коммерческой скорости. Будем иметь соответственно для случая обоих крайних перегонов — решающих:

$$V_k = \frac{2LN}{24m} \quad \text{и} \quad V'_k = \frac{2LN'}{24m},$$

т. е. рост коммерческой скорости пропорционален росту пропускной способности.

Для первого случая такой полной пропорциональности не будет, но будет весьма к ней близко.

Для выигрыша в пропускной способности необходим безостановочный пропуск по решающим перегонам. Для улучшения коммерческой скорости требуется сверх того безостановочный пропуск по крайним перегонам. На перегонах же, где, благодаря их нетождественности, имеется запас в интервалах, безостановочный пропуск по ним не улучшит коммерческой скорости.

Как конечный вывод можно признать, что при большом движении пропуск поездов без остановки, независимо от экономии в топливе из-за сокращения числа разгонов, даст ошутительные результаты, как по увеличению пропускной способности, так и по улучшению коммерческой скорости. Тем не менее, для упрощения выводов в дальнейшем будем считать, что все поезда на промежуточных станциях имеют остановку.

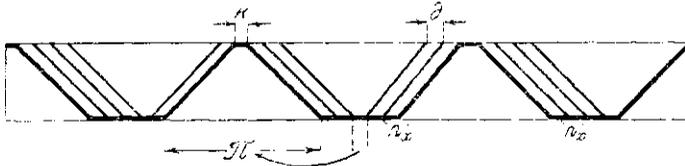
¹ Как самую идею поправки на k_2 , так и ее численную величину я заимствую из статьи И. Т. Исаева и И. Р. Тихомирова в „Ж. Д.“ № 1 за 1929 г. Что касается ходьбы главного кондуктора к дежурному по станции, то эту операцию для промежуточных станций общепринятого типа должно считать параллельной.

Пропускная способность обобщенного графика.

Под обобщенным графиком (черт. 10) мы будем подразумевать локетно-нечетный график с произвольно-переменным числом поездов в пакете. Так как находящиеся в пакете поезда одного направления следуют друг за другом с минимальным допускаемым промежутком времени, то наш график является еще и уплотненным.

Будем считать поезда, отправляющиеся с начальной станции, поездами грузового или нечетного направления, поезда, отправляющиеся с конечной, — поездами порожнего или четного направления. Число первых поездов в сутках будем обозначать N_o' , число вторых — N_o'' , а общее число пар $\frac{N_o' + N_o''}{2} = N_o$. N_o'' может быть равно или меньше N_o' , но не может быть больше последней величины.

На чертеже 3 изображен решающий перегон обобщенного графика.



Черт. 3.

Суточный период этого перегона отмечен жирной линией, которая отвечает ходу некоторых поездов (по одной паре на пакет) и интервалам на соотношение поездов, а равно и промежуткам между поездами, идущими вслед. Время хода пары поездов со соотношениями равно, как известно, периоду обращения $\pi = \frac{24}{N}$, где N — число пар поездов парного графика, промежуток между поездами, идущими вслед, равен δ часов, число пакетов — r , переменное число в пакете нечетных поездов n_x' , то же четных n_x'' . При этих обозначениях можем написать

$$r \cdot \frac{24}{N} + \delta \sum_{x=1}^{x=r} (n_x' + n_x'' - 2) = 24 \dots \dots \dots (4).$$

Это равенство справедливо для любого перегона, так как период обращения поезда есть величина, независящая от длины перегона — точнее от времени хода пары поездов на нем.

Если назвать среднее число нечетных поездов, приходящихся на один пакет через n' , а число четных — через n'' , то равенство (4) можно изобразить в следующем виде:

$$r \cdot \frac{24}{N} + r\delta(n' + n'' - 2) = 24$$



откуда

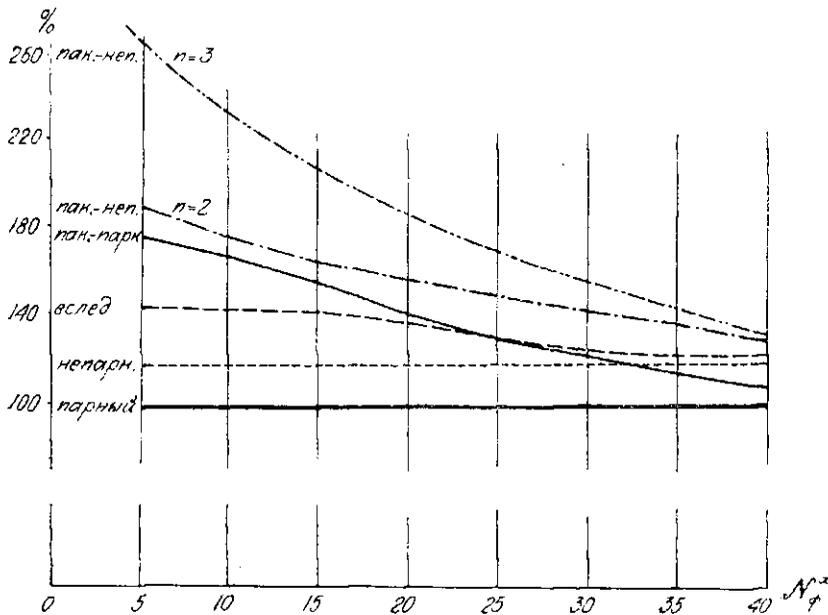
$$r = \frac{N}{1 + (n' + n'' - 2) \frac{\partial N}{24}} \dots \dots \dots (5).$$

Отсюда получаем

$$N_o' = r n' = \frac{n' N}{1 + (n' + n'' - 2) \frac{\partial N}{24}} \dots \dots \dots (6)$$

$$N_o'' = r n'' = \frac{n'' N}{1 + (n' + n'' - 2) \frac{\partial N}{24}} \dots \dots \dots (7)$$

$$N_o = r \frac{n' + n''}{2} = \frac{\frac{n' + n''}{2} N}{1 + (n' + n'' - 2) \frac{\partial N}{24}} \dots \dots \dots (8).$$



Черт. 4.

Из этих обобщенных формул мы можем получить следующие частные случаи:

1) парный график, полагая $n' = n'' = 1$ (черт. 5);

2) пакетно-парный, полагая $n' = n'' = n$ (черт. 6);

3) пакетно-непарный график с постоянным числом нечетных поездов в пакете ($n' = n$) и с постоянным числом четных поездов в пакете ($n'' = \frac{m n_2}{n_1}$), причем отношение чисел тех и других поездов получается равным $n_1 : n_2$ (черт. 7);

4) так называемый **непарный вслед** или просто „вслед“, являющийся частным случаем предшествующего, если принять число четных поездов, равным единице ($n'' = 1$), а число нечетных от 1 до 2, $n' = \frac{n_1}{n_2}$ и, следовательно, с отношением нечетных и четных поездов, равным $n_1:n_2$ (черт. 9);

5) **непарный обыкновенный**, заменяя в предыдущем δ через $\frac{24\gamma}{N}$, где γ — доля периода обращения, падающая на нечетный поезд, при чем этот вид графика, весьма распространенный в нашей практике, не будет уплотненным (черт. 10).

По совершении указанных подстановок получим следующие формулы:

Система графика	Число поездов		Число пар поездов обоего направления
	Нечетных	Четных	
Парный	N	N	N (9)
Пакетно-парный	$N'_n = \frac{nN}{1+(n-1)\frac{\partial N}{12}}$	$N''_n = N'_n$	$N_n = N'_n$ (10)
Пак-непарный	$N'_{nn} = \frac{nN}{1+\left(n\frac{n_1+n_2}{n_1}-2\right)\frac{\partial N}{24}}$	$N''_{nn} = \frac{n\frac{n_2}{n_1}N}{1+\left(n\frac{n_1+n_2}{n_1}-2\right)\frac{\partial N}{24}}$	$N_{nn} = \frac{n\frac{(n_1+n_2)}{2n_1}N}{1+\left(n\frac{n_1+n_2}{n_1}-2\right)\frac{\partial N}{24}}$ (11)
Вслед	$N'_s = \frac{n_1N}{n_2+(n_1-n_2)\frac{\partial N}{24}}$	$N''_s = \frac{n_2N}{n_1+(n_1-n_2)\frac{\partial N}{24}}$	$N_s = \frac{\frac{n_1+n_2}{2}N}{n_1+(n_1-n_2)\frac{\partial N}{24}}$ (12)
Непарный	$N'_n = \frac{n_1N}{n_2+(n_1-n_2)\gamma}$	$N''_n = \frac{n_2N}{n_1+(n_1-n_2)\gamma}$	$N_n = \frac{\frac{n_1+n_2}{2}N}{n_1+(n_1-n_2)\gamma}$ (13)

Составим таблицу (I) и график (черт. 4) сравнительного роста в процентном отношении пропускной способности пяти систем, показанных на черт. 5—10 при числовых величинах

$$n = 2 \text{ и } n = 3; n_1 = 3; n_2 = 2; \delta = 1/4; \gamma = 1/2.$$



Черт. 5.



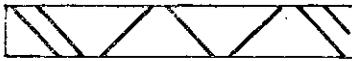
Черт. 6.

$$n = 3; \quad n_1 = 3; \quad n_2 = 2; \quad d = 1/4$$



Черт. 7.

$$n_1 = 3; \quad n_2 = 2; \quad \gamma = 1/2; \quad d = 1/4$$



Черт. 8.

$$n_1 = 3; \quad n_2 = 2; \quad \gamma = 1/2$$



Черт. 9.

ТАБЛИЦА I

Система графика	Число скрещив. поездов	Пропускная способность грузового направления							
		5	10	15	20	25	30	35	40
Парный	2	5	10	15	20	25	30	35	40
Непарный	2	6	12	18	24	30	36	42	48
Вслед	3	7,3	14,3	20,9	27,2	33,2	38,9	44,4	49,7
Пакетно-парный	4	9,1	16,5	22,9	28,2	32,9	37,0	40,5	43,7
Пак.-непар. (n=2)	4	9,4	17,6	24,8	31,3	37,1	42,4	47,1	51,4
Тоже (n=3)	5	13,0	22,9	30,6	36,9	42,1	46,5	50,1	53,3

Из черт. 4 видно, что графики непарный, непарный вслед и в особенности пакетно-парный дают значительное приращение пропускной способности по сравнению с парным графиком, а пакетно-непарный даже и по сравнению с пакетно-парным.

Коммерческая скорость обобщенного графика.

Знаменатель формулы коммерческой скорости—поездо-часы суточного обращения всех поездов—состоит из трех членов (см. черт. 10).

Первый член знаменателя—поездо-часы в движении и в простоях, зависящих от сношений и петождественности перегонов.

Это время для пары поездов равно периоду обращения $\pi = \frac{24}{N}$

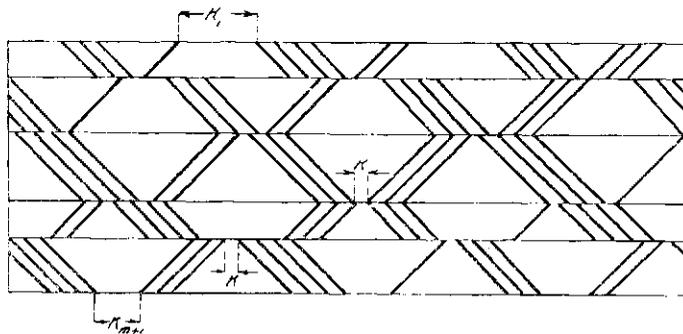
для нечетного поезда $\frac{24\gamma}{N}$, для четного $\frac{24}{N} (1-\gamma)$.

Для всех m перегонов будем иметь:

$$\left[N_0' \frac{24}{N} \gamma + N_0'' \frac{24}{N} (1-\gamma) \right] m \dots \dots \dots (14)$$

заменяя N_o'' , через $\frac{n''}{n'} N_o'$ и N через функцию от N_o' на основании форм. (6), т.е. через $\frac{N_o'}{n' - (n' + n'' - 2) \frac{\partial N_o'}{24}}$ получим:

$$[24n' - (n' + n'' - 2) \partial N_o'] \left[\frac{n''}{n'} + \left(1 - \frac{n''}{n'} \right) \gamma \right] m \dots \quad (15)$$



Черт. 10.

Второй член знаменателя формулы коммерческой скорости—сумма дополнительных на промежуточных станциях простоев, зависящих от движения поездов вслед. Величина этих простоев равна

$$(m - 1) \partial \sum_{x=1}^{x=m} [n_x' (n_x'' - 1) + n_x'' (n_x' - 1)] \dots \quad (16)$$

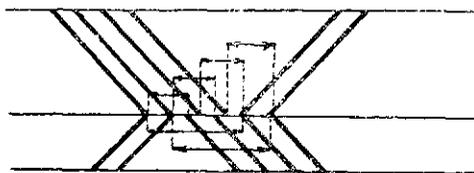
где n_x —переменные величины числа поездов в пакетах (см. черт. 11).

Третий член знаменателя есть поправка на неиспользуемые поездочасами интервалы между поездами на конечных станциях. Минимум такого интервала, равный k , имеет место в том случае, когда конечный перегон равен решающему. Если же он легче последнего, то интервал равен $t_{\max} - t_m + k_0$, где t_{\max} —время хода пары поездов на решающем перегоне, а t_m —на конечном. Означая последний интервал через K_{m+1} , а на начальной станции через K_1 , мы можем их поделить между нечетным и четным поездами:

$$K_1 = K_1' + K_1'', \text{ и } K_{m+1} = K_{m+1}' + K_{m+1}''.$$

При этих обозначениях наш третий член будет таков

$$N_o' (K_1' + K_{m+1}') + N_o'' (K_1'' + K_{m+1}'')$$



Черт. 11.

$$N_o' \left[K_1' + K_{m+1}' + \frac{n''}{n'} (K_1'' + K_{m+1}'') \right] \dots (17).$$

Формула коммерческой скорости получит окончательный вид

$$V_k^o = \frac{2LN_o}{[24n' - (n' + n'' - 2) \partial N_o'] \left[\frac{n''}{n'} + \left(1 - \frac{n''}{n'} \right) \gamma \right] m + (m-1) \partial \sum_{x=1}^{x=r} [n_x' (n_x'' - 1) + n_x'' (n_x' - 1)] - \left[K_1' + K_{m+1}' + \frac{n''}{n'} (K_1'' + K_{m+1}'') \right] N_o'} \dots (18).$$

Пользуясь этой обобщенной формулой, найдем формулы для наших 5 частных случаев:

Формула для парного графика получится при $n' = n'' = n_x' = n_x'' = 1$

$$V_k^r = \frac{2LN}{24m - (K_1 + K_{m+1}) N} \dots (19 \text{ и } 1).$$

Формула для пакетно-парного графика получится при $n' = n'' = n_x' = n_x'' = n$

$$V_k^n = \frac{2LN}{24mn - 2(n-1) \partial N_n - (K_1 + K_{m+1}) N_n} \dots (20)$$

Формула пакетно-непарного графика получится при постановке $n' = n_x' = n$, $n'' = \frac{m}{n_1}$.

$$V_k^{n''} = \frac{2LN_{n''}}{[24n - \left(n \frac{n_1 + n_2}{n_1} - 2 \right) \partial N_{n''}] \left[\frac{n_2}{n_1} + \left(1 - \frac{n_2}{n_1} \right) \gamma \right] m + (m-1) \partial N_{n''} \left[(2n-1) \frac{n_2}{n_1} - 1 \right] - \left[K_1' + K_{m+1}' + \frac{n_2}{n_1} (K_1'' + K_{m+1}'') \right] N_{n''}} \dots (23).$$

Формула для непарного графика с движением вслед требует постановки $n'' = n_x'' = 1$ и $n' = \frac{n_1}{n_2}$, причем член $(m-1) \partial \sum_{x=1}^{x=r} [n_x' (n_x'' - 1) + n_x'' (n_x' - 1)]$ получит сперва вид $(m-1) \partial \sum_{x=1}^{x=r} (n_x' - 1)$ или, $(m-1) \partial r \frac{n_1 - n_2}{n_2}$, а подставляя вместо r его величину $\frac{N_o'}{n'}$ или $\frac{N_o' n_2}{n_1}$ получим $(m-1) \partial \frac{N_o' (n_1 - n_2)}{n_1}$.

Остальные преобразования сложности не представляют.

Формула коммерческой скорости графика движения велед будет такова:

$$V_{\kappa}^a = \frac{2LN_0}{24m - \frac{n_1 - n_2}{n_1} \partial N_0' + 24\gamma m \frac{n_1 - n_2}{n_2} \left[1 - \frac{n_1 - n_2}{n_1} \frac{\partial N_0'}{24} \right]}{\left[K_1' + K_{m+1}' + \frac{n_2}{n_1} (K_1'' + K_{m+1}'') \right] N_0'} \dots \dots (21).$$

Подставляя в последнюю формулу вместо ∂ величину $\frac{24}{N} \gamma$,¹ где N определяется из уравнения (10), получим формулу коммерческой скорости для обыкновенного непарного графика

$$V_{\kappa}^{\kappa} = \frac{2LN_{\kappa}}{24m - \frac{n_1 - n_2}{n_1} N_{\kappa}' km + \frac{24(n_1 - n_2)\gamma(m-1)}{n_2 + (n_1 - n_2)\gamma}}{\left[K_1' + K_{m+1}' + \frac{n_2}{n_1} (K_1'' + K_{m+1}'') \right] N_{\kappa}'} \dots \dots (22).$$

Необходимо отметить, что 2 член знаменателя не вытекает из формулы (21), ибо непарный график не есть график уплотненный. При следовании одного поезда за другим, при условии освобождения первым поездом перегона и надлежащего сношения, это время сношения, хотя и идет за счет пропускной способности, не дает поездо-часов. Эту поправку я замечую у П. Я. Гордеенко (97 Сб. ЛИИПС).

Изменение коммерческой скорости в зависимости от степени насыщенности графика.

Во всех предшествующих расчетах мы предполагали, что на наших графиках обращается максимально возможное число поездов. Наблюдения показывают, что такое стопроцентное заполнение графика невозможно. Не говоря уже про такие не поддающиеся предвидению явления, как крушения поездов, размывы, отчасти заносы, в повседневной эксплуатации есть много мелких причин, которые вызывают хронические опоздания одних поездов, а эти в свою очередь задерживают другие. В результате вместо N_{\max} пар поездов возможно про-

¹ В связи этого „Теория обращения поездов“ (1923 г.) при выводе формулы коммерческой скорости графика велед из формулы непарного графика, я сделал обратную подстановку т.-е. вместо $\frac{24}{N} \gamma$ подставил ∂ , что в том случае было неверно. Так как выведенная тогда формула не имела ни цифрового применения, ни вхождения в другие формулы этого рода, то ошибка оставалась незамеченной в течение пяти лет, когда весной 1928 г. на нее мне указал покойный В. С. Хальфия. Позвидомому, ошибка была обнаружена в связи с работой П. Я. Гордеенко в 97 выпуске ЛИИПС.

пустить их только αN_{\max} , где α есть дробь меньшая единицы, а $(1 - \alpha) N_{\max}$ поездов вытесняется хроническими опозданиями. Величина α должна определяться статистически. К сожалению, этого не делается для товарных поездов. Заметим, что величину $(1 - \alpha) N_{\max}$ не нужно смешивать с факультативными поездами. Последние устанавливаются волей распорядителя движения с некоторым запасом против действительной возможности. Например, если статистика показала бы что $(1 - \alpha) = 0,10$, факультатив нужно было бы взять не меньше, например, 0,15. Этот запас, между прочим, служит к улучшению коммерческой скорости.

Будем обозначать через α_n коэффициент фактического числа поездов при нормальной опоздаемости и при полной насыщенности графика.

Формула коммерческой скорости при этих условиях будет

$$V_k = \frac{2L\alpha_n N_{\max}}{24m - (K_1 + K_{m+1})\alpha_n N_{\max}} \dots \dots \dots (26),$$

а для случая крайних решающих перегонов

$$V_k = \frac{2L\alpha_n N_{\max}}{24m} \dots \dots \dots (27).$$

Формулы (26 и 27) предполагают, что при нормальной опоздаемости фактическое число поездов, меньшее теоретически максимального, дает все-же полное заполнение суточного периода на перегонах, за обычным исключением интервалов конечных станций.

Если число поездов в обращении будет меньше $\alpha_n N_{\max}$, т.-е. график будет не насыщен, то опаздывание одних поездов будет менее сбивать с хода другие поезда, в виду наличия запаса неиспользованного времени. Сделаем допущение, что чем меньше насыщен график, тем меньше коэффициент опоздаемости $(1 - \alpha)$, причем когда насыщение графика приближается к своему низшему пределу, равному нулю, то и коэффициент опоздаемости также приближается к нулю.

Переменный коэффициент коммерческой скорости при изменении N от нуля до $\alpha_n N_{\max}$, удовлетворяющий вышепоставленному требованию, может быть таков:

$$\alpha = 1 - \frac{1 - \alpha_n}{\alpha_n N_{\max}} N \dots \dots \dots (28).$$

Формула (27) коммерческой скорости для насыщенного графика, при графике ненасыщенном преобразуется в следующую формулу

$$V_k' = \frac{\alpha}{\alpha_n} V_k \dots \dots \dots (29)$$

или по подстановке α из формулы (28) преобразуется в формулу $V_k' = \alpha - \epsilon N$ т. е. в формулу того вида, которую некогда получил статистическим путем проф. Ломоносов для Ташкентской жел. дор. (см. Научные проблемы).

Мириась с небольшими неточностями, мы в для общего случая соотношения перегонов форм. (26) будем применять форм. (29).

В дальнейшем $\alpha_n N$ будем обозначать через N_{ϕ} . Потерю поездов от нормальной опоздаемости прочих систем графиков будем ставить в зависимость от потери поездов в парном графике по формулам (9 — 13) с постановкой всюду индекса ϕ ($N'_{\phi n}$, $N''_{\phi n}$, ... и т. д.).

Применение формул к частному случаю.

Возьмем участок длиной $L = 128$ км. Ходовую скорость $V_{ход} = 24$ км/ч., время на разгон и замедление и на снопение на один поезд $k_o + k = 5/60 + 5/60 = 1/6$ ч., а для 2 варианта вакетно-непарного графика $k_o + k = 3/60 + 3/60 = 1/10$ ч. Перегоны предположим тождественные и число их m в 3 очередях развития последовательно 4, 8 и 16. Коэффициент фактического числа пар поездов при насыщенном графике примем $\alpha_n = 0,9$, затем возьмем $n = 2$ и $n = 3$, $n_1 = 3$, $n_2 = 2$, $\gamma = 1/2$ и $\delta = 1/4$.

Число пар поездов парного графика получим из уравнения $N_{\phi} = \alpha_n 24 \cdot \left[\frac{2L}{m V_{ход}} + 2(k + k_o) \right]$, а для прочих систем из уравнения (9 — 13).

Для этих чисел поездов вычислим величины коммерческой скорости по форм. (19 — 23).

В результате получим таблицу II.

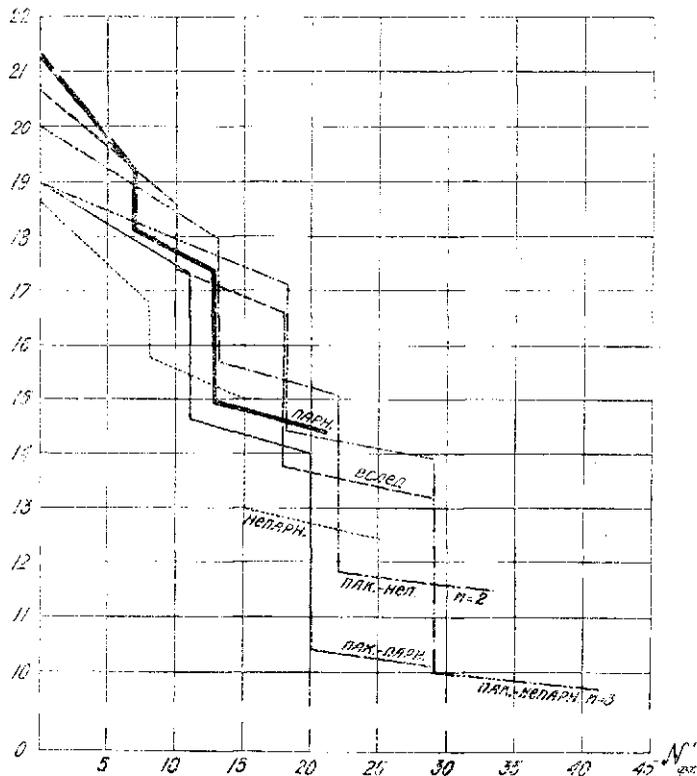
ТАБЛИЦА II

m	N_{ϕ}	$N'_{\phi n}$	$N'_{\phi s}$	$N'_{\phi n}$	$N'_{\phi n}$	V_n	V_n''	V_n''	V_n''	V_n''	V_n''	V_n''
4	7,2	8,6	10,4	12,5	13,1	18,2	19,2	16,8	18,6	17,3	18,0	17,1
8	13,0	15,6	18,3	20,5	22,0	29,4	17,3	15,0	16,6	14,0	15,1	13,9
16	21,6	25,9	29,1	29,8	33,2	41,4	14,4	12,4	13,2	10,1	11,5	9,7

Приведенные в таблице II данные нанесены на график (черт. 12), причем дробные $N_{\phi n}$ заменялись ближайшими меньшими целыми. Для тех $N_{\phi n}$, которые отвечают графику ненасыщенному, V_k увеличилась в отношении $\frac{\alpha}{\alpha_n}$, где α определялась из уравнения (28).

Несмотря на то, что нами взят простейший, почти схематический пример, тем не менее линии, обозначающие коммерческие скорости разных систем график, весьма причудливо переплетаются между

собой. Все же можно сделать вывод, что невыгодными, по сравнению с парным графиком, являются графики непарный и пакетно-парный. График же введ по сравнению с парным дает то лучшую, то худ-



Черт. 12.

шую коммерческую скорость. График пакетно-непарный при $N_6 > 7$ дает лучшую коммерческую скорость, чем парный.

От нашего схематического примера перейдем к более жизненному с нетождественными перегонами, протяженности и число которых показано на таблице III.

ТАБЛИЦА III.

Очередь раз- вития	Число пере- гонов m	$\frac{m}{m_{\min}}$	N	% увели- чения	Протяжение перегонов										
					8	12	16	16	12	12	16	16	12	8	
1	6	1,5	8	—	20	16	16	24	32		20				
2	7	1,2	10,3	29	20	16	16	24	16	16	20				
3	8	1,1	12	16	20	16	16	12	12	16	16	20			
4	10	1,2	14,4	20	8	12	16	16	12	12	16	16	12	8	
5	14	1,3	18	25	8	12	8	8	8	8	12	12	8	8	12
6	18	1,1	24	33	8	4	8	8	8	8	4	8	8	4	8

Из данных этой таблицы составлена таблица IV.

ТАБЛИЦА IV.

m	N_{ϕ}	$N'_{\phi n}$	$N'_{\phi s}$	$N_{\phi i}$	$N'_{\phi n}$	V_n	V'_n	V''_n	V'''_n	V''''_n		
6	7,2	8,6	10,1	12,5	13,1	18,2	14,2	12,1	13,9	12,5	12,9	11,6
7	9,3	11,2	13,3	15,6	16,5	22,5	14,7	12,7	14,2	12,6	13,3	12,1
8	10,8	13,0	15,3	17,6	18,8	25,2	14,4	12,5	13,8	12,0	12,9	11,8
10	13,0	15,6	18,3	20,4	22,0	29,4	14,9	12,7	14,2	11,8	12,9	10,9
14	16,2	19,1	22,5	24,2	26,4	37,6	12,8	10,9	12,0	9,6	10,7	10,1
18	21,6	25,9	29,1	29,8	33,2	41,4	12,8	11,0	11,8	9,0	10,2	8,6

Благодаря тому, что отношение числа перегонов к минимальному у нас меняется в больших пределах от 1,1 до 1,5 (см. табл. III), а равно благодаря большему разнообразию между виртуальными длинами перегона решающего и крайних (от 0 до 12 км), величины $N'_{\phi n}$ и V'_n получились весьма пестрые. Между прочим для всех пяти систем при 7 перегонах коммерческая скорость получилась больше, чем для 6 перегонов. Это значит, что, не взвывая на малые размеры движения, может оказаться выгодным сразу открыть 7 перегонов вместо 6. Также для парного и непарного графика коммерческая скорость при 10 перегонах лучше, чем при 8.

Потребность в паровозах для обобщенного графика.

Потребность в паровозах обычно выражается в функции коммерческой скорости поездов. Такой прием правилен для всех парных систем графиков и не может быть применен для непарных систем. Поэтому для получения формулы потребности в паровозах обобщенного графика необходимо вывести ее независимо от коммерческой скорости поездов.

На чертеже 13 изображен знакомый нам обобщенный график, на котором жирными линиями показаны поезда с двойной тягой для возвращения излишних паровозов, причем для уменьшения простоя последних на конечных станциях произведена небольшая перегруппировка в обратных поездах.

Общая затрата паровозо-часов для всего суточного периода графика складывается из следующих элементов.

а) Паровозо-часы в ходу, с учетом времени на сношения между станциями и простоя из-за негодности перегонов, равны числу пар обращающихся паровозов или, что то же самое, числу поездов в грузовом направлении, умноженному на период обращения, т.е.

равны $N'_{\phi} \frac{24}{N_{\phi}}$, а на всех перегонах $N'_{\phi} \frac{24}{N_{\phi}}$ м.

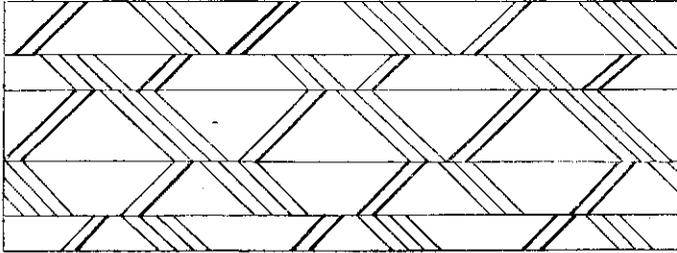
Выражая N_{ϕ} через функцию от N'_{ϕ_0} на основании формулы (6), получим:

$$[24n' - (n' + n'' - 2)dN'_{\phi_0}]m$$

б) Паровозо-часы от дополнительных простоев на промежуточных станциях, в зависимости от следования поездов друг за другом, равны:

$$(m-1) d \sum_{x=1}^{x=m} [n'_{x'}(n''_{x'} - 1) + n''_{x'}(n'_{x'} - 1) + n'''_{x'}(n''_{x'} - 1)]$$

где $n'''_{x'}$ — число в пакете поездов с двойной тягой.



Черт. 13.

в) Экономия в паровозо-часах от неиспользованного времени суток на конечных станциях в случаях легких крайних перегонов имеет свой обычный вид:

$$- (K_1 + K_{m+1})N'_{\phi_0}$$

г) Паровозо-часы простоя на конечных станциях для следования из депо под поезд и обратно, для снабжения водой и топливом и для текущего ремонта обозначим:

$$(a_1 + a_2) N'_{\phi_0}$$

д) Паровозо-часы в простое на конечных станциях из-за несовпадения времени отправления поезда по расписанию со временем готовности паровоза примем:

$$(t_1 + t_2) N'_{\phi_0}$$

Если мы возьмем для простоты обыкновенный парный график, то увидим, что, при полном совпадении упомянутых времен, t_1 или t_2 будет равно 0. В самом же неблагоприятном случае этот простой может равняться периоду обращения $\frac{24}{N_{\phi}}$. Как наиболее вероятное,

можно принять среднее из этих двух величин: $t_1 + t_2 = \frac{12}{N_{\phi}} + \frac{12}{N_{\phi}} = \frac{24}{N_{\phi}}$.

Переходя к обобщенному графику, мы должны принять средний промежуток времени между отправлениями на начальной станции равным $\frac{24}{N'_{\phi_0}}$ и на конечной $\frac{24}{N''_{\phi_0}}$. По предыдущему берем от каждой из этих величин по половине, получим для всех поездов $\frac{12}{N'_{\phi_0}} N'_{\phi_0} + \frac{12}{N''_{\phi_0}} N''_{\phi_0} = 24$. Но здесь нужно еще ввести поправку для поездов двойной тяги. Тот из паровозов двойной тяги, который пришел под нее раньше или ушел из под нее позднее, простоят лишние d часов, и, следовательно, окончательно получим:

$$(t_1 + t_2) N'_{\phi_0} = 24 + 2 \left(1 - \frac{n''}{n'}\right) d N'_{\phi_0}$$

В своем этюде 1923 г. я указывал на этот род простоя, но в расчет его не ввел, между тем наблюдения показывают, что при малых размерах движения влияние этого фактора огромно.

Если бригады у нас сменные, то затраты паровозо-часов еще зависят от отношения календарной продолжительности периода к продолжительности за этот период нахождения на работе бригад. Называя это отношение через φ , обрацая паровозо-часы в паровозо-сутки и делив общепаровозо-сутки на число пар поездов, получим для потребности паровозов на пару поездов формулу (30), где число пар поездов принято равным N'_{ϕ_0} , т.-е. числу поездов грузового направления.

$$H_{\phi} = \varphi \left\{ \left[n' - (n' + n'' - 2) \frac{d}{24} N'_{\phi_0} \right] \frac{m}{N'_{\phi_0}} + \frac{m-1}{N'_{\phi_0}} \frac{d}{24} \sum_{x=1}^{m-1} \left[n'_x (n'' - 1) + n''_x (n'_x - 1) + n'''_x (n'_x - 1) \right] - \frac{K_1 + K_{m+1}}{24} + \frac{a'_1 + a'_2}{24} \right\} + \frac{a_3}{24} + \frac{1}{N'_{\phi_0}} + \left(1 - \frac{n''}{n'}\right) \frac{d}{12} \dots (30)$$

Член $\frac{a_3}{24}$ выражает ту долю продолжительности операций с паровозом на конечных станциях, которая не покрыта отдыхом бригад.¹ Последние два члена выведены также из-под знака φ по той причине, что с одной стороны распорядитель движения, требуя бригады, должен сообразоваться со временем отправления поезда, а с другой, по ныне действующему положению, излишний отдых в оборотном депо входит в работу бригады в половинном размере и не компенсируется отдыхом.

¹ Подробности об этом в труде инж. А. Г. Стеткевича — „Теория оборота товарных паровозов“.

При исчислении продолжительности оборота паровозов время, расходуемое на промывку, равное от 1 до 2 суток, обычно развергывается на все сделанные от промывки до промывки обороты. Такое исчисление еще могло быть оправдано при так называемой хозяйской езде, при которой во время промывки бригада продолжала числиться при паровозе и даже принимала некоторое участие в промывке. При обезличенной же езде, как ныне, лишать понятие — „оборот паровоза“ его реальности, вводя какие то пропорциональные, весьма крупные, надбавки от времени промывки, совершенно нецелесообразно. Тогда уже для последовательности нужно бы вводить подобные надбавки и в связи с подъемкой и средним ремонтом паровоза.

Нужно принять, как основное положение, что, если паровоз по причине промывки или производящегося над ним текущего ремонта не мог быть в работе в течение суток, то в эти сутки он должен числиться не в работе, а в промывке или больным.

Преобразовывая формулу (30) для случая обезличенной езды, получим:

$$H_{\phi} = \left[n' - (n' + n'' - 2) \frac{\partial N'_{\phi 0}}{24} \right] \frac{m}{N'_{\phi 0}} + \frac{m-1}{N'_{\phi 0}} \frac{\partial}{24} \sum_{x=1}^{m-1} \left[n'_{\phi x} (n''_{\phi x} - 1) + n''_{\phi x} (n'_{\phi x} - 1) + n'''_{\phi x} (n'_{\phi x} - 1) \right] - \frac{K_1 + K_{m+1}}{24} + \frac{a_1 + a_2}{24} - \frac{1}{N'_{\phi 0}} + \left(1 - \frac{n''}{n'} \right) \frac{\partial}{12} \dots \dots \dots (31)$$

Переходим к нашим частным случаям. Парный график получится при $n' = n'_{\phi} = n'' = n''_{\phi} = 1$, $n'''_{\phi} = 0$.

$$H = \frac{m+1}{N_{\phi}} - \frac{K_1 + K_{m+1}}{24} + \frac{a_1 + a_2}{24} \dots \dots \dots (32)$$

Пакетно-парный график требует равенства $n' = n'_{\phi} = n'' = n''_{\phi} = n$, $n''' = 0$.

$$H_n = \frac{mn+1}{N_{\phi n}} - 2(n-1) \frac{\partial}{24} - \frac{K_1 + K_{m+1}}{24} + \frac{a_1 + a_2}{24} \dots \dots \dots (33)$$

Пакетно-непарный график будем иметь при $n' = n'_{\phi} = n_1$,

$$n'' = \frac{nn_2}{n_1}, \quad n''' = \frac{N'_{\phi n_1} - N''_{\phi n_1}}{r} = \left(1 - \frac{n_2}{n_1} \right) \frac{N'_{\phi n_1}}{r}$$

$$H_{n_1} = \frac{mn+1}{N'_{\phi n_1}} - \left(n - \frac{nn_2}{n_1} - 2 \right) \frac{\partial}{24} + \left(1 - \frac{n_2}{n_1} \right) \frac{\partial}{12} - \frac{K_1 + K_{m+1}}{24} + \frac{a_1 + a_2}{24} \dots \dots \dots (34)$$

Переходя к непарному графику „вслед“, в котором $n' = \frac{n_1}{n_2}$ и $n'' = n'''_x = 1$, мы встречаем затруднение в определении члена $\sum_{x=1}^{n''} n'''_x (n'_x - 1)$, так как под знаком суммы произведение состоит из двух множителей, из которых оба переменные, чего ни в одном из предыдущих частных случаев не было. Поэтому этот член должен быть определен особым приемом. Из форм. (12) графика вслед можно усмотреть, что поездов двойной тягой в n_2 : $(n_1 - n_2)$ раз меньше, чем всех обратных поездов и, следовательно, эти поезда имеют дополнительные простои во столько же раз менее. Так как число дополнительных простоев δ на одной промежуточной станции для всех обратных поездов равно

$$\begin{aligned} \sum_{x=1}^{n''} n'''_x (n'_x - 1) &= r \left(\frac{n_1}{n_2} - 1 \right) = N^{r_{\phi a}} \left(\frac{n_1}{n_2} - 1 \right) = \\ &= \frac{n_2}{n_1} N^{r_{\phi a}} \left(\frac{n_1}{n_2} - 1 \right) = N^{r_{\phi a}} \frac{n_1 - n_2}{n_1}. \end{aligned}$$

то весь член, зависящий от δ будет

$$m-1 \frac{\delta}{N^{r_{\phi a}}} \left[0 + N^{r_{\phi a}} \frac{n_1 - n_2}{n_1} + \frac{N^{r_{\phi a}} (n_1 - n_2)^2}{n_2 n_1} \right] = (m-1) \frac{\delta}{24} \frac{n_1 - n_2}{n_2}.$$

Формула потребности в паровозах будет иметь следующий вид:

$$H_0 = \frac{n_1 m + 1}{N^{r_{\phi a}}} - \frac{\delta}{24} \frac{n_1 - n_2}{n_2} + \frac{n_1 - n_2}{n_1} \frac{\delta}{12} - \frac{K_1 + K_{m+1}}{24} + \frac{a_1 + a_2}{24} \dots (35)$$

Подставляя в формуле (35) вместо δ величину $\frac{24}{N_{\phi}} \gamma$, или что то же самое, $\frac{24 n_1 \gamma}{N^{r_{\phi a}} [n_2 + (n_1 - n_2) \gamma]}$, а равно и поправку, о которой говорилось на стр. 11 получим для обыкновенного непарного графика:

$$H_0 = \left[\frac{n_1 m}{n_2} + 1 + \frac{\gamma (n_1 - n_2) (2n_1 - n_1)}{n_2 [n_2 + (n_1 - n_2) \gamma]} \right] \frac{1}{N^{r_{\phi a}}} - \frac{km}{24 n_1} - \frac{K_1 + K_{m+1}}{24} + \frac{a_1 + a_2}{25} \dots (36)$$

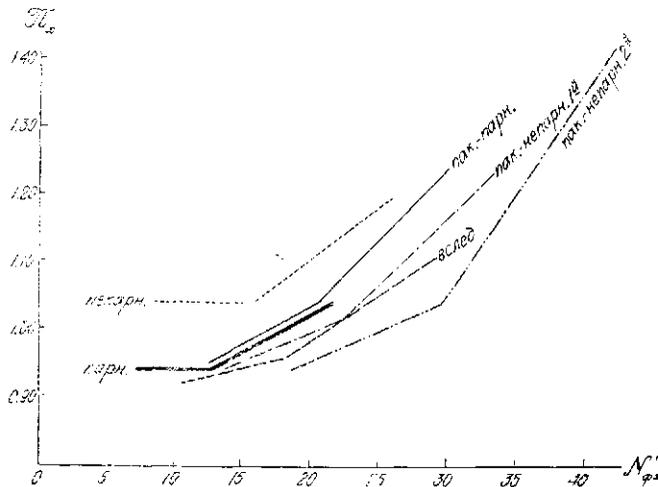
Численные примеры определения потребности в паровозах.

В качестве частных случаев рассмотрим примеры, для которых была нами исчислена коммерческая скорость. Значение параметров оставляем те же, а для простоев на станциях коренного и обратного депо берем: $a_1 = 3\frac{1}{2}$ и $a_2 = 2\frac{1}{2}$ часам. При этих данных для случая тождественных перегонов имеем следующие величины Π_x для разных $N'_{фх}$ (табл. V).

ТАБЛИЦА V.

m	$N'_{фх}$	Π	$N'_{фн}$	Π_n	$N'_{фв}$	Π_v	$N'_{фл}$	Π_l	1-й вар.		2-й вар.	
									$N'_{фил}$	$\Pi_{фил}$	$N'_{фол}$	$\Pi_{фол}$
4	7,2	0,94	8,6	1,08	10,4	0,92	12,5	0,95	13,1	0,93	18,2	0,94
8	13,0	0,94	15,6	1,08	18,3	0,96	20,4	1,04	22,0	1,01	29,4	1,08
16	21,6	1,04	25,9	1,20	29,1	1,11	29,8	1,24	33,2	1,23	41,4	1,41

Данные этой таблицы нанесены на график (черт. 14), из которого видно, что в отношении потребности в паровозах парный график



Черт. 14.

занимает среднее положение. Пакетно-парный и в особенности обыкновенный непарный график невыгоднее парного. Прочие выгодней последнего, причем график „вслед“ занимает то же среднее положение между обоими вариантами пакетно-непарного. Если мы возьмем для примера $N'_{фх} = 20$, то по графику можно написать в порядке роста величины Π , примерно так: $\Pi_{нн} = 0,95$, $\Pi_v = 0,98$, $\Pi_{лн} = 0,99$, $\Pi =$

$= 1,04$, $H_{\text{нп}} = 1,06$ и $H_{\text{п}} = 1,10$. Таким образом, группа непарных уплотненных графиков является наиболее экономичною по затрате паровозов.

Для раеее рассмотренного примера с нетождественными перегонами получим следующую таблицу величин $H_{\text{п}}$ (табл. VI).

ТАБЛИЦА VI.

m	$N_{\text{гр}}$	Π	$N'_{\text{грп}}$	$H_{\text{п}}$	$N'_{\text{грн}}$	$\Pi_{\text{п}}$	$N_{\text{грп}}$	$H_{\text{п}}$	1-й вар.		2-й вар.	
									$N'_{\text{грп}}$	$\Pi'_{\text{пн}}$	$N'_{\text{грпн}}$	$\Pi''_{\text{пн}}$
6	7,2	1,14	8,6	1,33	10,4	1,13	12,5	1,19	13,1	1,15	18,1	1,20
7	9,3	1,09	11,2	1,26	13,3	1,09	15,6	1,17	16,5	1,13	22,5	1,19
8	10,8	1,08	13,0	1,25	15,3	1,10	17,6	1,20	18,8	1,14	25,2	1,23
10	13,0	1,03	15,6	1,21	18,3	1,06	20,4	1,20	22,0	1,13	29,4	1,23
14	16,2	1,16	19,4	1,36	22,5	1,21	24,2	1,41	26,4	1,32	37,6	1,35
18	21,6	1,13	25,9	1,31	29,1	1,21	29,8	1,49	33,2	1,35	41,4	1,56

Для величин потребности паровозов на пару поездов мы так же, как и для случая коммерческой скорости, но здесь еще чаще, видим, что с увеличением числа перегонов может получаться более благоприятное использование паровозов. В особенности выделяются случаи с 10 перегонами, когда из 6 систем графиков для 4 систем получается минимальная затрата паровозов по сравнению со всеми другими очередями развития, а для остальных двух—близкая к минимальной.

Из приведенных численных примеров видно, что пакетно-непарный график даже по первому его варианту дает фактическую пропускную способность в 33 пары товарных поездов, т.е. на 50% большую, чем может пропустить парный график на однопутном участке. Так как при вычислении этой пропускной способности мы исходили из величин $n' = 2$, $k = 5$ мин., $k_0 = 5$ м. и $d = 15$ м., т.е. из величин, отвечающих довоенной конструкции железнодорожного механизма, то можно считать, что надлежащее применение пакетно-непарного уплотненного графика могло бы в свое время освободить во многих случаях и надолго от необходимости строить вторые пути.

При наличии же той реконструкции, о которой говорилось в начале настоящего труда, в качестве параметров пакетно-непарного графика можно принять более жесткие нормы, напр.: $n' = 3$, $n'' = 2$, $k = 3$ м., $k_0 = 3$ м. и $d = 3$ м. При таких параметрах будем иметь следующую таблицу для случая тождественных перегонов (табл. VII).

ТАБЛИЦА VII.

m	N_{ϕ}	V_k	Π	$N'_{\phi_{min}}$	$V_k^{\phi_{min}}$	Π_{min}
4	7,5	20,0	0,92	21,5	19,4	0,85
8	14,1	18,8	0,89	38,9	17,5	0,89
16	21,8	16,5	0,91	64,2	11,5	1,01

Из этой таблицы усматривается огромный рост пропускной способности—64 пары поездов против 33 пар для случая довоенных параметров, а в пределах пропускной способности, допускаемой парным графиком, имеем меньшую затрату паровозов на пару поездов, чем дает парный график.

Профессор А. Н. Фролов.

THE THEORY OF TRAIN ROTATION ON A SINGLE-TRACK SECTION.

By A. N. Froloff.

Owing to the proposed reorganisation of transport it will be possible to have two, three or more trains running one after the other. This fact has made a theoretic analysis of the condensed graphic of trains necessary (chart 10), as well as of several of its concrete applications (charts 5, 6, 7, 8 and 9), for which the respective values of the density of traffic, commercial speed and required locomotives have been established, and a comparison of their numeric value given.

О сверхмагистралях и о „сверхмагистрализации“ железных дорог.

ВВЕДЕНИЕ.

Принятая у нас классификация железных дорог устанавливает три типа магистралей: усиленный тип (сверхмагистраль), нормальный и облегченный, а сверх того подъездные пути и ветви. Можно было спорить против такой классификации, признавая ее слишком дробной, тем более, что появился еще непредвиденный ею тип „пионерных“ железных дорог, но все же она принята у нас, представляет определенные удобства, и потому в нашем изложении мы будем ею пользоваться.

С развитием у нас индустрии и сельского хозяйства неизбежно создадутся на транспорте чрезвычайно мощные грузовые потоки, для обслуживания которых придется либо строить то, что мы называем „сверхмагистрали“ (напр., Москва — Донбас, Кривой Рог — Донбас,) либо усилить настолько существующие линии, чтобы они уподобились сверхмагистралям (напр., „выходы из Сибири“). Тогда речь будет идти о „сверхмагистральной“ этих последних линий.

Главным критерием для отнесения дорог к тому или другому типу классификация железных дорог, выработанная НТК Народного Комиссариата Путей Сообщения, совершенно правильно признала лишь размер грузооборота в грузовом направлении, установив его величину не менее 3.000.000 тонно-километров на километр для однопутной сверхмагистрали и не менее 12.000.000 тонно-километров на километр для двухпутной. Хотя в дальнейшем изложении каждому из установленных по классификации четырех типов ж. д. приписано еще по 17 технических признаков, но их нужно рассматривать как второстепенные, подобранные, приблизительно, в соответствии с главным для всех типов признаком — густотой грузооборота.

Учитывая задания, поставленные пятилетним планом развития страны, мы должны заблаговременно подготовиться и к проблеме создания линий чрезвычайно большого (по нашей современной мерке) грузооборота, так как это потребует больших затрат, а работа таких линий окажет громадное влияние на всю остальную нашу железнодорожную сеть. Придется не раз, конечно, решать вопрос, строить ли новую сверхмагистраль или сверхмагистрализовать существующее

направление (одно или несколько), или, наконец, попросту усилить несколько существующих направлений. К ответу на такие вопросы мы недостаточно готовы, не говоря о других причинах, также и потому, что к сверхмагистрали нельзя непосредственно прибавлять выводы, полученные путем изучения работы существующей сети. В частности, к ним неприменимы, например, и выводы моей „Экономики изысканий“, хотя они прекрасно подтвердились практикой переустройства Сибирской жел. дороги, т.-е. линии, довольно близкой к некоторому среднему типу существующей сети.

Между тем, наша техника должна выработать если не самое решение, то хотя бы методы решения вопроса об экономике проектирования сверхмагистралей и сверхмагистрализованных линий. К сожалению, подобные исследования, будучи намечены и начаты, не были доведены до конца.

Кое-что по этому вопросу, однако, уже было сделано, но явно недостаточно, и я хочу попытаться несколько расширить и углубить это исследование в виде ряда отдельных статей, которые можно рассматривать, как главы одной и той же работы по экономике сверхмагистралей.

I. Понятие о сверхмагистрали.

§ 1. Общие понятия. Уже давно было замечено, что увеличение грузооборота дороги понижает себестоимость перевозок, пока не встречается затруднений из-за недостатка пропускной способности дороги.

Поэтому, стремясь к понижению себестоимости перевозок, мы, естественно, приходим к мысли о концентрации возможно большего грузооборота на отдельных определенных линиях. Известны общие главные законы всякого производства: чтобы продукция была дешева, она должна быть массовой, производство должно быть специализовано, и его техническое оборудование должно быть наилучшим.

Все эти законы прилагаются и к железнодорожному транспорту, и на них зиждется развитие идеи сверхмагистралей.

Чтобы железная дорога возила дешево, нужно:

- 1) чтобы груз был массовый;
- 2) чтобы перевозки были по возможности специализованы;
- 3) чтобы техническое оборудование дороги было наилучшим.

К последнему признаку относятся: а) наличие пологих уклонов продольного профиля, б) подвижной состав наибольшей мощности и в соответствии с ним мощное верхнее строение, в) усовершенствованная сигнализация и блокировка.

Так как те же технические признаки нужны для самого осуществления большого грузооборота, независимо от величины себестоимости перевозок, то эти, так сказать, вторичные признаки и принимаются иногда за основные. Так, например, иногда руководящий уклон 0,003 — 0,004 считается важным за повод отнесения линии

к типу сверхмагистрали, тогда как это есть просто разумное использование в проекте железной дороги легких топографических условий местности.

С другой стороны, пусть экономика страны требует создания грузового потока мощности 15 — 20 миллионов тонно-километров на километр более или менее однородного груза в грузовом направлении. Безусловно такая линия должна быть отнесена к типу сверхмагистралей. Если на пути продолжения этой линии встретится топографически трудная местность, не допускающая применения уклона 0,003 или 0,004, то, конечно, от этого линия не перестанет быть сверхмагистралью. Потребуется, может быть, более двух главных путей, участки с подталкиванием и т. д., но все же линия останется сверхмагистралью, хотя бы на ней и пришлось применить руководящий уклон круче 0,004, если такое решение будет технически правильным и экономически наиболее выгодным.

Сама идея сверхмагистралей не так уж нова и молода. Обычно считается первым проектом таковой проект германских инженеров Valenau и Kaueга, опубликованные под заглавием „Massengüterbahnen“ в 1909 г. в Берлине. Они проектировалась мощная специально углевозная дорога в центре Германии с руководящим уклоном 0,0027.

Но нужно сказать, что еще в 1906 г. у нас от имени группы частных предпринимателей б. б. Фитингоф-Шеель и инженер Финн представили с соответствующие учреждения проект углевозной дороги Славянск — Петербург для конкуренции в СПб с привозным английским углем.

Предполагались и массовые количества грузов, и специальный мощный подвижной состав и т. д.; но относительно величины руководящего уклона авторы проекта не решились идти ниже 0,006, тогда как многие считают неизменным признаком сверхмагистрали уклон не круче 0,004.

В нашем дальнейшем изложении мы постараемся определить, насколько уклон 0,006 повышает себестоимость перевозок по сверхмагистрали по сравнению с уклоном 0,004, но все же настаиваем, что главным и решающим признаком для отнесения данной линии к разряду сверхмагистралей должны быть густота ее грузооборота, а не технические признаки.

§ 2. Расходы эксплуатации сверхмагистрали. Для определения расходов эксплуатации сверхмагистралей проще всего составить эксплуатационную смету.

Эта смета, с одной стороны, может установить с достаточной степенью точности величину себестоимости перевозок по сверхмагистрали, а с другой стороны, укажет на изменение удельного веса статей расхода по сравнению с таковыми же на эксплуатируемых дорогах существующей сети.

В нашей литературе имеется труд „Товарно-транзитные железные дороги для массовой перевозки грузов (сверхмагистрали)“,

составленной в 1923 г. четырьмя авторами, в том числе инженером О. О. Дрейером, под редакцией редакционного комитета при Высшем Техническом Комитете НКПС (в дальнейшем будем ее называть брошюрой четырех авторов). В этом труде имеется и строительная расценка сверхмагистральной Штеровка—Москва—Ленинград, и смета эксплуатационных расходов ее.

Большой опыт авторов в деле эксплуатации и редакция бывшего Высшего Технического Комитета НКПС позволяют думать, что смета эта была составлена безусловно рационально и что, во всяком случае, взаимные соотношения величин расходов по отдельным номерам сметы взяты правильно. Мы возьмем для каждого очередного номера его отношение сперва к полной сумме всех расходов эксплуатации, приняв последнюю величину за 100%, а затем сделаем то же самое, но приняв за 100% величину расхода на отопление паровозов.

Параллельно мы дадим среднюю величину тех же расходов для всей сети Европейской России за последние три года перед войной (1911—1913), выраженные в тех же процентных соотношениях.

Порядок статей расхода принят тот же, что и в брошюре четырех авторов, но для удобства обсуждения против каждой статьи поставлены соответствующие очередные номера расходов, как по прежней номенклатуре инженера Глушинского, так и по ныне действующей эксплуатационной смете.

Этим мы облегчаем возможность сопоставить получаемые данные как с довоенной, так и с современной отчетностью.

Принимая за 100% сумму всех расходов эксплуатации, мы поступаем согласно методу, развитому в моей книжке „Экономика изысканий“, а также согласно работам проф. Е. В. Михальцева — „Издержки железнодорожной перевозки“ (Москва. Транспечать НКПС. 1927 года).

Выражение величин расхода на отопление паровоза является новшеством, введенным по следующим соображениям.

Считая движущую силу основным элементом перевозочной работы дороги мы можем считать и расход на нее основным расходом, а остальные рассматривать, как накладные расходы на движущую силу.

Если система тяги поездов более или менее одинакова на всех дорогах, то изменение расхода на движущую силу в зависимости от профиля пути, весов паровоза и поезда, могут быть учтены и отнесены к перевозочной единице, принимая, например, за таковую поездо-километр.

Примером могут служить расчеты „Экономии изысканий“.

Выражая все расходы эксплуатации в долях расхода на топливо для паровозов, мы получим все остальные статьи эксплуатационной сметы как накладные расходы на движущую силу и можем сравнить, насколько эти накладные расходы при сверхмагистральных грузовых потоках отличаются от таковых же расходов при обычных условиях движения, средних для всей сети.

Прилагаемая таблица I содержит в себе все выше перечисленные данные. Из нее видна громадная разница расходов эксплуатации на сверхмагистрали и таковых же расходов существующих дорог. Для этих последних, например, расходы по отд. V (Подвижной состав и тяга поездов) составляли до войны 43,8% (графа 9) от всей суммы расходов, а для сверхмагистрали имели—68,79% (графа 10).

Расход на топливо для паровозов для всей сети, в среднем составлял 15,3% от общего расхода эксплуатации, а для сверхмагистрали—28,34%.

Расход на исправление и возобновление товарных вагонов для всей сети давал 4%, а для сверхмагистрали—13,77%, являясь одним из самых крупных очередных номеров после стоимости топлива и т. д.

Попробуем принять для средних данных по всей сети и для сверхмагистралей расход на отопление паровозов за 100% (графы 10 и 11 таблицы I). Тогда общая сумма остальных расходов эксплуатации будет равна 253% для сверхмагистралей и 558% для средних данных по сети, а общая сумма всех расходов для всей сети будет равна для сверхмагистралей 353%, а для сети 658%, т.е. расходы на сверхмагистрали составляют $\frac{353}{658} = 0,53$ от расхода по всей сети, при равенстве расхода топлива на единицу перевозочной работы. В этом и заключается главное преимущество сверхмагистрали.

Но так как тяжелые поезда сверхмагистралей на тонно-километр перевозок расходуют топлива меньше, чем вся сеть в среднем, (учитывая полный расход топлива, включая стоянки, охлаждение и т. д.), то на самом деле отношение стоимости перевозок на сверхмагистрали и на сети, в среднем, должно быть не 0,53, а значительно меньше, надобно думать, до 0,40, т.е. примерно, в $2\frac{1}{2}$ раза ниже чем на сети.

Вышеприведенный пример расхода на ремонт товарных вагонов, который составляет 13,77% общего расхода сверхмагистрали, 4,0% для всей сети подтверждает это. Действительно, стоимость ремонта товарных вагонов на единицу перевозки должна бы оставаться постоянной величиной, не зависящей от типа дороги. Если она для сверхмагистрали составляет втрое больший процент от всех расходов, то это, очевидно потому, что вся сумма прочих расходов на единицу перевозочной работы для сверхмагистрали соответственно меньше, чем на сети в среднем.

Подобные же соображения можно сделать и для других расходов.

В графе 12 нашей таблицы I мы помещаем соотношение удельных весов расходов, найденных для каждого очередного номера для сверхмагистрали (графа 10) и таковому же расходу для сети в среднем (графа 11).

Сопоставление расходов эксплуатации сверхмагистралей со сред

№№ по порядку	1 НАИМЕНОВАНИЕ РАСХОДОВ по Цизаревичу, Фессу и др.	2 Отдел	3 Глава	4 Статья	5 Параграф	6 Соответствующие очередные №№ по номенклатуре Глу- шинского
1	Расходы железнодорожных обществ	I	1—3	—	—	1— 41
2	Управление дорогой и общие расходы	II	1—2	—	—	48— 84
	Служба пути и сооружений	III				
3	Управление службой	„	1	1—3	—	85— 98
	Содержание пути и искусственных сооружений.	„	2	—	—	—
4	Содержание службы по надзору содержанию и ремонту пути	„	2	1	—	93—104
5	Освещение пути сигналов и сооружений	„	2	2	—	106
6	Содержание и возобновление инвентарного иму- щества	„	2	3	—	105
7	Содержание земляного полотна	„	2	4	—	107
8	Содержание искусственных сооружений	„	2	5	—	—
9	Временные меры по предохранению земляного полотна и искусственных сооружений от подмывов	„	2	6	—	108—118
10	Содержание переездов	„	2	7	—	119
	Содержание верхнего строения.	„	2	8	—	—
11	Балласт	„	2	—	1	120—121
12	Шпалы	„	2	—	2	122
13	Рельсы и скрепления	„	2	—	3	123—124
14	Очистка от снега и меры против заносов	„	2	9	—	—
15	Исправление пучин	„	2	10	—	125—128
16	Содержание принадлежностей пути и станций	„	2	11	—	129—137
17	Содержание переводов с механизмом для их управления	„	2	12	—	—
18	Содержание доков и пристаней	„	2	13	—	138
	Содержание зданий и водопро- водов.	„	3	—	—	—
19	Содержание служащих по надзору и ремонту зданий и водопроводов	„	3	1	—	139—144
20	Содержание зданий домов служб при них, садов, огородов	„	3	2	—	145—146 и 151

Л И Ц А 1

ними расходами эксплуатации всей сети (среднее за 1911—13 г.г.).

7	8		9		10		11		12
	Соответствующие очередные №№ по действ. смете	Процентная величина от общей величины всего расхода эксплуа- тации		Процентная величина относи- тельно расхода на отопление паровозов		Отношение цифр графы 10 к цифрам графы 11			
		Для сверх- магистралей	Для существующей сети	Для сверх- магистралей	Для существующей сети				
1—15	3,53	9,5	12,5	62,60	0,20				
16—39	3,50	4,9	12,0	32,20	0,37				
40—42	0,93	1,4	3,2	9,20	0,35				
—	4,49	5,4	15,9	35,28	0,45				
43	0,04	0,1	0,14	0,66	0,21				
44	0,11	0,2	0,39	1,32	0,29				
45	0,44	0,4	1,55	9,81	0,16				
46	0,34	—	—	—	—				
—	—	0,5	1,28	3,30	0,39				
48	0,02	—	—	—	—				
49	0,11	0,10	0,39	0,66	0,59				
—	0,27	—	0,95	—	—				
50	2,25	3,30	7,60	21,76	0,41				
51	2,25	2,60	7,90	17,11	0,46				
52	1,13	—	4,00	—	—				
53	0,17	1,80	0,60	11,85	0,39				
55	0,11	0,70	0,39	4,61	0,30				
56	0,28	—	0,98	—	—				
57	0	0	0	0	—				
—	—	—	—	—	—				
58	0,22	0,30	0,78	1,97	0,40				
59	0,56	1,70	1,96	11,20	0,17				

№№ по порядку	1 НАИМЕНОВАНИЕ РАСХОДОВ по Цизаревичу, Фоссу и др.	2	3	4	5	6
		Отдел	Глава	Статья	Параграф	Соответствующие очередные №№ по номенклатуре Глу- шинского
21	Содержание товарных дворов, станционных за- боров, площадей и дорог	III	3	3	—	147—164
22	Содержание водопроводов, источников водо- снабжения и водостоков	"	3	4	—	165—167
23	Расходы по пересечению с водными путями . .	"	3	5	—	—
Итого по Отд. III		—	—	—	—	—
Служба Движения и Телеграфа (Связи).		IV	—	—	—	—
24	Управление службою	"	1	1—3	—	169—176
Обслуживание станций		"	2	—	—	—
25	Содержание станционных служащих	"	2	1	—	—
	" служащих по технической части	"	2	—	1	177, 179, 180 182—185
26	" служащих по коммерческой части	"	2	—	2	178, 181
27	Отопление, освещение и содержание в чистоте станционных помещений, освещение стан- ционных сигналов, ручных фонарей, путей и дворов	"	2	2	—	189—192
28	Расходы по нагрузке и выгрузке багажа и то- варов	"	2	3	—	193
29	Принадлежности для хранения и перевозки грузов	"	2	4	—	187, 195 186, 188
30	Пассажирские билеты и грузовые документы .	"	2	3	—	196—197
Обслуживание поездов.						
31	Окладное содержание, квартирное и обмундиро- вочное довольствие поездным служащим . .	"	2	1	—	200—207
32	Неокладные выдачи	"	2	2	—	—
33	Содержание инвентаря кондукторских бригад и освещение поездных вагонных сигналов .	"	2	3	—	208, 209
Телеграф и телефон		"	4	—	—	—
34	Содержание контролер-механиков телеграфа, надсмотрщиков, телеграфистов и рассыльных	"	"	1	—	210—220
35	Снабжение телеграфа принадлежностями и мате- риалами	"	"	3	—	—
36	Содержание телеграфных, телефонных и звонко- вых линий и аппаратов	"	"	3	—	221—225
Итого по Отд. IV		—	—	—	—	—

7	8		10		11	12
	Процентная величина от общей величины всего расхода эксплуатации		Процентная величина относительно расхода на отопление паровозов		Отношение цифр графы 10 к цифрам графы 11	
Соответствующие очередные №№ по дейст. смете	Для сверх-магистралей	Для существующей сети	Для сверх-магистралей	Для существующей сети		
60	0,03	1,60	0,16	10,51	0,015	
61	0,06	0,20	0,21	1,33	0,16	
62	0,00	0	0	0	—	
—	13,83	20,3	49,0	132,2	0,37	
—	—	—	—	—	—	
63—65	1,55	1,30	5,50	8,55	0,64	
—	—	—	—	—	—	
66	1,78	5,8	6,59	38,60	0,17	
67	0,21	2,5	0,74	16,45	0,045	
68	0,28	1,0	0,98	6,58	0,13	
69	2,25	3,1	7,90	2,21	3,5	
70	0,08	0,50	0,28	3,29	0,85	
71	0,23	0,40	0,81	1,63	0,50	
72	1,14	4,30	4,40	28,30	0,31	
73	1,14	—	4,40	—	—	
74	0,08	0,20	0,28	1,33	0,2	
—	—	—	—	—	—	
75	0,56	2,10	1,96	13,80	0,14	
76	0,01	—	0,04	—	—	
77	—	0,40	—	2,63	0,02	
—	9,34	21,8	33,0	143,5	0,24	

№№ по порядку	1	2	3	4	5	6
	НАИМЕНОВАНИЕ РАСХОДОВ по Цизаревичу, Фоссу и др.	Отдел	Глава	Статья	Параграф	Соответствующие очередные №№ по номенклатуре Г.лу- шинского
	Служба подвижного состава и тяги.	V	—	—	—	—
37	Управление службою	»	1	1—3	—	226—233
	Тяга поездов	»	2	—	—	—
38	Окладное содержание, квартирное и обмундиро- вочное довольствие паровозных бригад . .	»	2	1	—	—
39	Нескладные выдачи	»	2	2	—	234—240
40	Отопление паровозов	»	2	3	—	246—247
41	Освещение паровозов	»	2	4	—	248
42	Смазка паровозов	»	2	5	—	249—250
43	Чистка паровозов и промывка их котлов . . .	»	2	6	—	251
	Снабжение дороги водою.	»	2	7	—	—
44	Содержание служащих	»	2	7	1	—
45	Расходы по подаче и очистке воды для парово- зов и для станционных и других зданий . .	»	2	7	2	252—259
46	Содержание приборов водоснабжения	»	2	7	3	—
47	Плата за воду из чужих водопроводов	»	2	7	4	260
	Содержание вагонов.					
48	Содержание служащих по осмотру вагонов . .	»	2	1	—	262—266
49	Хранение и осмотр	»	2	2	—	267—272
50	Отопление	»	2	3	—	272
51	Освещение	»	2	4	—	274
52	Смазка	»	2	5	—	275—276
53	Содержание в чистоте	»	2	6	—	277—279
54	Содержание мастерских для ремонта подвижного состава	»	4	—	—	280—297
	Возобновление и исправление парово- зов, тендеров и инвентарного имущества паровозов.	»	5	—	—	—
55	Возобновление и исправление паровозов . . .	»	5	1	—	298—299

7 Соответствующие очередные №№ по действию смете	8 Процентная величина от общей величины всего расхода эксплуата- ции	9 Для сверх- магистралей	10 Процентная величина относи- тельно расхода на отопление паровозов	11 Для сверх- магистралей	12 Отношение цифр графы 10 к цифрам графы 11
—	1,13	1,30	3,62	8,56	0,40
78 80	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—
81	2,68	—	9,49	—	0,50
82	2,83	5,90	10,00	38,76	—
83	28,84	15,20	100,00	100,00	1,00
84	0,04	0,10	0,14	0,66	0,21
85	0,56	0,80	1,96	5,26	0,75
86	0,56	—	1,96	—	—
—	—	—	—	—	—
87	0,23	—	—	—	—
88	0,28	1,00	1,96	6,58	34
89	0,14	—	0,49	—	—
90	0	—	0	—	—
—	—	—	—	—	—
91	0,92	0,60	3,25	3,95	0,82
92	0,09	0	0,03	—	—
93	0	0,80	0	5,96	0
94	0	—	0	—	—
95	3,21	1,20	11,39	7,91	1,44
96	0	—	0	—	—
97—103	4,63	2,60	16,39	17,12	0,96
—	—	—	—	—	—
102—105	8,46	6,60	30,00	43,40	0,70

№№ по порядку	1 НАИМЕНОВАНИЕ РАСХОДОВ по Цизаревичу, Фоссу и др.	2	3	4	5	6
		Отдел	Глава	Статьи	Параграф	Соответствующие очередные №№ по номенклатуре Глу- шинского
	Возобновление и исправление вагонов	V	6	—	—	—
56	Возобновление и исправление пассажирских вагонов	”	6	1	—	300
57	Возобновление и исправление товарных вагонов	”	6	2	—	301, 303
58	Возобновление и исправление осей, колес и бандажей всех вагонов	”	6	3	—	302
59	Сальдо счета при платеже за недост. и брак при передачах вагонов, штрафы за обмен и т. д.	”	6	4	—	304
	Итого по Отд. V	—	—	—	—	—
60	Пользование подвижным составом и постоянными устройствами чужих дорог	VI	—	—	—	198, 305
61	Расходы по постоянным предприятиям и потери по имуществу дороги	VII	—	—	—	—
62	Непредвиденные, чрезвычайные и временные расходы	VIII	—	—	—	—
	В с е г о	—	—	—	—	—

Мы видим, что для большинства расходов графа 12 дает небольшие величины, обычно не превышающие 0,30—0,40.

Исключение составляет № 28—расход по погрузке и выгрузке багажа и товаров (очередной № 69 действующей сметы). Для него это соотношение равно 3,5.

Если возьмем частичные итоги по отделам, то получим аналогичные данные.

Таблица I нам показывает, что весь расход по отделу III (Путь) для сети составляет 132% от расхода на топливо, а для сверхмагистральной—только 49%; отношение $\frac{49}{132} = 0,37$ и с. для сверхмагистральных перевозок этот расход снижается почти втрое против средних условий для всей сети.

Для отдела IV (Движение и связь) такое же отношение равно 0,24 и т. д.

Таким образом все вообще „накладные расходы“ снижаются, снижается и общая стоимость продукции, т.е. стоимость тонно-километра перевозки.

7 Соответствующие очередные №№ по действ. смете	8 Процентная величина от общей величины всего расхода эксплуа- тации		10 Процентная величина относи- тельно расхода на отопление паровозов		12 Отношение цифр графы 10 к цифрам графы 11
	Для сверх- магистралей	Для существующей сети	Для сверх- магистралей	Для существующей сети	
—	—	—	—	—	—
106	0	2,40	0	15,79	0
107	13,77	4,00	47,70	26,39	1,81
108	0,92	0,40	3,25	2,61	1,28
109	0	—	0	—	—
—	69,79	43,80	—	—	—
110—112	0	0,10 0,60	—	0,66 3,95	0,16 0,15
113—114	0	—	—	—	—
115—116	1,05	0	3,70	0	—
—	100,00	100,0	— 353 — 100 — 253	— 658 — 100 — 558	0,51

Мы видим, что это соотношение нужно оценивать около $2—2\frac{1}{2}$ раз против себестоимости существующих перевозок.

Это не противоречит и последним исчислениям себестоимости для работы Сибирской сверхмагистрали.

Имея, как крайние пределы, с одной стороны, детальное распределение расходов эксплуатации по сметным данным как для отдельных дорог, так и для всей сети в среднем, а с другой стороны, такое же распределение для сверхмагистралей в чистом ее виде (без пассажирского движения и почти без местных перевозок), мы можем путем интерполяции определять расходы эксплуатации стоящих между указанными пределами, можем подойти к решению вопроса о расходах эксплуатации на „сверхмагистрализуемых“ существующих направлениях.

Но предварительно мы займемся выяснением, насколько должны быть изменены выводы и формулы „Экономики изысканий“ для применения их к сверхмагистралям.

Примечание.

Скажем несколько слов о примененном здесь методе исследования, отличительная черта которого состоит в том, что берутся расходы по отдельным номерам эксплуатационной сметы, но выраженные не в абсолютных (т.-е. в денежных) единицах, а в относительных, а именно в одном случае в долях полного общего расхода эксплуатации, а в другом— в долях расхода по отоплению паровозов.

Не так давно два молодых преподавателя одного из московских ВТУЗ'ов со свойственной нередко их возрасту горячностью и нетерпимостью к чужим мнениям, да еще на базе малого практического стажа по вопросам изысканий, высказали печально мнение, что такой метод неправилен, неточен и не должен иметь прав гражданства.

Конечно такие возражения не серьезны. Процентные соотношения применяемые мною, выведены прямо из тех же абсолютных (денежных) величин расхода, которыми хотят пользоваться указанные авторы, а следовательно имеют равную с ними ценность.

В моем труде „Экономика изысканий железных дорог“ я привожу ряд подсчетов проф. Н. П. Петрова и инженеров С. А. Штольмана, Г. М. Будагова и др. по определению: эксплуатационных выгод или невыгод, исчислявшихся разными авторами для разных технических вариантов их строительных проектов. Исчисления эти выражены в абсолютных (денежных) величинах. Сделанные ими расчеты я проверил по своему методу и получил результаты почти тождественные. Об этом обстоятельстве порицатели моего метода видимо не желают вспомнить.

Далее под редакцией профессора Е. А. Гибшмана и бывш. преп. МИИТ инженера Н. Н. Дегтерева был выпущен в 1926 г. в Москве сборник статей под заглавием „Экономические обследования и экономика железных дорог“. В нем помещена статья инженера А. Е. Гибшмана под заглавием „Определение эксплуатационных расходов при проектировании новых жел. дорог“. В этой статье в таблице № 2 дается сопоставление расчета эксплуатационных расходов по формулам К. Н. Кашкина, М. М. Протодаконова и А. Е. Гибшмана.

Из рассмотрения таблицы не видно, чтобы какой-либо из этих трех способов подсчета был лучше или хуже других двух, т.-е. все они являются примерно равноценными по результатам.

Эта статья и ее выводы также, вероятно, забыты вышеупомянутым авторами хотя выводы одного из них¹ фигурируют в той же только что указанной таблице № 2.

Наконец, я привел в 3 издании своей „Экономики изысканий“ экономические результаты смягчения уклонов Сибирской жел. дор., которые получились по отчетным данным на практике, и сравнил их с теоретическими результатами, которые получаются по моей теории моим методом. Результаты теории получились весьма близкие к совпадению с отчетными данными по эксплуатации Сибирской жел. дороги.

Таким образом выводы, сделанные по моему методу, оправданы и практикой. Мне не известно подтверждались ли практикой выводы моих оппонентов, равно как предлагаемые ими сложные и громоздкие формулы.

Других возражений против принятого мною метода мне встречать не приходилось.

Конечно любой вопрос может быть исследован различными методами и каждый в праве отдавать предпочтение тому или другому из них.

Достаточно напомнить такую давно разработанную дисциплину, как теоретическая механика.

Попробуйте сравнить методы ее изложения у двух выдающихся наших ученых. какими были покойные профессора Н. Е. Жуковский и Д. К. Бобылев. В изложении и методах разница громадная, но ни тот ни другой из этих двух высоких авторитетов не считали своего метода единственно возможным, а все остальные ошибочными.

Такого отношения к чужим методам можно пожелать всем и каждому из начинающих ученых.

ON SUPER-TRUNK LINES AND THE RECONSTRUCTION OF ORDINARY RAILWAYS INTO SUPER-TRUNK ONES.

By K. N. Kashkeev.

In the present paper the author attacks the problem of economics on super-trunk lines, i. e. on railways with exceedingly dense freight traffic, and arrives at certain conclusions which may serve as principal data. The method used is the one proposed by the author in his book on „Economics of railway location“. The question will be more thoroughly examined in his next articles.

¹ Речь идет не об А. Е. Гибшмане.

Определение строительной стоимости железных дорог по формулам.

1. Введение.

Эксплуатационные расходы железных дорог, благодаря трудам многих исследователей, подверглись подробному и всестороннему анализу. В результате этих исследований найдены зависимости между эксплуатационными расходами и главнейшими факторами, которые на них влияют.

Вследствие этого, эксплуатационные расходы могут быть представлены также в виде математической формулы, как функция ряда переменных величин (измерителей), отражающих главнейшие обстоятельства работы дороги.

Методы, определившиеся в результате указанного анализа и приложенные к действительности, дали весьма плодотворные результаты при решении ряда важных практических задач.

Несколько иначе обстоит дело с изучением строительной стоимости железных дорог, подробному анализу которой уделено относительно меньше внимания.

Причиной этого является, с одной стороны, сложность проблемы анализа строительной стоимости и ее обобщения в виде математической формулы: действительно, строительная стоимость железной дороги зависит, прежде всего, от топографических условий местности и технических условий проектирования; значительное влияние на эту стоимость оказывают общие условия производства строительных работ в данном районе; кроме того, железные дороги различаются по типам и по размерам движения, с которым связана стоимость отдельных частей ее оборудования. Естественно, что стоимость сооружения железных дорог в целом колеблется в очень широких пределах.

Другая причина, о которой можно упомянуть, заключается в том, что раз построенная дорога в дальнейшем эксплуатируется в течение

¹ Первый доклад о результатах настоящего исследования был сделан мной в Эконом. Секции Научно-Исслед. Ин-та МИИТ, в феврале 1929 г. В прениях по докладу, представителями различных отделов транспорта было подчеркнуто практическое значение разрешения проблемы, взятой темой настоящей статьи.

Выпуская работу в законченном виде, я, пользуясь случаем, приношу свою благодарность проф. Е. В. Михальцеву за его ценные для меня указания по некоторым вопросам, затронутым настоящей работой. П. Г. С.

длинного ряда лет; тем самым вопросы, касающиеся непосредственно эксплуатации, представляются более актуальными.

Подобный взгляд требует, однако, внесения существенных поправок.

Во-первых, строительная стоимость существующей железной дороги не представляет постоянной величины, а в некоторой своей части, и притом довольно значительной, возрастает с увеличением размеров движения; поскольку при определении полной себестоимости перевозок включаются расходы на оплату строительного капитала и реновационные взносы, наличие переменной части строительных затрат органически связывает их с эксплуатационными расходами.

Таким образом, при решении практических задач по эксплуатации, связанных с изменением размеров движения, возникает потребность в составлении дополнительной расценочной ведомости на усиление дороги.

Очевидно, возможность определить переменную долю строительных затрат быстро, хотя бы и с некоторой (но заранее известной) погрешностью, представляла бы практическую ценность.

Во-вторых, задача определения стоимости существующих железных дорог представляется крайне сложной. Дороги претерпевают с течением времени ряд изменений в строительном отношении в связи с изменением размеров движения; эта сложность углубляется тем обстоятельством, что в практике наших дорог затраты на развитие дороги, непосредственно связанные с увеличением размеров движения, соединялись с затратами на восстановление имущества, отслужившего предельный срок.

Благодаря этому обстоятельству, основной капитал дороги, исчисленный по сумме указанных затрат, значительно превосходит реальную стоимость дороги, помимо факта естественного износа имущества.

Таким образом, реальная стоимость дороги может быть найдена лишь путем инвентаризации, представляющей сложную и длительную работу.

В этом случае также имела бы практическое значение возможность определить простым способом восстановительную стоимость железной дороги, как базис для определения действительной стоимости; последняя могла бы быть найдена путем учета износа, согласно принятых для этого норм.

Подходя к изучаемому вопросу с точки зрения сооружения новых дорог, необходимо напомнить то обстоятельство, что стоимость проектируемой железной дороги определяется путем составления расценочной ведомости, на основании данных изысканий и проекта дороги; между тем, изыскания выполняются с различной степенью точности, начиная от рекогносцировочных и кончая построечными. Составление полной расценочной ведомости, согласно общепринятых образцов, требует во всяком случае подробных изысканий на месте и наличия полного технического проекта дороги.

Поскольку эти подробные данные отсутствуют, составление полной расценочной ведомости носит формальный характер, а окончательный результат подсчета допускает широкие колебания.

Таким образом, в тех случаях, когда по проектируемой линии имеются лишь основные данные, применение формулы, помимо быстроты получения предварительной стоимости, может дать более вероятное ее значение, поскольку сама формула основана на анализе данных сооруженных линий и построена на принципе характеристик, отражающих все существенные обстоятельства сооружения линий железных дорог.

2. Главные факторы стоимости дорог.

Формула для определения строительной стоимости будет лишь в том случае полезна при решении указанных вопросов и других, аналогичных с ними, если при составлении ее, путем анализа строительных затрат, будет принято во внимание:

1) Размер движения на дороге, с которым связана переменная доля строительных затрат.

2) Топографические условия местности и технические условия проектирования, определяющие количественную сторону строительных работ.

3) Общие условия производства строительных работ на данной линии, как в отношении рабочей силы, так и в отношении цен на металлы и другие главнейшие строительные материалы.

4) Наличие нескольких периодов в работе магистральных железных дорог, исследованию которых здесь будет уделено главное внимание.

Действительно, в работе наших магистралей можно отличать три периода: первый период соответствует первоначально заданному размеру движения однопутной линии в количестве 4—9 пар поездов; этот период соответствует открытию станций и развязов 1-й очереди.

При дальнейшем увеличении грузооборота наступает второй период, соответствующий открытию развязов второй очереди и возрастанию размеров движения до предела, практически возможного для однопутных магистралей; этот предел можно принять равным 17 парам.

При последующем увеличении грузооборота требуется уже устройство второго пути—что соответствует третьему периоду работы магистральных железных дорог.

5) Наличие элементов устройств дороги, которые развиваются не непрерывным образом, а развитии которых носит, так сказать, ступенчатый характер; примером служит устройство водоснабжения, которое уже в первом периоде работы, согласно технических условий проектирования магистралей, устраивается обычно на 20 пар, а затем коренным образом переустанавливается уже под двухпутную линию.

Помимо перечисленных условий, формула должна быть компактна и удобна для пользования, и количество характеристик должно быть возможно меньшим.

Рассматривая совокупность поставленных требований, можно установить необходимость характеристик (измерителей) двух видов: во-первых, характеристик количественных, определяющих количество работ и размеры оборудования дороги; во-вторых, характеристик строительных, определяющих стоимость сооружений и отражающих общие условия производства строительных работ.

Выбирая наименьшее количество характеристик, как первого так и второго рода, можно остановиться на некоторой их группе, целесообразность которой будет разъясняться всем дальнейшим изложением.

3. Измерители количества работ.

Основными измерителями количества работ будут приняты следующие:

1) Размер движения на дороге, который влияет на всю переменную часть строительных работ (устройство станций с путями, зданиями, оборудованием и проч.).

Размер движения на дороге может быть задан различно: непосредственно грузооборотом в т-км, или количеством пар поездов, или пробегом вагонов в ваг-осе-км; выбор того или иного измерителя и их преимущества будут разъяснены в дальнейшем. Так как, однако, переменная часть строительных затрат включает в себя преимущественно расходы по устройству станций с их оборудованием, эту часть стоимости дороги можно выразить непосредственно в функции длины станционных путей L .

2) Кубатура земляных работ, в которой первенствующее значение имеет кубатура работ по главному пути v , определяется совокупностью топографических условий местности и технических условий проектирования. Указанный измеритель, отражая собой также пересеченность местности, может быть связан с количественной стороной работ по искусственным сооружениям.

3) Количественная сторона работ по искусственным сооружениям может быть представлена кубатурой каменной кладки мостов и труб q и количеством пог. м отверстий деревянных мостов l .

4) Количественная сторона работ по гражданским сооружениям может быть определена площадью s кв. м главных гражданских сооружений: линейных построек, пассажирских зданий и жилых домов.

5) Расход металла в главной своей части, падающий на укладку верхнего строения (рельсы, скрепления и переводы) может быть охарактеризован весом p пог. м рельса, принятого для укладки на главном пути.

4. Измерители стоимости работ.

Общие строительные условия характеризуются совокупностью цен на строительные материалы и рабочую силу в районе сооружения дороги; то и другое определяет в конечном результате единичную стоимость отдельных работ; самыми существенными из них, которые и будут приняты в дальнейшем, как измерители стоимости работ, являются:

- 1) Стоимость одного куб. м земляных работ *a*
- 2) Стоимость одного куб. м кладки по искусственным сооружениям *b*
- 3) Стоимость одного пог. м отверстий деревянных мостов . . . *e*
- 4) Стоимость одного кв. м главных гражданских сооружений . *c*
- 5) Стоимость одной тонны рельсов с доставкой *r*

Среди расходов по сооружению дороги есть группа, которая не может быть выражена в этих основных измерениях. Здесь разумеются расходы по занятию земель со сносом строений, стоимость водоснабжения и стоимость особых работ.

Относя эти расходы непосредственно на км дороги, обозначим стоимость этой группы через *A*.

В таком случае, стоимость одного км дороги, без подвижного состава, может быть представлена как функция указанных переменных величин:

$$S = F(A, L, v, q, l, p, s, a, b, e, r, c) \dots \dots \dots (1)$$

Задача последующего анализа будет заключаться в построении формулы на основе указанных измерителей и выяснении той погрешности, которую будет давать применение формулы, по сравнению с действительной стоимостью сооружения дороги.

5. Формулы других авторов.

В технической литературе по указанному вопросу, имеются формулы для определения стоимости сооружения железных дорог, из которых можно указать на следующие:

- 1) формула инженера С. Штольцмана:¹

$$C = A + Bm$$

Здесь *m* — число поездо-верст на версту дороги; *A* и *B* — коэффициенты.

В этой формуле учтена часть расходов, зависящая от движения, но не отражены ни топографические условия местности, ни условия

¹ Инж. С. Штольцман: „Развитие сети железных дорог Европейской России“ СПб. 1908 г.

производства строительных работ; формула послужила лишь для некоторых общих выводов по вопросу развития сети русских железных дорог.

2) Формула В. П. Белоцерковца:¹

$$C = Aka + B\bar{A}ka + \Sigma ed$$

Здесь:

k — количество земляных работ на версту дороги;

a — средняя стоимость куба земляных работ;

A и B — коэффициенты, зависящие от поперечной кубатуры земляных работ;

Σed — стоимость мостов отверстием 20 саж. и больше, а также тоннелей, по группам, причем d выражает длину, а e — стоимость одной погонной сажени моста или тоннеля.

В формуле учтена топография местности и дана одна строительная характеристика a .

Крупный недостаток формулы заключается в отсутствии какой-либо связи стоимости дороги с размерами движения; кроме того, одна строительная характеристика является недостаточной.

6. Общие замечания о методе исследования.

1) Последующий анализ факторов, влияющих на стоимость сооружения железных дорог, произведен на основании статистических материалов по сооружению дорог, в виде отдельных строительных отчетов и общих их сводок.²

2) Необходимо отметить, что статистические данные отчетов по сооружению железных дорог охватывают почти исключительно первый период работы дорог; это вызывает необходимость пользования, в целях обобщения, материалами и данными существующих дорог, находящихся во втором и третьем периоде работы.

3) При исследовании учтено то обстоятельство, что стоимость сооружения дорог непрерывно возрастала в довоенное время, в связи с увеличением общего товарного индекса; учтена также необходимость перехода на червонное исчисление для современных условий.

Поэтому формулы построены таким образом, что представляются независимыми от выбора валютных единиц.

4) В предстоящем исследовании будут рассмотрены прежде всего однопутные магистрали, а в дальнейшем двухпутные линии и сверхмагистрали.

¹ В. П. Белоцерковец: „Сводка стоимости работ и технических данных по постройке русских железных дорог“. Вологда, 1928 г.

² Сводка статистических материалов по сооружению дорог имеется в цитир. книге В. П. Белоцерковца; ценный статистический материал содержится также в книге: Г. В. Мещерский. „Сравнительные данные отчетные и расписочных ведомостей по постройке железных дорог в России“ СПб. 1914 г.

7. Удельный вес глав расценочной ведомости.

Стоимость по отдельным главам расценочной ведомости, выраженная в процентах от всей стоимости дороги (или удельный вес глав расценочной ведомости), представляется далеко не равноценной. Так, проф. Е. В. Михальцев¹ дает следующую таблицу средних удельных весов глав расценочной ведомости (см. табл. I).

ТАБЛИЦА I.

Удельный вес глав расценочной ведомости по проф. Михальцеву.

№№ глав расценоч. ведомости	НАИМЕНОВАНИЕ РАБОТ	Стоимость по главе в процентах от полной стоимости
1	Отчуждение имущества	4
2	Земляные работы	16
3	Искусственные сооружения	15
4	Верхнее строение пути	16,75
5	Принадлежности пути	0,25
6	Телеграф	1
7	Путевые постройки	4
8	Станционные постройки	10
9	Водоснабжение	3
10	Принадлежности станций	3
11	Общие расходы	8
12	Подвижной состав	19
	Всего	100

Подобное распределение стоимости дороги на главы, по среднему удельному весу отдельных глав, представляется, конечно, весьма условным.

Если взять, например, стоимость работ по второй главе, то ее как абсолютная, так и относительная величина испытывает довольно широкие колебания.

В практике нашего железнодорожного строительства встречается кубатура земляных работ по главному пути от 6.000 куб. м на км дороги (линия Джанкой-Феодосия) до 47.000 куб. м на км (линия

¹ Е. В. Михальцев „Капитал в железнодорожном предприятии“. Сборник Л.И.И.П.С. № 94. Ленинград, 1927 г.

Пермь-Екатеринбург) и выше. Стоимость по главе зависит, помимо кубатуры, от стоимости одного куб. м земляных работ; эта последняя величина также испытывает значительные колебания; например, 0,17 руб. за куб. м для линии Николаев-Херсон и 1,04 руб. зол. для Кругобайкальской дороги.

Помимо указанных обстоятельств, имеются земляные работы на станциях, количество которых имеет прямую связь с размерами движения.

Производя аналогичные рассуждения над стоимостью устройств дороги по другим главам, необходимо признать, что нельзя ожидать полной устойчивости в относительной стоимости различных частей дороги.

Более правильным будет говорить о практических пределах, в которых колеблется удельный вес глав расценочной ведомости.

Произведенный анализ по данным шестидесяти сооруженных линий железных дорог дает распределение стоимости отдельных устройств дороги в следующем виде (табл. II).

ТАБЛИЦА II.

Удельный вес глав расценочной ведомости и пределы его колебаний для однопутных магистралей.

№№ по пор.	Наименование расходов	Средний удельный вес глав	Пределы колебания удельного веса глав	Краткое отношение верхнего и нижнего предела	Примечание
1	Отчуждение имуществ	4,5	0,2—16,0	80,0	
2	Земляное полотно	15,0	6,0—50,0	8,3	
3	Искусственные сооружения	16,0	4,0—32,0	8,0	
4	Верхнее строение	23,0	6,5—44,0	6,8	
5	Принадлежности пути	0,3	0,1—1,4	14,0	
6	Связь	0,6	0,3—1,2	4,0	
7	Путевые постройки	2,7	1,0—7,0	7,0	
8	Станционные постройки	8,0	3,0—14,0	4,7	
9	Водоснабжение	2,5	0,7—16,0	22,9	
10	Принадлежности станций	2,3	0,5—5,0	10,0	
11	Общие расходы	9,0	4,5—12,0	2,7	
12	Работы Военного Ведомства	1,4	0,1—6,0	60,0	
13	Особые работы	1,7	0,1—6,0	60,0	
14	Подвижной состав	10,5	5,0—23,0	4,6	
15	Оборотный капитал	2,5	0,6—5,0	8,3	
	Всего	100	—	—	

Рассмотрение данных таблицы II приводит к следующим выводам.

1) Значения удельных весов глав по таблице II в общем хорошо согласуются с данными таблицы I.

2) Из обеих таблиц совершенно отчетливо выявляется, на какие главы падает главная масса всех расходов; главные статьи расходов охватывают стоимость работ по возведению земляного полотна, искусственных сооружений, верхнего строения, гражданских сооружений и приобретению подвижного состава. Если общие расходы считать накладными на строительные работы, то в сумме может быть охвачено 85—90% всей стоимости дороги.

Это обстоятельство является весьма существенным, подтверждающим правильность выбранных измерителей, которые, как в смысле количественном, так и по единичным расценкам, как раз соответствуют вышеперечисленным главам.

3) Рассматривая кратное отношение пределов колебаний относительной стоимости по отдельным главам, можно отметить, что главы с относительно малым удельным весом имеют более широкие пределы колебаний; главы же, охватывающие главную массу расходов, имеют более узкие пределы колебаний; это является, разумеется, положительным фактором для построения формулы, облегчая установление законов пропорциональности между расходами и их измерителями.

4) Из расходов, кроме перечисленных главных, самым крупным остается стоимость занятия земель со сносом строений; эта стоимость не связана с принятой системой измерителей, так как зависит, главным образом, от культурного состояния земель данного района и плотности населения. Поэтому расходы по отчуждению, а также стоимость работ по заданию Военного Ведомства и особых работ (которые нередко могут и отсутствовать) выделена в особую группу.

5) Надо отметить также, что данные таблицы II составлены для однопутных магистралей, находящихся в первом периоде работы, с пропускной способностью от 2 до 9 пар.

С увеличением провозной и пропускной способности центр тяжести некоторых глав, разумеется, будет перемещаться; здесь имеется в виду увеличение расходов, связанных с размерами движения (подвижной состав и др.), удельный вес которых будет возрастать и при прочих равных условиях.

8. Общая структура формулы. Метод определения погрешности.

Общая структура формулы основана на следующем: если по основным строительным расходам выделить измерители количества работ и соответственные измерители стоимости работ, то их произведение определяет собой основную часть расхода по соответственным главам расценочной ведомости.

Что касается прочих расходов по главам, то они, составляя, как увидим далее, около 30% основного расхода, могут быть приняты ему пропорциональными.

Там же образом, общий вид формулы представится следующим образом:

$$S = A + \sum k_n B_n b_n \dots (1a), \text{ где:}$$

A —расходы по особой группе, относимой непосредственно на км дороги; B_n —количественный измеритель данной главы; b_n —измеритель стоимости работ; k_n —коэффициент пропорциональности между основным расходом по главе и прочими расходами.

Значение коэффициентов k_n получается статистическим путем; при этом, можно также выяснять пределы отклонения этого коэффициента от средней величины. Это последнее дает возможность определить погрешность от принятия коэффициента k_n постоянным. Действительно, если обозначить колебание коэффициента k через Δk , удельный вес основного расхода по главе через d , то погрешность по данной главе представится в виде формулы:

$$\delta = \pm \frac{\Delta k d}{100} \% \text{ от стоимости по всей расце-}$$

ночной ведомости.

9. Земляные работы по главному пути.

Совокупность топографических условий местности и технических условий проектирования определяет общую кубатуру земляных работ по устройству дороги.

Обычно земляные работы разделяются на три части: 1) работы по возведению полотна главного пути, кубатура которых на км дороги нами обозначена v ; 2) дополнительные работы; 3) работы по устройству площадок под станции и развязды.

Из этих трех частей первенствующее значение имеет кубатура работ по главному пути, которая и выбрана количественным измерителем всей второй главы расценочной ведомости; измерителем стоимости работ соответственно является величина a стоимости одного куб. м всех земляных работ. Эта последняя характеристика есть результат взаимодействия стоимости рабочей силы и качества грунтов, т.е. их процентного распределения по категориям. Правильный выбор единичной стоимости имеет, конечно, важное значение.

В этом отношении, как формула для определения стоимости, так и расценочная ведомость находятся в одинаковых условиях. Это общее замечание относится также и к другим выбранным измерителям стоимости работ.

Дальнейшая задача сводится к возможности передать сумму всех расходов по 2-й главе с помощью указанных измерителей, с нахожде-

нием величины практической погрешности, зависящей от принятых допущений.

Итак, стоимость земляных работ по главному пути на км дороги выразится формулой:

$$S_1' = va \dots \dots \dots (2')$$

10. Дополнительные земляные работы.

Под дополнительными земляными работами подразумевают всю сумму работ по устройству всякого рода канав, спрямлению русел, устройству дамб и планировки под гражданские сооружения.

Все эти работы имеют несомненную связь с топографией местности, а следовательно и с измерителем v .

Принимая пропорциональность между кубатурой v и дополнительными работами, устанавливаем статистическим путем средний коэффициент пропорциональности, равный 0,15.

Более детальное исследование показывает известную зависимость кубатуры дополнительных работ от района; действительно, в отдельных районах эта кубатура дает преимущественно высокий процент, в других низкий. Это обстоятельство может быть отмечено, как полезное указание и для составления детальных расценочных ведомостей.

Известная закономерность в зависимости от района наблюдается и по другим измерителям: например, стоимость 1 куб. м земляных работ более или менее устойчива для дорог данного района, отличаясь более значительно для разных районов.

Итак, стоимость дополнительных земляных работ на км дороги выражается формулой:

$$S_1'' = 0,15 va \dots \dots \dots (2'')$$

11. Земляные работы на станционных путях.

Кубатура земляных работ на один км станционных путей обычно ниже кубатуры работ по главному пути. Это объясняется, во-первых, тем, что присыпка земли под каждый дополнительный путь имеет в разрезе сечение параллелограмма, с не трапеции, как профиль под основной путь, и площадь сечения соответственно меньше. Сверх того, обычно при трассировке линии прилагаются все усилия к тому, чтобы расположить станции и разъезды возможно удачнее в топографическом отношении, для избежания крупных работ.

Среднее значение кубатуры земляных работ на один км станционных путей выражается в 70% от кубатуры работ по главному пути v .

Приняв это среднее значение и обозначив через L длину станционных путей, приходящуюся на один км длины главного пути, стоимость земляных работ на станциях (отнесенную к км главного пути) можно выразить формулой:

$$S_1''' = 0,70 vaL \dots \dots \dots (2''')$$

12. Полная стоимость работ по второй главе.

Остальные расходы по 2-й главе содержат следующие статьи: а) рубка леса и корчевка пней; б) укрепление откосов полотна, дамб, канав и русел; в) устройство и содержание временных дорог и путей; при этом главная масса расходов по этим добавочным статьям падает на укрепление откосов полотна.

Желая ограничиться уже принятыми измерителями для 2 главы, можно считать, что прочие расходы по главе пропорциональны основному расходу, т.е. стоимости всех земляных работ. Исследование этого вопроса по отношению к ряду сооруженных дорог показывает, что в среднем указанные расходы по 2 главе составляют 18% от стоимости всех земляных работ, испытывая колебания в ту и другую сторону.

Приняв средний коэффициент $k_1 = 1,18$, можно выразить стоимость всей 2 главы в виде формулы:

$$S_1 = (va + 0,15 va + 0,70 vaL) \times 1,18 = 1,36 va + 0,83 vaL \quad (2)$$

Определим ту погрешность, которую дает формула (2) в применении к дорогам, послужившим материалом для вывода формулы.

Общая погрешность формулы (2) составит из нескольких частей, а именно:

1) Погрешности от принятия среднего коэффициента пропорциональности между работами по главному пути и дополнительными работами.

Этот коэффициент принят равным 0,15. Фактические колебания его для главной массы рассмотренных линий (а именно 90% всего их количества) не превосходят 50% в ту и другую сторону.

Отдельные линии дают и большие колебания, однако, с точки зрения теории вероятностей, эти значения надо рассматривать, как случайные.

Средний удельный вес главы 2 составляет, как было выяснено выше, 15% от полной стоимости дороги; из них падает:

$$\text{на стоимость всех земляных работ } \frac{15}{1,18} = 12,7\%$$

„ „ „ прочих работ по 2 главе 2,3%.

Стоимость земляных работ раскладывается в свою очередь на 3 части:

а) стоимость работ по станциям; последняя составляет в среднем для рассмотренных линий 11% от стоимости работ по главному пути;

б) стоимость дополнительных работ; в среднем, как было подчтено выше, она составляет 15% от стоимости работ по главному пути;

в) стоимость работ по главному пути.

Отсюда легко найти и удельный вес каждой части:

для стоимости работ по главному пути последний составит:

$$\frac{12,7}{1+0,11+0,15} = 10,1\%$$

для стоимости работ по станциям:

$$0,11 \times 10,1 = 1,1\%$$

для стоимости работ дополнительных:

$$0,15 \times 10,1 = 1,5\%$$

Возвращаясь к величине первой погрешности, о которой было сказано выше, найдем величину ошибки в процентах от стоимости по всей расценочной ведомости:

$$\delta_1' = \pm 0,50 \times 1,5 = \pm 0,75\%$$

2) Погрешности от принятия средней кубатуры работ по станциям (на км станционных путей) в размере 70% от основной кубатуры по главному пути; фактическое колебание этого коэффициента для главной массы рассмотренных линий (в $\cong 85\%$ общего их количества) составляет 50% в ту и другую сторону, исключая как и раньше, отдельные случайные значения.

Отсюда заключаем, что погрешность:

$$\delta_1'' = \pm 0,50 \times 1,1 = \pm 0,55\%$$

3) Погрешности от принятия прочих расходов во главе 2 равными в среднем 18% от расходов по всем земляным работам; колебание и этого коэффициента для главной массы случаев (почти в 75% всех примеров) не превосходит 50% в ту или иную сторону, а следовательно:

$$\delta_1''' = \pm 0,50 \times 2,3 = \pm 1,15\%$$

Согласно теории вероятностей, средняя погрешность для суммы определяемых величин, при возможности разных знаков погрешности, выражается геометрической суммой погрешностей отдельных частей суммы; следовательно:

$$\delta_1 = \pm \sqrt{0,75^2 + 0,55^2 + 1,15^2} = \pm 1,48 \cong \pm 1,5\%$$

Таким образом, средняя погрешность при определении стоимости работ по 2 главе, согласно формулы (2), составит 1,5% общей стоимости дороги и, вместе с тем $\frac{1,5}{15} \times 100 = 10\%$ от стоимости самой главы.

Измерители количества и стоимости работ однопутных

№№ по порядку	Районы СССР и число рассмотренных дорог	Период сооружения дорог района, для которых приводятся последующие данные, г.г.	Средний (условный) год сооружения дорог района	Пределы колебания предельного уклона (в тысячных) и предельного радиуса (в м)	Кубатура земляных работ по главному пути в куб. метрах на километр	
					Пределы колебания	В среднем
1	Северо-Западный (6)	1886—1905	1901	6—9 640—425	14000—20000	17500
2	Северо-Восточный и Вятско-Ветлужский (2)	1895—1906	1900	7,3—11,3 640—530	18000—22000	20000
3	Западный (10)	1885—1907	1895	5—9,3 640—425	12000—28000	18000
4	Центральный промышленный (4)	1898—1912	1902	7,3—11,8 530—320	11000—22000	16000
5	Центральный черноземный (2)	1895—1897	1896	8—10 530—425	14000—15000	14500
6	Уральский и Средне-Волжский (4)	1885—1909	1894	8—11 425—320	14000—18000	30000
7	Юго Западный (4)	1899—1911	1904	6—9,3 640—425	17000—29000	23000
8	Южный горнопромышленный (8)	1881—1907	1898	6—8 640—425	6000—31000	19500
9	Нижне-Волжский (4)	1895—1909	1900	4—17,4 640—320	12000—20000	15000
10	Кавказский (5)	1892—1908	1898	8—28,6 320—265	11000—31000	16000
11	Западно-Казакский и Средне-Азиатский (4)	1895—1913	1904	7—9,3 640—425	8000—18000	12000
12	Обский (2)	1892—1913	1902	7,3—7,4 640—425	11000—14000	12500
13	Кузнецко-Алтайский (2)	1893—1896	1895	9,3—15 530—255	12000—16000	14000
14	Лепско-Байкальский (3)	1895—1912	1900	8—17,4 320	21000—52000	33000
15	Дальне-Восточный (2)	1891—1897	1894	8—10 320—210	16000—18000	17000

¹ Цены в рублях зол.

² Кубатура каменной кладки всех мостов и труб дается для условия, что все сооружения

ЦА III.

магистралей для довоенного периода, по районам СССР. ¹

<i>a</i> Стоимость одного куб. метра всех земляных работ		<i>L_c</i> Пог. метр. отверстий всех искусственных сооружений на километр дороги		<i>q</i> Кубатура каменной кладки всех мостов и труб в куб. метрах на километр дороги			<i>b</i> Стоимость одного куб. метра малых мостов и труб с устройством оснований		<i>c</i> Стоимость одного кв. метра площади главных гражданских сооружений (взвешенная)	
Пределы колебания	В среднем	Пределы колебания	В среднем	Пределы колебания	В среднем	Процент от <i>v</i>	Пределы колебаний	В среднем	Пределы колебаний	В среднем
0,23—0,38	0,29	3,2— 6,7	5,0	77—228	173	1,0	20—33	26	40—62	51
0,34—0,35	0,35	5,8— 6,6	6,2	212—237	225	1,1	21—32	27	44—48	46
0,18—0,30	0,24	4,0— 6,3	5,0	109—323	213	1,2	19—37	24	33—59	45
0,21—0,28	0,24	3,0— 5,5	4,3	130—293	199	1,2	21—26	23	44—55	48
0,21—0,24	0,23	3,3— 4,3	3,8	107—205	166	1,1	20—31	26	40—59	50
0,25—0,45	0,36	4,6— 6,2	5,3	138—496	302	1,0	19—23	22	37—53	43
0,21—0,33	0,27	4,3— 5,8	5,1	80—203	185	0,8	23—33	29	51—75	62
0,17—0,28	0,21	3,0— 7,1	5,6	76—464	225	1,2	13—23	20	37—70	56
0,23—0,31	0,26	3,7— 7,4	6,2	154—266	160	1,1	19—36	26	51—59	55
0,27—0,52	0,38	2,5—14,2	6,4	80—700	366	2,3	16—27	19	51—73	65
0,30—0,39.	0,34	3,0—11,4	5,5	22—114	81	0,7	26—39	32	53—77	63
0,23—0,24	0,24	2,7— 3,3	3,0	65—123	94	0,8	25—35	30	48—68	58
0,31—0,37	0,34	1,7— 3,3	2,5	—	—	—	—	29	57—64	60
0,55—1,04	0,74	6,1—13,8	8,9	310—650	525	1,0	33—38	35	68—79	73
0,56—0,60	0,58	5,6— 6,0	5,8	125—155	192	1,1	27—36	32	68—77	72

долговременного типа.

13. Искусственные сооружения долговременного типа.

Анализ данных по искусственным сооружениям, из которых главнейшие сгруппированы в таблице III, дает возможность установить некоторые предварительные заключения, необходимые для составления формулы строительной стоимости по главе 3 расценочной ведомости.

1) В практике сооружения наших дорог либо все искусственные сооружения делались долговременными, либо часть мостов делалась деревянных, при чем 30% дорог имеют ту или иную часть мостов, выполненных из дерева; поэтому общая формула стоимости главы 3 должна включать в себе, как стоимость долговременных сооружений, так и деревянных мостов.

2) При устройстве долговременных сооружений главная масса расходов падает на каменную кладку труб и опор как малых, так и больших мостов, составляя (для 30 из 33 исследованных линий) от 60% до 87%, а в среднем 75% стоимости всей главы; при этом стоимость одного куб. м каменной кладки изменяется, в зависимости от местных условий, в довольно широких пределах; например, стоимость кладки устоев малых мостов (см. таблицу III) колебалась фактически от 16 до 39 руб. золотом за куб. м.

Отсюда следует, что измерителем стоимости работ для долговременных искусственных сооружений несомненно является стоимость одного куб. м каменной кладки.

Более детально можно отметить стоимость одного куб. м кладки каменных труб, затем устоев малых мостов и опор больших мостов, с устройством оснований. Из этих трех величин количественно наибольшая есть кубатура кладки устоев малых мостов; что касается единичной стоимости, то стоимость кладки каменных труб и устоев малых мостов с устройством оснований либо равны, либо отличаются очень мало; единичная стоимость кладки в опорах больших мостов выше таковой же малых, и можно принять, что возрастает пропорционально основной стоимости, то-есть стоимости куба кладки в устоях малых мостов.

Итак, основным измерителем стоимости работ для постоянных искусственных сооружений является стоимость одного куб. м каменной кладки малых мостов (с устройством оснований), которая будет обозначена через b .

Обозначив количество каменной кладки всех мостов на км дороги через q (в куб. м), стоимость всех постоянных искусственных сооружений можно искать в виде формулы:

$$S'_2 = k_2 qb \dots \dots \dots (3')$$

где k_2 —есть коэффициент пропорциональности между стоимостью каменной кладки, исчисленной по стоимости кладки малых мостов и труб,

и стоимостью прочих элементов сооружений: металла ферм со сборкой, дополнительных затрат на основания (кессоны) и проч.

Значение коэффициента k_2 , по данным анализированных линий, составляет в среднем 1,8, т.-е.:

$$S'_2 = 1,8 qb \dots \dots \dots (3)$$

При этом колебание коэффициента k_2 в главной массе случаев не превосходит 25% в ту и другую сторону; кроме того, удельный вес расхода, выражаемого произведением qb , составляет от всей расценочной ведомости:

$$\frac{1}{1,8} \times 16 = 8,9\%$$

так как удельный вес главы 3 равен 16%.

Отсюда погрешность δ_2 в определении стоимости долговременных искусственных сооружений по формуле (3) составляет:

$$\delta_2 = \pm 8,9 \times 0,25 = \pm 2,2\%$$

от стоимости по всей расценочной ведомости, или

$$\frac{2,2}{16} \times 100 = 14\%$$

от стоимости по главе.

14. Деревянные мосты.

Стоимость одного *пог. м* отверстий деревянных мостов, по данным строительных отчетов, колеблется в пределах от 300 до 700 руб. золотом.

Эта стоимость существенно зависит от количества израсходованных лесоматериалов и возрастает с увеличением средней высоты насыпей у мостов.

Так как точный подсчет высоты насыпей у мостов при пользовании формулой не будет иметь места, то более удобно связать эту стоимость с уже имеющимися измерителями.

В данном случае характеристикой служит кубатура земляных работ по главному пути v , которая отражает пересеченность местности и определяет среднюю рабочую отметку по профилю. Объем работ по возведению деревянного моста, приходящийся на один *пог. м* отверстия, пропорционален средней рабочей отметке, т.-е. приближенно \sqrt{v} ; это соображение дает возможность искать стоимость одного *пог. м* отверстия деревянных мостов в виде формулы:

$$e = k_2' \sqrt{v}; \dots \dots \dots (4')$$

Значение коэффициента k_2' устанавливаем статистически, по данным анализируемых линий; оно может быть принято равным 3,8; таким образом:

$$e = 3,8 \sqrt{v} \dots \dots \dots (4)$$

Практически стоимость деревянных мостов как было упомянуто колебалась от 300 до 700 руб. золотом за пог. м отверстия.

Формула (4) дает:

Для $v = 10000$ куб. м на км дороги .	$e = 380$ руб. за пог. м отверстия
" $v = 20000$ " " " " " "	$e = 535$ " " " " "
" $v = 30000$ " " " " " "	$e = 660$ " " " " "
" $v = 40000$ " " " " " "	$e = 760$ " " " " "

В том случае, когда применяя формулу для определения стоимости дороги, не имеется точного расчета отверстий всех искусственных сооружений, желательно иметь формулу, которая дала бы возможность подсчитать эту величину приближенно.

Это можно сделать на основании следующих соображений:

Чем больше пересеченность местности, тем больше количество водотоков и суходолов, требующих устройства водонепускных сооружений; это особенно отчетливо выявляется для сооружений так называемых малых отверстий, составляющих главную массу всех искусственных сооружений, а именно: по данным наших дорог, от 50% до 100% длины всех отверстий.

С другой стороны, та же пересеченность местности определяет и кубатуру земляных работ по главному пути v ; отсюда можно заключить, что между длиной всех отверстий искусственных сооружений L_c и кубатурой v должна быть некоторая зависимость.

Действительно, обработка данных по 60 линиям сооруженных дорог приводит к результатам, представленным в таблице IV; данные этой таблицы показывают, что количество пог. м отверстий всех искусственных сооружений возрастает пропорционально \sqrt{v} и может быть выражено эмпирической формулой (5):

$$L_c = 0,04 \sqrt{v} (5)$$

ТАБЛИЦА IV.

Количество пог. м отверстий всех искусственных сооружений в зависимости от v .

v куб. м земляных работ на км главного пути		Среднее количество погонных м отверстий всех мостов на км дороги	То же по эмпирической формуле $L_c = 0,04 \sqrt{v}$ м
от—до	В среднем		
до 10000	6640	2,0	3,3
10000—20000	14200	4,8	4,8
20000—30000	21200	5,8	5,8
30000—40000	30300	6,0	7,0
40000—60000	49600	8,8	8,9

15. Стоимость всех искусственных сооружений.

Рассматривая общий случай, когда на линии имеются и долговременные искусственные сооружения и деревянные мосты, общая стоимость всех сооружений представится суммарной формулой:

$$S_2 = 1,8 qb + le (6),$$

где e — обозначает стоимость одного пог. м отверстий деревянных мостов (см. формулу 4), а l — количество пог. м отверстий на км дороги. Само собой разумеется, что кубатура каменной кладки q в формуле (6) относится к части сооружений долговременного типа.

Кубатура каменной кладки q может быть определена по данным таблицы III, если не имеется более точного подсчета, например, по графикам.

С другой стороны, как было упомянуто выше, наблюдается известная зависимость между кубатурой каменной кладки q и кубатурой земляных работ по главному пути v , так как последняя есть результат взаимодействия топографических условий местности и технических условий проектирования, а то и другое определяет собой и количество сооружений и средние рабочие отметки насыпей.

Действительно, изучение этого вопроса по данным строительных отчетов приводит к следующей средней зависимости между указанными величинами:

$$q = 0,011 v$$

По отдельным районам это соотношение несколько изменяется; так, например, для Сев.-Западного района, в среднем $q = 0,01 v$.

Для уточнения результатов следует использовать это соотношение для рассматриваемого района, на основании данных таблицы III. Что касается величины e , то последняя, с достаточной точностью, может быть найдена по формуле 4 (в зол. рублях).

16. Верхнее строение пути.

Главную массу расходов по главе 4 расценочной ведомости составляет стоимость рельсов и креплений с доставкой; эти расходы количественно составляют, в среднем, 60% от стоимости всей главы.

Анализ данных, имеющих в отчетах сооруженных линий, приводит к следующим выводам, положенным в основу определения стоимости 4 главы.

1) Главный количественный измеритель есть p — вес в кг одного пог. м принятого типа рельса; соответствующая строительная характеристика r — есть стоимость одной тонны рельсов с доставкой.

2) Стоимость прочих расходов по главе (балласт, шпалы, укладка пути) принимается пропорциональной расходу на рельсы,

в виду того обстоятельства, что тип рельса соответствует размерам движения, а сообразно с этим увеличивается толщина балластного слоя и количество шпал на км пути.

3) Станционные пути укладываются из рельсов более легкого типа; для нормальных типов „а“, на станциях обычно укладывается рельс на один номер выше, нежели на главном пути (табл. V).

ТАБЛИЦА V.

Вес рельсов и креплений нормального типа.

Тип рельса	Вес p пог. м рельса в кг	Относительное изменение веса	Вес креплений в ‰ от веса рельсов	При числе шпал на км
IV а	30,9	0,92	—	—
III а	33,5	1	22	1300
II а	38,4	1,15	24	1400
I а	43,6	1,30	24	1500

Считаясь с преимущественным типом рельсов для магистральных дорог от III а до I а, можно положить вес рельса на станционных путях на 15‰ меньше, нежели на главном.

4) Вес креплений при указанном в таблице V количестве шпал на км составляет, в среднем округленно 24‰ от веса рельсов. Однако по данным отчетов, для магистралей первого периода работы, при наличии некоторых облегчений в смысле укладки пути, вес креплений составляет в среднем только 15‰.

5) Средняя стоимость одной тонны рельсов с доставкой, по данным отчетов, составляет 104 рубля зол., вес же тонны креплений на 40‰ выше.

6) Количество переводов на км станционных путей остается довольно постоянным и может быть принято в среднем в 4 штуки.

Стоимость 1 перевода для рельса типа III а можно принять в 600 руб.; а для других типов рельсов — пропорционально весу рельса.

7) Указанные соображения дают возможность искать стоимость верхнего строения на км длины, для однопутных магистралей по формулам:

а) Для главного пути:

$$S'_3 = k_3 \cdot 2,000 \times pr \times (1 + 1,40 \times 0,15) \dots \dots \dots (7)$$

б) Для станционных путей:

$$S_3'' = k_3 \cdot 2,000 \times pr \times (1 + 1,40 \times 0,15) \times 0,85 + \frac{600 pr \times 4}{33,5 \times 104} \dots (8)$$

Здесь коэффициент k_3 есть коэффициент пропорциональности между стоимостью рельсов со скреплениями и прочими расходами по 4 главе (балласт, шпалы, укладка); среднее значение этого коэффициента, установленное статистическим путем, равно 1,50; после подстановки значения $k_3 = 1,50$ в формулы (7) и (8), последние принимают вид, общий, для стоимости всех расходов по верхнему строению на км главного пути и на км станционных путей:

$$S_3 = 3,7 pr \dots (9), \text{ где:}$$

p — вес одного пог. м основного типа рельсов в км,

r — стоимость одной тонны рельсов с доставкой.

Погрешность при применении формулы (9) происходит от того, что расходы на все прочие элементы верхнего строения, кроме стоимости рельсов и скреплений, исчисляются пропорционально стоимости последних; удельный вес главы 4 выше определен в 23%, а стоимость рельсов и скреплений составляет в среднем 60% главы, т.е. ее удельный вес равен: $0,6 \times 23 \approx 14\%$.

Главная часть погрешности зависит от пределов колебания коэффициента k_3 ; это колебание в 75% случаев не превосходит $\pm 15\%$; таким образом погрешность формулы (9) равна: $\delta_3 = \pm 0,15 \times 14 = \pm 2,1\%$ от стоимости по всей расценочной ведомости или $\pm \frac{2,1}{23} \times 100 = \pm 9\%$ от стоимости главы.

17. Гражданские сооружения.

Для упрощения общей формулы в отношении стоимости гражданских сооружений необходимо ограничиться основными типами сооружений, за которые можно принять: линейные постройки, пассажирские здания и жилые дома.

Общая площадь этих сооружений в кв. м на километр дороги, которая в дальнейшем будет обозначена через s , принимается количественным измерителем для стоимости гражданских сооружений (7 и 8 глава).

Основанием для этого является то, что стоимость этих трех основных типов сооружений охватывает 60% расходов по указанным главам; считая все прочие расходы по главам пропорциональными этому основному, предполагаем, что при развитии работы дороги рост прочих сооружений происходит пропорционально росту основных.

Что касается измерителя стоимости работ, то за последний принимается взвешенная стоимость одного кв. м основных гражданских сооружений, со службами, которая будет обозначена в дальнейшем через s .

Если обозначить коэффициент пропорциональности между основными расходами и причинами расходов по изучаемым главам через k_4 , то весь расход по главам 7—8 представится в виде формулы:

$$S_4 = k_4 s c \dots \dots \dots (10')$$

Исследование значения коэффициента k_4 по 60 линиям сооруженных дорог, дает среднее численное его значение равное 1,75 и, следовательно, предыдущая формула принимает вид:

$$S_4 = 1,75 s c \dots \dots \dots (10)$$

Входящая в формулу площадь гражданских сооружений может быть в некоторых случаях заданной.

В тех же случаях, когда определенного задания нет, можно пользоваться нормами, взятыми как из практики сооружения новых дорог, так и по наличию гражданских сооружений на эксплуатируемых линиях.

Очевидно, что значительная часть этой площади зависит от размеров движения на дороге и, следовательно, связана с количеством станционных путей, которое отражает характер и размеры грузооборота.

Поэтому, общая площадь главных гражданских сооружений, приходящаяся на один км длины дороги, может быть представлена в виде формулы:

$$s = s_0 + L s_1 \dots \dots \dots (11')$$

Здесь L — длина станционных путей, приходящаяся на один км длины дороги.

s_0 — постоянная часть площади в кв. м;

s_1 — переменная " " "

Изучение данных по сооруженным и эксплуатируемым линиям магистральных дорог приводит к следующим значениям постоянных величин формулы (11):

$$s = 30 + 260 L (м^2) \dots \dots \dots (11),$$

причем ошибка обычно не превышает $\pm 15\%$.

Данные исчисления площади по формуле (11) приводятся в таблице (VI).

ТАБЛИЦА VI.

Площадь s главных гражданских сооружений в кв. м на км длины дороги.

НАЗВАНИЕ ДОРОГ	Площадь s на км дороги в м ²	Теже по формуле (11)	Длина станционных путей на км дороги в км	Ошибка в % от действительн. значения площади	Примечание
Октябрьская ж. д.	273	248	0,84	— 9	Эксплоат. дорога, в 1913 г.
В.-Венская ж. д.	310	287	0,99	— 8	„ „ „ 1913 г.
Северные ж. д.	129	129	0,38	0	„ „ „ 1923 г.
Уссурийская Южн.	44	46	0,06	+ 5	После сооружения
Екатер.-Челябинск.	50	53	0,09	+ 6	„ „
Джанкой-Феодосия	52	61	0,12	+17	„ „
Оренб.-Ташкентск. Южн. ч.	60	66	0,14	+10	„ „
Пермь-Екатеринбург	88	77	0,18	—12	„ „
Апостолово-Ник.-Козельск.	80	92	0,24	+15	„ „
Караванная-Дебальцево	145	130	0,39	—11	„ „
Щучье-Акмолинск	79	69	0,15	—13	Проект новой линии
Кузнецк-Тельбесс	125	100	0,27	—20	„ „ „
Урал-Курган	73	77	0,18	+ 5	„ „ „
Ленинакан-Аршик	69	69	0,15	0	„ „ „
Саратов-Раковка	140	147	0,45	+ 5	„ „ „

Что касается погрешности формулы (10), зависящей от ее структуры, то она определяется пределом колебания коэффициента пропорциональности между основным расходом по главам 7 и 8 и прочими расходами.

Изучение этого вопроса по данным сооруженных линий приводит к заключению, что колебание этого коэффициента в главной массе случаев не превосходит $\pm 18\%$; отсюда, имея в виду, что удельный вес расходов по главам 7 и 8 составляет $10,7\%$, а удельный вес основного расхода $\frac{1}{1,75} \times 10,7 = 6,1\%$, можно получить погрешность формулы (10):

$$\delta_4 = +0,18 \times 6,1 = 1,1\% \text{ от расхода по всей расценочной ведомости,}$$

или:

$$\frac{1,1}{10,7} \times 100 = 10\% \text{ от расхода по главам 7 и 8.}$$

18. Водоснабжение.

Стоимость водоснабжения колеблется в довольно широких пределах в зависимости от следующих факторов: 1) местных условий, 2) расчетного числа пар поездов по водоснабжению, 3) типа паровоза, устанавливаемого техническими условиями. Необходимо отметить также, что устройства водоснабжения, по самому характеру работ этого рода, не могут развиваться непрерывным образом; это развитие носит ступенчатый характер, в зависимости от расчетного числа пар поездов на определенный период развития движения на дороге.

Ввиду этого, расход по водоснабжению затруднительно представить в функции определенного измерителя; этот расход в общей формуле стоимости будет отнесен на км дороги, с тем однако, что величина расхода будет зависеть от типа паровоза и расчетного числа пар поездов, при средних местных условиях.

Изучение строительных отчетов железных дорог дает следующие значения стоимости водоснабжения на один км длины дороги, при паровозе серии О:

На 7—9 пар	1.000 руб. зол.	или	2.300 руб. червон.
„ 14—15 „	1.400 „ „ „	„	3.200 „ „
„ 20—24 „	1.800 „ „ „	„	4.100 „ „
„ 32—40 „	2.200 „ „ „	„	5.100 „ „

Местные условия принимаются средними; переводной индекс на червонное исчисление принимается равным 2,3.

По проектам новых линий, при наличии новых технических условий проектирования и расчетного типа паровоза серии Э, стоимость водоснабжения на 24 пары получается в среднем 7.500 руб. червон. на км дороги, что соответствует возрастанию стоимости в 1,8 раз. Этим соотношением можно пользоваться для получения стоимости водоснабжения при различных других заданиях расчетного числа пар поездов по водоснабжению.

19. Оборудование станций и связь.

Стоимость оборудования станций, исключая оборудование мастерских, представляется наиболее правильным отнести к км длины станционных путей. То же относится и к устройствам связи, так как удельный вес линейных расходов не велик по сравнению со стоимостью центральных устройств и особенно стоимости имущества С. Ц. Б.

Данные строительных отчетов по стоимости оборудования станций и связи для размеров движения 1 очереди представляются в следующем виде:

1) Стоимость имущества связи и С. Ц. Б.—2.000 руб. зол. или 4.000 руб. червон. на один км длины станционных путей.

2) Стоимость оборудования станций (без стоимости оборудования мастерских) — в среднем 7.000 руб. зол. или 15.000 руб. червон. на км длины станционных путей.

Стоимость тех же категорий имущества для эксплуатируемых линий, по данным инвентаризации настоящего времени, представлена в таблице VII.

ТАБЛИЦА VII.

Данные о стоимости имущества связи и принадлежностей станций
(В черв. руб. на км длины станц. путей).

№№ по ряду	Название линий жел. дорог	Имуще- ство сл. связи	Имуще- ство С. Ц. Б.	Оборудова- ние станций (без мастер- ских)	ИТОГО
1	Москва-Вологда	6.400	3.800	16.000	26.200
2	Вологда-Вятка	5.700	1.600	12.000	19.300
3	Вологда-Архангельск	4.400	1.400	6.300	12.100
4	Ярославль-Рыбинск	1.300	500	12.900	14.700
5	Одесса-Киев	9.300	5.800	18.700	33.800
6	Коростень-Житомир-Бердичев	4.600	900	5.900	11.400
7	Валнярка-Цветково	6.600	3.400	9.900	19.900

Сопоставляя эти данные с данными отчетов, можно установить следующие градации величины расходов по связи и оборудованию станций (без мастерских).

Для однопутных линий с малой напряженностью движения —
 $C_0 = 12.000$ руб. черв.

Для однопутных линий с средней напряженностью движения —
 $C_0 = 20.000$ руб. черв.

Для однопутных линий с большой напряженностью движения —
 $C_0 = 30.000$ руб. черв.

Что касается стоимости оборудования мастерских, то последняя величина трудно передается определенным измерителем, в виду того, что концентрация капитального ремонта (главные мастерские) происходит в определенных пунктах сети и разные участки линий одной и той же дороги имеют самые различные затраты по оборудованию мастерских.

Во всяком случае расходы по оборудованию мастерских необходимо отнести непосредственно на км длины дороги, назначая эту величину из следующих соображений.

Для линий вновь проектируемых расход этот незначителен и обычно колеблется в пределах 100—500 рублей золотом или 200—1.000 руб. черв. на км дороги.

Для линий эксплуатируемых стоимость оборудования мастерских может достигать, однако, значительной величины, например:

Линия Москва-Вологда	— 12.000 руб. черв. на км дороги
„ Вологда-Вятка	— 7.000 „ „ „ „ „
„ Киев-Одесса	— 12.500 „ „ „ „ „

Расходы на оборудование мастерских, для получения наиболее правильной их величины, следует связать со стоимостью подвижного состава, который мастерские обслуживает. Сопоставление этих цифр¹ приводит к заключению, что при равномерном распределении расхода как по участковому так и по капитальному ремонту, стоимость оборудования составляет, в среднем, 7% от стоимости подвижного состава при полном оборудовании мастерских. Для линий с размером движения первой очереди, указанный процент может быть повышен до 10.

20. Стоимость занятия земель.

Стоимость занятия земель в довоенный период давала значительные колебания, так как существенное значение имел расход на покупку земель частного владения. Значение величины расхода на занятие земель со сносом строений, начиная от очень малых (100 руб. золотом на км дороги), доходило до 12.000 руб. на км и больше.

Определенным измерителем этот расход трудно выражается, так как количественная сторона площади земель изменяется мало, а существенное значение имеет район и его свойства, т. е. плотность населения и культурное состояние земель.

В настоящее время этот расход получается значительно меньшим, так как главные статьи его составляют вознаграждение за снос строений и уплаты за уничтожение посевов и насаждений.

¹ Так, по современным данным, полученным путем инвентаризации, соотношение между стоимостью подвижного состава и оборудования мастерских, рисуется в следующем виде:

Д о р о г и	Закавказские	Северные	Юго-Западные
Стоимость подвижного состава в милл. руб. червон. .	156	182	160
Стоимость оборудования мастерских в милл. руб. червонных	7,7	12,8	12,4
Тоже, в процентах от предыдущего	5,0	7,0	7,8

По данным расценочных ведомостей новых линий расход по занятию земель составляет от 500 до 1.500 руб. черв. на км дороги, т.-е. в среднем 1.000 рублей.

21. Особые работы.оборотный капитал.

Расходы по так называемым особым работам представляются крайне неопределенными, так как нередко эти расходы отсутствуют, а в иных случаях, наоборот, достигают значительных размеров.

Для более точного суждения о расходах по особым работам, включая и работы для военного ведомства, должны быть некоторые данные о количестве этого рода работ, без которых вопрос остается неопределенным. Поскольку в категорию особых работ включаются преимущественно расходы по развитию уловов, а также сооружению мостов через реки I класса и сооружению больших тоннелей, данные о стоимости работ указанных категорий будут приведены в дальнейшем.

Оборотный капитал, по данным строительных отчетов, не всегда предусматривается строительной сметой. Величину оборотного капитала можно принимать от 2.000—3.000 руб. черв. на км длины дороги.

22. Формула стоимости однопутной магистрали.

(Без общих и накладных расходов).

Суммируя все ранее перечисленные и изученные отдельные расходы, можно получить стоимость одного км однопутной магистрали, без накладных и общих расходов и без подвижного состава, в виде следующей формулы:

$$S_0 = A_0 + K + 1,36va + 1,8qb + le + 1,75sc + 3,7pr + L(0,83va + 3,7pr + C_0) \dots \dots \dots (12)$$

Буквенные обозначения формулы следующие:

S_0 —стоимость одного км дороги (без накладных и общих расходов) в рублях;

A_0 —группа расходов, относимых непосредственно на км дороги, которая включает в себе следующее: 1) стоимость особых работ; 2) стоимость занятия земель; 3) стоимость водоснабжения; 4) стоимость оборудования мастерских;

K —оборотный капитал;

v и a —кубатура земляных работ по главному пути в куб. м на км и стоимость одного куб. м всех земляных работ в рублях;

q и b —кубатура каменной кладки всех мостов и труб в куб. м на км дороги и стоимость одного куб. м каменной кладки малых мостов и труб с устройством оснований; l и e —количество пог. м отвер-

стей деревянных мостов на км дороги (или *пог. м* длины деревянных мостов по верху на км дороги) и стоимость одного *пог. м* отверстия деревянных мостов (или одного *пог. м* длины по верху) в руб.;

s и e —площадь в кв. м на км дороги главных гражданских сооружений (пасс. зданий, жилых домов и линейных построек) и взведенная стоимость одного кв. м построек со службами;

p и r —вес в кг одного *пог. м* принятого на главном пути типа рельса и стоимость одной тонны рельсов с доставкой;

L —длина станционных путей в км, приходящаяся на один км длины главного пути;

C_0 —стоимость имущества связи и оборудования станций (без оборудования мастерских), падающая на один км длины станционных путей, в рублях.

Значение отдельных членов формулы следующее: первые два члена — группа расходов, относимая непосредственно на км дороги; третий член выражает стоимость земляных работ по главному пути и прочие расходы по 2 главе; четвертый и пятый — стоимость искусственных сооружений (долговременных и деревянных); шестой — стоимость всех гражданских сооружений; седьмой — стоимость верхнего строения по главному пути; последнее выражение формулы (за скобкой) выражает стоимость земляных работ, верхнего строения и оборудования станций (без оборудования мастерских).

Кроме того, из формулы можно усмотреть еще одно важное обстоятельство: формула составлена таким образом, что кроме группы расходов $A_0 + K$ и величины C_0 , которые должны быть выражены или в золотых рублях или в червонных, в зависимости от условий, все прочие члены формулы представляются независимыми от вида денежной единицы, так как каждый член формулы представляет произведение количественного измерителя на измеритель стоимости работ. Следовательно, ответ получается в тех валютных единицах, в каких выражены последние измерители.

Входящие в формулу коэффициенты пропорциональности независимы от вида денежной единицы, так как каждый коэффициент, соответствующий группе однородных работ, можно считать с полной достоверностью постоянным как для довоенных, так и современных условий.

Что касается группы $A_0 + K$, то ее удельный вес в общей формуле стоимости не велик, составляя в среднем около 10% расходов по всей расценочной ведомости.

Примечание. В формулу не включено отдельно значение расхода по принадлежностям пути, в виду крайне незначительной величины расхода, лежащей далеко за пределами точности формулы.

23. Общие и накладные расходы.

Формула, приведенная в предыдущем параграфе, выражает стоимость одного км дороги без общих и накладных расходов, включающих затраты на содержание администрации, а также производственные и бытовые накладные расходы. В довоенное время, по данным строительных отчетов, общие расходы составляли в среднем 14% от стоимости строительных работ, т. е. по первым 11 главам, за вычетом стоимости металла. В настоящее время, в связи с изменением социальных условий, улучшением быта рабочих и служащих и более четким выделением производственных накладных расходов, вся сумма указанных затрат составляет, по данным расценочных ведомостей вновь проектируемых линий, от 20% до 30%, а в среднем 25% от стоимости строительных работ (см. таблицу VIII).

ТАБЛИЦА VIII.

Данные по общим и накладным расходам в процентах от стоимости строительных работ (за вычетом стоимости металла)

Название линий жел. дор.	Общие рас- ходы (штат, помещения и пр.)	Производ- ственные на- кладные рас- ходы	Бытовые на- кладные рас- ходы	Накладные расходы на материалы	Непредви- денные рас- ходы	ВСЕГО
Щучье-Акмолинск	9,5	4,2	8,2	0,4	1,4	24
Кузнецк-Тельбес	10,8	5,9	9,6	0,5	0,8	28
Магнитная-Карталы	9,6	4,6	9,5	0,2	0,9	25
Урал-Курган	10,6	5,5	9,8	0,4	0,7	27
Ленинакан-Аршик	4,3	—	7,2	—	0,5	12
Саратов-Раковка	10,9	4,2	5,1	0,6	0,2	21

Кроме перечисленных, в общий процент накладных расходов должны быть включены расходы на содержание охраны, составление отчета, ликвидацию строительного управления, содержание посторонних ведомств и на производственный инвентарь, что составляет дополнительно около 2%.

24. Полная формула стоимости однопутной магистрали.

Полная формула стоимости одного км однопутной магистрали получится после введения коэффициента, характеризующего рассмотренные в предыдущем параграфе общие и накладные расходы.

Если обозначить через ψ долю названных расходов, падающую на строительные работы, и обозначить также $1 + \psi = \xi$, то полная формула представится в следующем виде:

$$S = A + K + \xi(1,36va + 1,8qb + le + 1,75sc) + \xi'3,7pr + \\ + L[\xi 0,83va + \xi'3,7pr + C] \dots (13)$$

Здесь $A = A_0\xi$ и $C = C_0\xi$, т. е. стоимость работ, обозначенная в параграфе 22 через A_0 и C_0 , входит здесь с накладными расходами.

Что же касается коэффициента ξ' , то он относится к стоимости верхнего строения, за вычетом стоимости металла. Так как стоимость рельсов составляет 60% величины расходов по 4 главе, то следовательно,

$$\xi' = 1 + 0,40\xi.$$

Принимая $\psi = 0,25$, $\xi = 1,25$ и $\xi' = 1 + 0,25 \times 0,40 = 1,10$ получим окончательную формулу для современных условий:

$$S = A + K + 1,7va + 2,3qb + 1,25le + 2,2sc + 4,1pr + L(ca + \\ + 4,1pr + C) \dots (14)$$

Значение букв в формуле прежнее, но A и C обозначают стоимость работ по ранее указанным группам, взятую с накладными расходами в размере 25%.

25. Погрешность основной формулы.

Общая погрешность формулы получается, как результат суммирования частных погрешностей, соответствующих принятым допущениям в отдельных членах формулы.

Ранее было установлено, что относительная погрешность при определении стоимости основных глав, составляет:

- 1) Земляных работ . $\delta_1 = \pm 1,5\%$ от стоимости работ по всей расценочной ведомости
- 2) Искусственных сооружений . $\delta_2 = \pm 2,2\%$ " "
- 3) Верхнего строения $\delta_3 = \pm 2,1\%$ " "
- 4) Гражданских сооружений . . $\delta_4 = \pm 1,1\%$ " "

5) Оборудования станций и связей; принимая погрешность в определении величины C в 25% и считая средний удельный вес этих расходов в $2,3 + 0,6 \approx 3\%$ от полной стоимости дороги, получаем: $\delta_5 = \pm 0,25 \times 3 = \pm 0,75 \approx \pm 0,8\%$.

6) По группе A ; принимая ошибку в определении величины расходов в 25% и удельный вес группы $(4,5 + 2,5 + 1,7)\%$, имеем:

$$\delta_6' = \pm 0,25 \times 4,5 = \pm 1,1\%; \delta_6'' = \pm 0,25 \times 2,5 = \pm 0,6\%; \\ \delta_6''' = \pm 0,25 \times 1,7 = \pm 0,4\%.$$

7) По общим расходам, аналогично: $\delta_7 = \pm 0,25 \times 9 = \pm 2,25\%$.

Имея в виду различие знаков погрешностей и относительно большое число отдельных слагаемых, для определения средней погрешности суммы можно применить формулу:

$$\delta = \pm \sqrt{1,5^2 + 2,2^2 + 2,1^2 + 1,1^2 + 0,8^2 + 1,1^2 + 0,6^2 + 0,4^2 + 2,2^2} = \pm 4,5\%$$

Согласно теории ошибок, погрешность в отдельных частных случаях может достигать двойной величины, против средней ошибки, т. е. доходить до 9%. Большой же частью ошибка должна быть менее этого предела.

Необходимо подчеркнуть, что роль идет об ошибке, зависящей от структуры формулы, т. е. тех допущений, которые приняты при ее построении. Само собой разумеется, что ошибки в определении количества работ, так и единичных расценок будут влиять на результат подсчета стоимости дороги. В этом смысле формула находится, однако, в одинаковых условиях и с детальной расценочной ведомостью.

По поводу определения общей погрешности формулы необходимо сделать еще одно замечание: разложение строительных расходов по главам (удельные веса глав расценочной ведомости) выполнено в начале этого исследования и относится к вновь сооружаемым линиям, с небольшим размером движения.

Очевидно, если взять линии со средним и большим размером движения, то для удельных весов некоторых глав (например, оборудование станций, подвижной состав и др.) произойдет известное перераспределение.

Так как, однако, точность определения расходов по отдельным главам приблизительно одинакова, то поскольку учитываются все 100% строительных расходов, указанное перераспределение удельных весов не может оказать существенного влияния на общую величину полной погрешности.

26. Формула для довоенного периода.

Формула, в применении к условиям довоенного периода, отличается другим значением коэффициента накладных расходов. Так как в среднем $\psi = 0,14$, то $\xi = 1,14$ и $\xi' = 1 + 0,14 \times 0,4 = 1,06$

При подстановке этих значений в основную формулу (13), последняя принимает следующий вид:

$$S = A + K + 1,55va + 2,05qb + 1,14le + 2sc + 3,9pr + L(0,95va + 3,9pr + C) \dots \text{руб. зол. на км} \quad (15)$$

Обозначения букв те же, но группа расходов А и С (с накладными расходами) принимается в руб. золотом.

Проверка общих принципов, положенных в основание формулы, произведена для 18 линий железных дорог, сооруженных в довоенное время (см. таблицу IX).

Стоимость 1 км дорог, вычисленная по формуле (15) в руб. зол.

№ по порядку	Название линий железных дорог	A	K	v	a	q	b	l	e	s	c	p	r	L	Действит. стоимость 1 км дорог	Тоже по формуле	Погрешность в %
1	Ленинград—Вологда	6100	1400	18020	0,35	208	24	—	—	79	46	32,3	94	0,18	54500	52900	- 3
2	Вологда—Вятка	5200	1400	21930	0,35	237	32	—	—	80	48	32,3	92	0,16	57600	57600	0
3	Ржев—Вязьма	4100	—	12650	0,20	264	19	—	—	46	35	29,1	126	0,079	37600	40900	+ 9
4	Гомель—Брянск	3300	—	15200	0,24	105	37	8,6	80	68	40	31,0	100	0,22	37500	40000	+ 5
5	Люберцы—Армавир	7200	—	22300	0,28	173	26	—	—	47	51	32,2	78	0,16	48700	44700	- 8
6	Москва—Брянск	14800	—	21020	0,21	293	22	—	—	72	14	30,3	103	0,16	61200	57300	- 6
7	Пенза—Тавоужанка	5600	—	15380	0,24	41	20	11,2	180	43	59	30,6	114	0,14	37100	37700	+ 2
8	Кинель—Уфа	2500	—	21660	0,29	246	22	—	—	62	40	31,0	104	0,15	51400	45500	- 11
9	Пермь—Екатеринбург	4800	1500	47230	0,45	496	23	—	—	88	42	31,6	73	0,18	84000	85600	+ 2
10	Навля—Кочетов	5500	1800	29120	0,23	203	23	—	—	97	61	31,6	76	0,28	55600	56100	+ 1
11	Киев—Ковель	6200	2200	16740	0,31	179	33	—	—	69	51	30,3	85	0,079	52800	47300	- 10
12	Екатерининская I	3300	—	13100	0,19	151	16	—	—	96	62	32,3	119	0,21	53300	49300	- 8
13	Николаев—Херсон	5900	1400	29480	0,17	127	20	—	—	89	62	30,3	69	0,33	43000	44200	+ 3
14	Тихорецкая—Паризи	5200	—	12380	0,24	121	19	8,8	150	82	59	30,3	98	0,17	37700	41800	+ 11
15	Кавказская—Ставрополь	2200	—	10650	0,27	64	16	6,0	100	59	73	29,8	107	0,11	29600	33100	+ 11
16	Оренбург—Ташкентская Сев. ч.	4000	1500	12740	0,32	78	30	4,6	120	65	66	30,3	89	0,14	41900	39700	- 11
17	Забайкальская	2700	900	20750	0,55	191	34	7,4	140	41	68	24,2	177	0,068	61400	59600	- 3
18	Уссурийская Сев. часть	3500	—	16380	0,60	125	36	7,5	160	46	68	24,2	110	0,058	53700	48300	- 10

При исчислении стоимости одного км дорог, по формуле (15), согласно таблицы (IX), принималось следующее:

1) По группе А—стоимость отчуждений, особых работ и оборудования мастерских по действительному расходу, с добавлением накладных расходов.

2) Стоимость водоснабжения согласно средних данных, приведенных в параграфе 18, в зависимости от расчетного числа пар поездов по водоснабжению, с добавлением накладных расходов.

3) Стоимость связи и оборудования станций принято равным $C = 10000$ руб. на км станционных путей (с накладными расходами).

Рассмотрение данных таблицы IX, в которой взяты примеры для всех районов СССР, с самыми различными количествами и измерителями стоимости работ, убеждает, что теоретические предпосылки в общем оправдываются полностью, так как формула отражает все многообразие условий сооружения дорог, давая ошибку, не превосходящую приблизительно 10%. По поводу величины ошибки надо отметить также, что ошибка отнесена в таблице к стоимости дороги без подвижного состава, а теоретически исчисленная погрешность относится к полной стоимости, т. е. с подвижным составом.

Для проверки формулы в современных условиях воспользуемся данными расценочных ведомостей для проектов новых линий, применяя здесь формулу (14). Результат подсчетов для трех линий приводится в таблице X.

ТАБЛИЦА X.

Подсчет стоимости одного км новых линий (в черв. руб.).

Название дорог	A	K	v	a	q	b	s	c	p	r	L	S дей- ствит.	S по ф-ле	%
1. Щучье- Акмолинск .	10000	—	10500	0,62	95	49	79	122	33,5	140	0,145	85300	79300	— 7
2. Урал - Курган . . .	21200	—	30900	0,78	297	51	73	116	38,4	146	0,175	154800	149100	— 4
3. Саратов- Раковья . . .	15000	—	35500	1,03	400	65	140	140	33,5	130	0,15	231100	234000	+ 1

Данные таблицы X показывают также хорошую сходимость стоимости, исчисленной по формуле (14), со стоимостью полученной на основании детальных расценочных ведомостей. Величина расхода C принята средняя в 26000 руб. черв. на км длины станционных путей.

27. Длина станционных путей.

В основную формулу стоимости сооружения дороги входит длина L станционных путей, отнесенная к одному км длины дороги.

Так как величины L пропорциональны все расходы по устройству станций с оборудованием, то правильное назначение величины L имеет важное значение для получения более точных результатов определения стоимости дороги. Само собой разумеется, наилучший результат получится при подстановке действительного значения L , полученного непосредственно из проектов как малых, так и больших станций.

Так как часто подробных данных этого рода может и не быть, представляется необходимым произвести исследование этого вопроса и найти те измерители, с помощью которых можно установить достаточно точное значение длины станционных путей применительно к данным той или иной проектируемой дороги.

Связь длины станционных путей с размерами движения несомненна; однако, окончательно эту величину определяют и другие факторы, а именно: условия профиля, длина предельного состава, характер грузооборота, т. е. доля транзитных грузов в общем товарном грузообороте и размер пассажирских перевозок.

Для линий первой очереди, с малым и неустановившимся грузооборотом, наибольший удельный вес имеет устройство путей, обслуживающих техническую сторону движения (пути приема-отправочные и разъездные). Наибольшее влияние оказывают условия профиля, длина предельного состава и расчетное число пар пропускной способности дороги; условия грузооборота остаются неопределенными и наилучшим измерителем длины станционных путей является именно расчетное число пар пропускной способности, при средних условиях профиля, и полезной длине станционных путей, согласно технических условий проектирования магистральных дорог.

Данные о длине станционных путей для дорог, сооруженных в довоенное время и для технических условий, применявшихся при их сооружении, приводятся в таблице XI.

В той же таблице приводятся для сравнения данные о количестве станционных путей для линий запроектированных в последние годы, согласно новым техническим условиям проектирования магистралей.

Данные таблицы XI показывают известную устойчивость измерителя, при чем для довоенных условий в среднем на каждую пару поездов пропускной способности первой очереди (коммерческой) приходится длина станционных путей в размере 1,4% от длины главного пути; что касается современных условий, то по данным проектов новых линий длина станционных путей составляет уже в среднем 2,6% от длины главного, что соответствует изменению технических условий проектирования магистралей.

ТАБЛИЦА XI.

Длина станционных путей для сооруженных и проектируемых линий.

Название линий железных дорог	Проектированная пропускная способность в парах поездов	Длина станционных путей на пару поездов и на км дороги в км	Примечание
1. Ржев—Вязьма	7	0,011	По данным строительных отчетов
2. Тюмень—Омск	9	0,012	
3. Астраханская	8	0,013	
4. Мосты—Гродно	10	0,015	
5. Луков—Люблин	17	0,014	
6. Бердянская	7	0,026	
7. Обь—Красноярская	8	0,010	
8. Оренбург—Ташкентская. Южная часть	9	0,016	
9. Киев—Ковель	9	0,009	
10. Улуканлу—Джульфа	15	0,013	
11. Ленинград—Вологда	9	0,020	
12. Псков—Рига	14	0,016	
13. Макеевская ветвь	8	0,012	
14. Уфа—Златоуст	9	0,008	
15. Полоцк—Седлец	16	0,013	
16. Щучье—Акмолинск	5	0,029	Проект новой линии.
17. Кузнецк—Тельбесс	7	0,039	
18. Урал—Курган	8,7	0,020	
19. Ленинанкан—Аршик	6	0,025	
20. Майкоп—Каменомосткая	12	0,019	
21. Саратов—Раковка	18	0,025	

Для линий с установившимся грузооборотом можно взять за измеритель размер движения на дороге, представленный непосредственно напряженностью перевозок в $\frac{т — км}{км}$.

Данные о количестве станционных путей для отдельных линий русских железных дорог, в условиях интенсивности перевозок 1913 г. представлены в таблице XII.

ТАБЛИЦА XII.

Длина станционных путей для эксплуатируемых линий.

Название дорог	Длина станционных путей в процентах от длины дорог			
	На всю до- рогу	На 10 ⁴ ваг.-осе-км	На 10 ⁵ т — км	На один поездо-км
		км в год (общих)	км в год	км в сутки
1. Александровская	48,1	1,0	2,8	2,1
2. Баскунчакская	51,2	3,5	12,1	10,6
3. Варшавско-Венская	98,8	1,2	3,2	3,1
4. Екатерининская	59,0	1,1	2,3	2,6
5. Закавказские	38,8	1,1	3,6	2,1
6. Либаво-Роменская	49,1	1,2	3,3	3,1
7. Октябрьская	83,8	1,3	3,6	2,9
8. Московско-Курская	70,7	1,0	2,5	2,2
9. Пермская	22,9	0,8	2,1	1,7
10. Полесские	36,9	1,3	3,8	2,8
11. Риго-Орловская	49,7	1,1	3,2	2,5
12. Самаро-Златоустовская	40,9	0,7	1,6	1,5
13. Сызрано-Вяземская	43,4	1,2	3,7	2,3
14. Северные	26,7	0,7	2,5	2,0
15. Северо-Западные	47,1	1,1	3,4	2,0
16. Юго-Западные	41,1	0,9	2,5	2,0
17. Южные	61,8	1,2	3,1	3,0
18. Богословская	14,5	1,1	2,7	2,1
19. Белгород-Сумская	17,0	2,0	5,0	2,7
20. Владикавказская	41,2	0,7	2,0	1,6
21. Волго-Бугульминская	8,5	1,7	4,7	2,8
22. Ейская	21,6	2,0	5,0	3,9
23. Московско-Винлаво-Рыбинская	28,6	0,8	—	2,2
24. Московско-Казанская	28,4	0,8	2,2	1,9
25. Московско-Киево-Воронежская	31,3	0,9	2,3	1,9
26. Рязано-Уральская	32,0	1,1	3,3	2,3
27. Северо-Донецкая	41,8	0,7	1,6	2,2
28. Троицкая	16,3	2,2	6,1	3,4
29. Юго-Восточные	30,7	0,7	2,0	1,6

Рассмотрение данных таблицы XII приводит к следующим заключениям:

1) Наиболее устойчивым измерителем является работа дороги в ваг.-осе-км; действительно, этот измеритель отражает не только величину, но и характер грузооборота (нагрузку вагона, распределение потоков грузов прямого и обратного направления и т. д.).

2) Наибольшее отклонение от средней нормы длины станционных путей, в 1% от длины дороги, на $10^4 \frac{\text{ваг-осе-км}}{\text{км}}$ дают короткие линии и этот факт легко объяснить.

3) Линии с большим размером транзитных перевозок имеют меньший процент (0,7%), что, конечно, вполне естественно, поскольку уменьшается работа вагонов на промежуточных станциях. Подобное же влияние оказывает и пассажирское движение.

4) При отсутствии подсчета работы дороги в ваг-осе-км можно пользоваться измерителем $\frac{\text{тонн-км}}{\text{км}}$, для которого средняя норма — 2,6% станционных путей на 10^5 единиц измерителя или измерителем $\frac{\text{поездо-км}}{\text{км}}$, для которого средняя норма — 2,3% длины станционных путей на единицу измерителя.

5) Для линий коротких по протяжению или находящихся в особых условиях (например Васкунчакская) целесообразно сделать подсчет длины станционных путей, хотя бы по эскизным проектам станций.

6) Приводимые здесь нормы справедливы для магистральных железных дорог в условиях интенсивности движения соответствующего периода; эти нормы не могут относиться например к линиям типа сверхмагистралей, т. е. линиям с исключительно транзитным движением, с иными длинами перегонов и т. д.

Примечания: 1) При исчислении грузооборота пассажирское движение учитывалось по эквиваленту один пасс.-км = один тонно-км.

2) Длина станционных путей отнесена всюду на км длины дороги, независимо от числа путей на самой дороге.

28. Замечания о пользовании основной формулой для проектируемых линий.

Применение основной формулы (14) для определения строительной стоимости проектируемых магистральных линий требует с одной стороны определения величины всех количественных измерителей, а с другой — измерителей стоимости работ.

Количественные измерители, входящие в формулу, следующие:

1) Кубатура земляных работ по главному пути q получается точно на основании подсчета по профилю. При отсутствии профиля и точного количества земляных работ, приближенное значение его может быть установлено на основании данных таблицы III, применительно к топографическим условиям района прохождения данной линии и техническим условиям проектирования (предельный уклон).

2) Кубатура каменной кладки q долговременных искусственных сооружений может быть определена сравнительно точно по графикам

кубатуры кладки, в зависимости от количества сооружений и рабочих отметок насыпей у сооружений. При отсутствии подробных данных о количестве сооружений можно воспользоваться данными таблицы III, сгруппированными по районам СССР, для дорог сооруженных в довоенное время.

С другой стороны, так как объем каменной кладки, при прочих равных условиях, зависит от рабочих отметок насыпей у сооружений, а последние, в свою очередь, зависят не только от топографии местности, но и от технических условий проектирования (предельный уклон и радиус), то можно пользоваться соотношением между кубатурой земляных работ (последняя отражает именно совокупность влияний топографических условий местности и технических условий проектирования) и кубатурой каменной кладки.

Эта зависимость, как средняя величина из большого числа подсчетов для сооруженных линий выражается следующим соотношением: $q = 0,011 v$.

Если типы искусственных сооружений смешанные, т.е. имеются деревянные мосты, то для последних необходимо определить количество *пог. м* длины мостов поверху или *пог. м* отверстий на км дороги. Если точные данные этого рода отсутствуют, то можно обратиться к данным таблицы III, в которой имеется общее количество *пог. м* отверстий искусственных сооружений на км дороги по районам СССР. С другой стороны, общее количество *пог. м* отверстий всех искусственных сооружений на км дороги можно определить по эмпирической формуле:

$$L_c = 0,04 \sqrt{v},$$

где v — кубатура земляных работ по главному пути в *куб. м* на км; например, при $v = 20000$ *куб. м* на км дороги,

$$L_c = 0,04 \times 141 = 5,6 \text{ пог. м на км.}$$

Эта формула выведена на основании данных той же таблицы III.

Если принять в дальнейшем, что доля m всех отверстий искусственных сооружений будет выполнена долговременного типа, а доля n — в виде деревянных мостов, то, следовательно, количество *пог. м* отверстий деревянных мостов будет $l = n L_c$, а кубатура каменной кладки для долговременных сооружений — $q' = m q$.

Для предыдущего примера если $m = 0,70$, а $n = 0,30$, то $l = 0,30 L_c = 0,30 \cdot 5,6 = 1,68$ *пог. м*, а $q' = 0,70 q = 0,70 \times 0,011 v = 0,70 \times 0,011 \times 20000 = 154$ *куб. м* на км дороги.

3) Площадь главных гражданских сооружений (а именно: линейных построек, пассажирских зданий и жилых домов) на км дороги может быть найдена по эмпирической формуле:

$$S = 30 + 260L \text{ м}^2, \text{ где}$$

L — длина станционных путей на км длины дороги.

Что касается длины станционных путей L , то последняя устанавливается на основании ряда соображений, изложенных в предыдущем параграфе.

Переходя к вопросу об установлении величины измерителей стоимости работ, можно отметить следующее:

1) Стоимость отдельных единиц работ, а именно: одного *кб. м* земляных работ, одного *кб. м* каменной кладки малых мостов и труб с устройством оснований, стоимость одного *пог. м* длины деревянных мостов поверху или одного *пог. м* их отверстия и стоимость одного *кв. м* главных гражданских сооружений можно для уточнения результатов определять отдельным расчетом на основании экономических данных о стоимости рабочей силы и материалов. При необходимости упрощения этой задачи можно пользоваться данными таблицы III, где единичные расценки работ сгруппированы по районам СССР.

В частности, стоимость деревянных мостов, отнесенная к одному *пог. м* отверстия может быть принимаема в червонных рублях (на основании формулы (4) и переходного индекса 2,6):

При $v = 10000$ <i>кб. м. км</i>	1000	руб. черв.
" " 20000 " 	1400	" "
" " 30000 " 	1700	" "
" " 40000 " 	2000	" "

При перечислении взвешенной стоимости одного квадратного метра гражданских сооружений можно пользоваться следующим средним распределением площади в процентах:

на линейные постройки	35%	площади
" пассажирские здания	18%	" "
" жилые дома	47%	" "

При этом, однако, надо иметь в виду следующее: во-первых, правильное перечисление стоимости довоенной (в рублях зол.) в червонную валюту по переходным строительным индексам. При этом можно воспользоваться таблицей XIII; эта таблица основана на данных, принятых Инвентаризационной Комиссией НКПС на 1927 г. и представляет суммарные индексы для отдельных глав расценочной ведомости или групп сооружений для перевода цен 1913 года на червонную валюту.

Во-вторых, необходимо иметь также в виду, что улучшение методов строительства вызывает тенденцию к постепенному снижению указанных индексов. Беря расценки для дорог, сооруженных ранее 1913 года, следует также приводить их к ценам 1913 года, так как в довоенное время наблюдалось непрерывное увеличение цен в связи с возрастанием общего товарного индекса. Это увеличение, на основании анализа данных отчетов, может быть принято в 1% на каждый год.

2) Стоимость одной тонны рельс с доставкой может быть получена на основании справочных цен и исчисления провозной платы по действующим тарифам. В расценочных ведомостях новых линий принимается в среднем в 150 руб. за тонну.

ТАБЛИЦА XIII.

Переводные индексы строительных работ на 1927 г.

Главы расценочной ведомости	Название работ	Переводный индекс	Главы расценочной ведомости	Название работ	Переводный индекс
2	Земляное полотно	3,0	6	Связь	2,0
2	Тоннели	2,5	7—8	Гражданские сооружения, каменные и деревянные. .	2,5
3	Постоянные искусственные сооружения	2,2	9	Водоснабжение	2,3
3	Деревянные мосты	2,6	10	Принадлежности станций . .	2,2
4	Рельсы и крепления	1,7	11	Паровозы с тендерами . . .	1,9
4	Стрелки, крестовины и уравнительные приборы	1,8	11	Пассажирские вагоны мягкие.	1,9
4	Балласт и шпалы	2,4	11	" вагоны жесткие	1,9
5	Принадлежности пути	2,0	11	Нормальные и специальные товарные вагоны	2,6

3) Расходы по группе С, т.е. стоимость связи (с имуществом С. Ц. Б.) и оборудования станций (без оборудования мастерских), приходящиеся на один км длины станционных путей, можно принимать следующими (считая вместе с накладными расходами):

на км станцион.
путей:

для линий с малой интенсивностью движения—	15000 руб. черв.
" " со средней	" " —25000 " "
" " с большой	" " —35000 " "

4) Оборотный капитал *K* можно принимать от 2.000—3.000 руб. черв. на километр длины дороги.

5) Расходы по группе А, т.е. расходы относимые непосредственно на км длины дороги, составляются из следующих частей:

а) Стоимость занятия земель (с накладными расходами) можно принимать от 600 до 2.000 рублей черв. на км длины дороги.

б) Стоимость водоснабжения находится в зависимости от типа паровоза и расчетного числа пар поездов по водоснабжению.

Для средних местных условий можно принимать следующую стоимость, считая вместе с накладными расходами (см. таблицу XIV).

ТАБЛИЦА XIV.

Стоимость водоснабжения на километр длины дороги.

ПАРОВОЗ	Расчетное число пар поездов по водоснабже- нию	Стоимость водоснабже- ния на кило- метр дороги руб. черв.	Примечание
Серия О	7—9	3000	Местные условия принимаются сред- ними.
» »	14—15	4000	
»	20—24	5000	
» Э	14—15	7000	
» »	20—24	9000	
»	35—40	12000	

Само собой разумеется, что трудные местные условия для устройства водоснабжения могут быть учтены соответствующим повышением стоимости.

в) Расходы по оборудованию мастерских для линий с небольшим начальным грузооборотом представляются незначительными и могут быть приняты в размере от 200 до 1.000 руб. черв. на км дороги; для линий с большой интенсивностью движения и соответственно большими затратами на подвижной состав, правильнее связать этот расход именно с указанными затратами, назначая на оборудование мастерских в среднем 7% от стоимости подвижного состава.

Данные о стоимости последнего, в зависимости от числа пар поездов и среднего состава, приведены в главе об определении стоимости подвижного состава.

г) В расходы по особым работам могут быть включены затраты на развигне узлов, сооружение больших мостов и сооружение больших тоннелей. Поэтому, поскольку могут быть данные о количестве самих работ, можно получить с достаточным приближением их стоимость на основании приводимых здесь единичных расценок этого рода сооружений.

Расходы по развигню узлов принадлежат в основной формуле к тем расходам, которые пропорциональны длине станционных путей L , т.е. укладка путей (с земляными работами и верхним строением), оборудование станций, связь и гражданские сооружения. Группируя указанные расходы, получаем среднюю стоимость одного км станционных путей:

$$S_L = va + 4,1 pr + C + 2,2 \times 260 e \dots (16)$$

Подсчет стоимости одного км станционных путей как с полным оборудованием зданиями, так и без последнего приводится в таблице (XV).

ТАБЛИЦА XV.

Стоимость одного километра стационарных путей.

v	a	p	r	c	C	S_L	S'_L Стоимость одного километра стационарных путей без гражданских сооружений
10000	0,75	33,5	140	100	15000	98000	41000 руб. черв.
20000	0,75	33,5	140	100	15000	105000	48000 " "
30000	0,75	33,5	140	100	15000	113000	56000 " "

Таким образом, стоимость одного км стационарных путей, с оборудованием связи и гражданскими сооружениями, может быть принята в среднем около 100000 руб. черв. Эта цифра хорошо согласуется с данными, приводимыми инж. С. Штольцманом,¹ где эта стоимость выражается округленно 50000 руб. зол. на версту.

Стоимость же одного км стационарных путей без гражданских сооружений составляет около 50000 руб. черв.

Стоимость мостов через река 1 класса общим отверстием от 300 м и выше, отнесенная полностью к *пог. м* отверстия, выражается в сумме от 2000 руб. зол. до 5000 рублей. Более высокие цифры преимущественно соответствуют окраинным железным дорогам (Сибирь), т.е. существенное влияние оказывает район и, следовательно, общие условия производства строительных работ. В червонном исчислении эта стоимость может быть принята в размере от 4500 от 11000 руб на *пог. м* отверстия.

Данные о стоимости тоннелей приведены в таблице (XVI).

ТАБЛИЦА XVI.

Данные о стоимости одного погонного метра тоннелей.

№№ по порядку	Название дорог	Длина в метрах	Стоимость 1 пог. м тоннели		Примечание
			В руб. зол.	В руб. черв.	
1	Сурамский	4000	1560	3900	Под 2 пути.
2	Тифлис-Карской ж. д. . . .	29—300	340—880	850—2200	" 2 "
3	" " " " " " " " " " " "	1700	1040	2600	" 2 "
4	Линия Джульфа-Улуканлу	90—117	385—610	960—1520	" 2 "
5	Кругобайкальской ж. д. . . .	24—340	830—1780	2070—4450	" 2 "
6	" " " " " " " " " " " "	536—775	1200—1560	3000—3900	" 2 "
7	Сарыкамыш-Тур. гр.	596—1661	530—1050	1320—2620	" 2 "
8	Северо-Донецкой ж. д. . . .	64 наибольшая	1260	3150	" 2 "
9	Черноморской ж. д.	1225	510—560	1270—1400	" 1 путь.
10	Северо-Донецкой ж. д. . . .	1917	630	1570	" 1 "

¹ Инж. С. Штольцман. „Развитие сети ж. д. Е. Р. в связи с результатами ее эксплуатации“. СПб. 1908 г.

По поводу стоимости сооружения тоннелей необходимо сделать следующее замечание: расходы по сооружению тоннелей включаются в 2 главу расценочной ведомости. Стоимость одного *пог. м* тоннеля представляет довольно крупную величину и если тоннель сооружается на короткой по протяжению линии, то его стоимость, отнесенная к *куб. м* земляных работ, способна значительно увеличить последнюю. Это, конечно, нарушит принятый закон пропорциональности между стоимостью собственно земляных работ и прочими расходами по второй главе; надо заметить, однако, что в условиях СССР, сооружение тоннелей на дорогах встречается довольно редко; во всяком случае, чтобы не нарушить принципов, положенных в основу исчисления расходов по 2 главе, необходимо поступить следующим образом: если тоннели небольшие, то их стоимость может быть включена, как добавочный расход на основную кубатуру земляных работ, повышая величину единичной стоимости земляных работ.

Пример: дорога, протяжением 300 км, имеет несколько мелких тоннелей, общей длиной 500 м; средняя стоимость *пог. м* составляет 1500 рублей; стоимость тоннелей, следовательно, выражается суммой $500 \times 1500 = 750000$ руб.; при кубатуре земляных работ по главному пути *v*, равной 25000 *куб. м* на км дополнительное удорожание одного *куба* земляных работ составит:

$$\frac{750000}{25000 \times 300} = 0,10 \text{ руб.}, \text{ что при средней стоимости одного } \textit{куб. м} \text{ земляных работ в } 1,0 \text{ руб. составляет увеличение на } 10\%.$$

Стоимость же больших тоннелей, особенно для коротких линий, должна быть исчислена отдельно и включена в группу особых работ.

29. Пример приложения основной формулы для проектируемой дороги.

Для подсчета строительной стоимости проектируемой дороги необходимо определить относившиеся к ней количественные измерители и измерители стоимости работ.

Количественные измерители могут быть исчислены на основании данных, полученных на месте, путем технических и экономических изысканий. Если таковые данные отсутствуют, то их приближенное, но вероятное значение можно получить по соображению с материалами, относящимися к ранее сооруженным дорогам, сгруппированными в таблице III по районам СССР.

В виде примера возьмем следующее задание:

Определить строительную стоимость однопутной магистрали, проектируемой в Северо-Западном районе; предельный уклон $i = 6$ ‰; пропускная способность первой очереди 9 пар поездов; расчетный тип паровоза типа Э; водоснабжение на 24 пары; долговременных искусственных сооружений 70%, деревянных мостов 30%.

Рассматривая данные таблицы III, устанавливаем основные измерители.

Кубатура земляных работ по главному пути, средняя по району, составляет 17.500 куб. м на километр; учитывая заданный 6 о/оо уклон, назначаем окончательно кубатуру $v = 20.000$ куб. м. Стоимость одного куб. м всех земляных работ a , по району в среднем, составляет 0,29 руб.; средняя условная дата сооружения для дорог района, включенных в таблицу, есть 1901 год; стоимость одного куб. м земляных работ, приведенная к 1913 г., считая удорожание 1% в год, составит $1,12 \times 0,29$, а при переводе на современную валюту, по индексу 3,0, определится окончательно: $a = 1,2 \times 0,29 \times 3 = 0,97$ руб. за куб. м.

Кубатура, каменной кладки q всех мостов составляет по району в среднем 1,0% от кубатуры земляных работ по главному пути и, следовательно, если считать все сооружения долговременного типа, может быть принята $q = 0,01 \times 20.000 = 200$ куб. м на км дороги.

Стоимость b одного куб. м каменной кладки малых мостов и труб с устройством оснований составляет по району в среднем 26 руб. зол.; переводя аналогично предыдущему в червонную валюту, имеем $b = 1,12 \times 26 \times 2,2 = 64$ руб.

Среднее количество $пог.$ м отверстий всех мостов на км дороги, по району в среднем, составляет 5,0 м (то же по эмпирической формуле:

$$L_c = 0,04 \sqrt{v} = 0,04 \sqrt{17500} = 5,2,$$

т.е. несколько больше).

По заданию, 70% отверстий выполняются сооружениями долговременного типа; следовательно, расчетная кубатура $q^r = 0,70 \times 200 = 140$ куб. м на км дороги; кроме того, имеется $0,30 \times 5,0 = 1,50$ пог. м отверстий деревянных мостов; стоимость одного пог. м отверстия принимаем в рассматриваемом случае, согласно данным предыдущего параграфа, в 1.400 руб. Тип рельса на главном пути принимается IIIа и стоимость одной тонны рельс с доставкой 150 рублей.

Взвешенная стоимость одного км. м основных гражданских сооружений для района в среднем (по данным таблицы III) составляет 51 руб. зол.; переводя по соответственному индексу на червонную валюту, имеем:

$$c = 1,12 \times 51 \times 2,5 = 143 \text{ рубля.}$$

Для выяснения площади s основных гражданских сооружений, установим длину станционных путей L , приходящихся на км длины дорог. Для линий с размерами движения первой очереди, как было выяснено в параграфе о длине станционных путей, наилучшим измерителем является расчетное число пар поездов по пропускной способности коммерческого движения; длина станционных путей может

быть принята в размере $2,5\%$ на каждую пару поездов. Следовательно $L = 0,025 \times 9 = 0,225$ км на км длины дороги.

Теперь можно установить площадь основных гражданских сооружений:

$$s = 30 + 260 \times 0,225 = 88 \text{ кв. м.}$$

Принимаем также:

Стоимость оборудования станций и связи $C = 25.000$ руб. на км длины станционных путей.

Стоимость занятия земель со сносом строений — $A_1 = 1.200$ руб. на км дороги.

Стоимость устройства водоснабжения — $A_2 = 9.000$ руб. на км дороги.

Стоимость оборудования мастерских — $A_3 = 1.000$ руб. на км дороги.

Всего по группе $A = 11.200$ руб., так как особых работ по заданию нет; оборотный капитал K принимается 3.000 руб. на км дороги.

Подстановка в основную формулу дает:

$$S = 11.200 + 3.000 + 1,7 \times 20.000 \times 0,97 + 2,3 \times 140 \times 64 + \\ + 1,25 \times 1,5 \times 1.400 + 2,2 \times 88 \times 143 + 4,1 \times 33,5 \times 150 + 0,225 \\ (20.000 \times 0,97 + 4,1 \times 33,5 \times 150 + 25.000) = 14.200 + 33.000 + \\ + 20.600 + 2.500 + 27.700 + 20.600 + 0,225(19.400 + 20.600 + \\ + 25.000) = 133.000 \text{ р: на километр длины дороги.}$$

30. Сокращенная формула для определения стоимости однопутной магистрали.

Разобранный выше подробный пример подразумевает необходимость максимального уточнения количественных измерителей формулы и, вообще говоря, мог бы быть основан на данных, полученных непосредственным подсчетом основных количеств работ.

В том случае, когда более точных данных нет и приходится пользоваться средними данными на основании материалов по ранее сооруженным линиям, можно и самую формулу применять в несколько упрощенном виде, а именно: имея в виду однопутную магистраль нормального типа, с расчетным типом паровоза Э и водоснабжением на 24 пары, можно принять: 1) $A + K = 14000$ рублей на км дороги (без стоимости особых работ); 2) положить $q = 0,011$ с; 3) положить $L = 0,025 N$, где N расчетное число пар пропускной способности первой очереди; 4) принять $C = 25000$ руб.; принять стоимость *пог. м* отверстия деревянных мостов $e = 3,8 \sqrt{v} \times 2,6 = 10 \sqrt{v}$, а расчетную длину отверстий всех мостов $L_c = 0,04 \sqrt{v}$.

В таком случае получаем основную формулу в сжатом и упрощенном виде:

$$S = 14000 + v(1,7a + 0,025 mb + 0,5 n) + 4,1 pr + 66 c + \\ + N(0,025 va + 0,1 pr + 14 c + 625) \dots \dots (17)$$



Для применения сжатой формулы (17) требуется знание следующих количественных измерителей:

- v —кубатура земляных работ по главному пути;
- m и n —доли отверстий искусственных сооружений, падающие на долговременные сооружения и деревянные мосты;
- p —вес в $к\text{м}$ на пог. м принятого типа рельса;
- N —расчетное число пар поездов пропускной способности I очереди.

Измерителями стоимости работ, необходимыми для пользования сжатой формулой (17), являются:

- a —стоимость одного куб. м всех земляных работ;
- b —стоимость одного куб. м каменной кладки малых мостов и труб с устройством оснований;
- c —взвешенная стоимость одного кв. м главных гражданских сооружений: линейных построек, пассажирских зданий и жилых домов со службами;
- r —стоимость одной тонны рельс с доставкой.

При подстановке данных предыдущего примера в сжатую формулу (17), получим:

$$S = 14000 + 20000 (1,7 \times 0,97 + 0,025 \times 0,70 \times 64 + 0,5 \times 0,30) + 4,1 \times 33,5 \times 150 + 66 \times 143 + 9 (0,025 \times 0,97 \times 20000 + 0,1 \times 33,5 \times 150 + 14 \times 143 + 625) = 134500 \text{ руб. на км.}$$

Расходимость с основной формулой (14) в данном случае очень небольшая.

Само собой разумеется, что сжатая формула менее точна, нежели основная формула (14), так как здесь привносятся новые допущения, а именно: кубатура каменной кладки мостов берется, как постоянный процент от кубатуры земляных работ; с другой стороны—длина станционных путей также назначается пропорционально числу пар поездов пропускной способности и уже не может быть скорректирована подсчетами, применительно к местным условиям, как то допускает основная формула.

Сжатая формула (17), как было указано выше, применима к магистральным дорогам в первый период их работы, когда грузооборот и действительный размер движения являются не вполне определенными.

Поскольку же линия дороги должна выполнять вполне определенную работу, которая может быть задана в $\frac{т \cdot км}{км}$ или $\frac{\text{поездо} \times км}{км}$, или, что лучше всего, в $\frac{\text{ваг.-осе-км}}{км}$, можно получать еще три формулы сжатого вида, пользуясь средним отношением между работой дороги в тех или иных измерителях и длиной станционных путей.

31. Стоимость подвижного состава.

Полная стоимость одного км железнодорожной линии требует включения расходов по приобретению подвижного состава.

Подсчет стоимости последнего можно выполнить на основании потребного количества паровозов и вагонов пассажирского и товарного парка и единичной стоимости, которую можно отнести для паровозов к одной m инвентарного веса, а для вагонов к одной оси.

Количество паровозов и вагонов определяется, обычно, исходя из годовых пробегов действующего паровоза и вагона, с добавлением известного процента на ремонт, а для товарных паровозов — на резерв и маневровую работу.

В соответствии с изложенным, количество паровозов пассажирских и товарных, потребное на км дороги и пару поездов, представится в виде:

$$P_n = \frac{2 \times 365 \times \gamma_n}{L_n'} \dots \dots \dots (18)$$

$$P_m = \frac{2 \times 365 \times \gamma_m}{L_m'}$$

Здесь L_n' и L_m' — годовой пробег паровоза пассажирского и товарного; γ_n и γ_m — коэффициент, больший единицы, учитывающий дополнительную потребность в паровозах на ремонт, а для товарных, сверх того, для резерва и маневровой работы.

Аналогично выражается потребность в вагонах, пассажирских и товарных, на пару поездов и км дороги, в осях:

$$M_n = \frac{2 \times 365 \times m_n \varphi_n}{L_n''} \dots \dots \dots (19)$$

$$M_m = \frac{2 \times 365 \times m_m \varphi_m}{L_m''}$$

Здесь m_n и m_m выражают средний состав в осях поезда пассажирского и товарного; коэффициенты φ_n и φ_m — учитывают дополнительную потребность на ремонт; L_n'' и L_m'' — выражают годовые пробеги в км соответственно пассажирского и товарного вагона. Если обозначить инвентарный вес паровоза с тендером в m через q_n и q_m , а стоимость за m веса в рублях через c_n и c_m , если обозначить также стоимость одной оси вагона пассажирского и товарного через s_n и s_m , то стоимость оборудования подвижного состава на км дороги, при расчетном числе пар пассажирских поездов N_n и товарных N_m , выразится формулой:

$$S_n = N_n \left[\frac{2 \times 365 \times \gamma_n}{L_n'} q_n c_n + \frac{2 \times 365 \times m_n \varphi_n}{L_n''} s_n \right]$$

$$S_m = N_m \left[\frac{2 \times 365 \times \gamma_m}{L_m'} q_m c_m + \frac{2 \times 365 \times m_m \varphi_m}{L_m''} s_m \right] \dots \dots \dots (20)$$

В отношении величин, входящих в формулу (20), можно сделать следующие замечания:

1) Пробеги подвижного состава, по средним довоенным нормам представлялись следующими:

Пассажирский паровоз . . .	43000 км в год или 118 км в сутки,
Товарный " . . .	33000 " " " " 90 " " "
Пассажирский вагон . . .	70000 " " " " 192 " " "
Товарный " . . .	25000 " " " " 70 " " "

В настоящее время, благодаря значительному улучшению работы подвижного состава, нормы пробегов представляются более высокими и имеют тенденцию к постоянному повышению.

Нормы пробегов следует назначать также в зависимости от характера работы дороги; пробеги товарного парка тем больше, чем больше на линии транзитных перевозок. Наиболее точные суждения можно составить, опираясь на статистику пробегов подвижного состава для линий, находящихся в аналогичных условиях, в среднем же можно считать:

Суточный пробег пассажирских паровозов . . .	180—220 км
" " " вагонов . . .	250—300 "
" " товарных паровозов . . .	130—180 "
" " " " . . .	80—135 "

2) Коэффициенты γ_m и φ_m можно принимать в среднем 1,20 и 1,15 коэффициент $\gamma_m = 1,35$ и $\varphi_m = 1,10$.

3) Стоимость паровозов за m веса можно принимать в среднем 900 руб.; стоимость нормального товарного вагона за ось 1500 руб., а большегрузного 50- m —2200 руб. за ось; стоимость одной оси пассажирского вагона в среднем 5000 руб.

4) Состав пассажирского поезда в среднем обычно принимается 11 вагонов или 44 осей; состав товарного поезда определяется в зависимости от типа паровоза и предельного уклона.

5) Инвентарный вес паровоза с тендером, для наиболее распространенных серий паровозов, можно принимать:

Серия О товарн. . .	69—71 m
" Б ^ч " . . .	75 "
" П ^ч " . . .	93 "
" Э " . . .	97—100 "
" Е _ф " . . .	105 "
" Н ^ш пасс. . .	70 "
" С " . . .	93 "

Подсчет стоимости подвижного состава для различного сочетания входящих в формулу величин приводится в таблице XVII.

ТАБЛИЦА XVII.

Стоимость подвижного состава на пару поездов и км дороги.

Тип паровоза	Состав поезда осей	Пробег в сутки		Большегрузных товарных вагонов в % от общего числа	Взвешенная стоимость одной оси тов. вагонов	Стоимость подвиж. состава на пару поездов и км дороги
		Паровоза	Вагона			
С пассажирский .	44	270	300	—	—	2750 „
„	36	220	300	—	—	2250 „
„	28	220	300	—	—	1925 „
Э товарный . . .	140	180	135	30	1710	5250 „
„	120	180	135	20	1640	4560 „
„	100	180	135	10	1570	3900 „
Ы ^ч „	80	160	100	—	1500	3770 „
О ^в „ . . .	50	160	100	—	1500	2780 „

При подсчете стоимости подвижного состава, приведенной в таблице стоимость его отдельных единиц принята, согласно указаний настоящего параграфа.

32. Разложение стоимости дороги на часть зависящую и независящую от размеров движения.

Для того, чтобы иметь возможность разложить строительную стоимость дороги на часть зависящую и независящую от движения, основную формулу преобразуем так, чтобы получить стоимость в функции числа пар поездов действительной работы дороги.

Для этого выразим длину станционных путей в функции указанного измерителя; анализ, произведенный в отношении длины станционных путей, приводит к тому, что на каждую действительную пару поездов необходимо назначить не менее 0,035 км станционных путей на каждый км длины дороги. Итак, если $L = 0,035 N$, то основная формула (14) приводится к виду:

$$S = A + K + 1,7 va + 2,3 qb + 1,3 le + 2,2 (30 + 260 \times 0,035 N) c + 4,1 pr + 0,035 N (va + 4,1 pr + C) \dots \dots \dots (21)$$

или, по упрощению:

$$S = A + K + 1,7 va + 2,3 qb + 1,3 le + 66 c + 4,1 pr + 0,035 N (va + 4,1 pr + C + 570c) \dots \dots \dots (21)$$

К стоимости, исчисленной по формуле (21) необходимо присоединить стоимость подвижного состава, согласно формулы (20).

Из формулы (21) усматривается, что частью строительных расходов, зависящих от движения, являются затраты на устройство станций, с оборудованием их и со значительной частью гражданских сооружений; сюда же включаются расходы на подвижной состав.

Некоторые расходы, как водоснабжение, верхнее строение являются в известном смысле зависящими от размеров движения, поскольку их размеры устанавливаются в связи с типом паровоза; однако эти расходы не изменяются непрерывно с возрастанием работы дороги, а их изменение носит ступенчатый характер и потому не может быть представлено в функции N .

Результаты подсчета стоимости однопутной дороги по формулам (20—21) и разложение ее на части зависящую и независящую от движения приведены в таблице XVIII.

Рассматривая данные таблицы XVIII, можно заключить о степени влияния как количественных измерителей, так и измерителей стоимости работ.

Главное влияние на распределение расходов на части зависящую и независящую от движения оказывают не столько топографические условия местности и цены на строительные работы, сколько размер самого движения, так как пропорционально последнему возрастает стоимость устройств станций и подвижного состава.

Можно отметить также, что часть зависящая возрастает медленнее, чем увеличивается размер самого движения: так, при четырех парах поездов расходы, зависящие от движения, составляют 25% (для средних условий), т.-е. около 6% на пару поездов. Для девяти пар расходы, зависящие от движения, составляют уже только 43%, что дает на дополнительную пару поездов около 4%, а для пятнадцати пар — расход, зависящий от движения, выражается 56%, что составляет на дополнительную пару только 2%.

Указанные соотношения справедливы для средних значений стоимости подвижного состава на км дороги; при малых уклонах и больших составах поездов, расходы, зависящие от движения, при том же числе пар поездов возрастут, вследствие увеличения стоимости подвижного состава.

33. Двухпутные магистрали.

Сооружение дорог сразу на два пути в практике нашей страны встречалось крайне редко. Более актуальное значение имеет вопрос о переустройстве однопутной дороги на двухпутную.

Построение формулы для этого случая возможно на основании формул стоимости сооружения однопутных магистралей, путем учета всех дополнительных работ и соответственных расходов.

Анализ необходимо повторять вновь по всем главам расценочной ведомости.

ТАБЛИЦА XVIII.

Разложение полной стоимости дороги на часть зависящую и независящую от размеров движения.

1) Средние условия работ.

v куб. м на км дороги	Стоимость 1 км дороги без подвижн. состава				Стоимость подвижного состава	Полная стоимость 1 км дороги	Часть независящ. от движения в процентах	Часть зависящая от движения в процентах
	Часть независ. от движения		Часть зависящ. от движения					
	В руб. черв.	В проц.	В руб. черв.	В проц.				
10000 куб. м	65300	85	11500	15	17500	94300	69	31
20000 " "	93100	88	12900	12	(1 пара пасс. + 3 пары тов.)	123500	75	25
30000 " "	120900	89	14300	11		152700	79	21
10000 " "	66800	70	28700	30	40000	135500	49	51
20000 " "	94600	75	31900	25	(2 пары пасс. + 7 пар тов.)	166500	57	43
30000 " "	122400	78	35100	22		197500	62	38
10000 " "	69600	57	52300	43	67500	189600	37	63
20000 " "	97400	62	57900	38	(3 пары пасс. + 12 пар тов.)	222800	44	56
30000 " "	125200	66	63300	34		256000	49	51

2) Трудные условия работ.

1 000 куб. м	80000	85	14400	15	17500	111900	72	28
20000 " "	117900	88	16300	12	(1 пара пасс. + 3 пары тов.)	151700	78	22
30000 " "	145800	90	18200	10		181500	80	20
10000 " "	81600	70	35000	30	40000	156600	52	48
20000 " "	119500	75	39300	25	(1 пара пасс. + 3 пары тов.)	198800	60	40
30000 " "	157400	78	43600	22		241000	65	35
10000 " "	84600	57	63000	43	67500	215100	39	61
20000 " "	122500	64	70200	36	(3 пары пасс. + 2 пар тов.)	260200	47	53
30000 " "	160400	68	77400	32		305300	52	48

3) Легкие условия работ.

v куб. м на км дороги	Стоимость 1 км дороги без подвижн. состава				Стоимость подвижного состава	Полная стоимость 1 км дороги	Часть независящ. от движения в процентах	Часть зависящая от движения в процентах
	Часть независ. от движения		Часть зависящ. от движения					
	В руб. черв.	В проц.	В руб. черв.	В проц.				
10000 куб. м	50000	81	9700	16	17500	77400	65	35
20000 " "	67700	86	10700	14	(1 пара пасс. + 3 пары тов.)	95900	70	30
30000 " "	85400	88	11600	12		114500	75	25
10000 " "	53300	69	24300	31	40000	117600	45	55
20000 " "	71000	73	26500	27	(2 пары пасс. + 7 пар. тов.)	137500	51	49
30000 " "	88700	75	28700	25		157400	56	44
10000 " "	56000	55	15100	45	67500	168600	33	67
20000 " "	73700	61	18700	39	(3 пары пасс. + 12 пар. тов.)	189900	39	61
30000 " "	91400	64	52300	36		211200	43	57

Измерители к таблице XVIII.

A+K	a	b	c	P по типу	r	N	Условия работ	Примечание
14000	0,90	50	80	IVa	140	4	Средние	1. Цены в червонных рублях. 2. Искусственные со- оружения долго- временного типа.
15000	0,90	50	80	IIIa	140	9		
16500	0,90	50	80	IIa	140	15		
14000	1,20	70	110	IVa	150	4	Трудные	3. Стоимость подвиж- ного состава: 2500 р. на пару по- ездов пасс. и 5000 р. на пару поездов то- варных.
15000	1,20	70	110	IIIa	150	9		
16500	1,20	70	110	IIa	150	15		
14000	0,60	30	60	IVa	130	4	Легкие	4. Значение коэффи- циента C принято от 15000 до 25000 р. на км длины стан- ционных путей.
15000	0,60	30	60	IIIa	130	9		
16500	0,60	30	60	IIa	130	15		

1) Стоимость занятия земель.

Площадь занимаемых земель для однопутной магистрали обычно предусматривает развитие станций для размеров движения 2 очереди. Дальнейшее развитие станций требует дополнительных отчуждений, причем самой ограниченной нормой является 3 га на 1 км. станционных путей.

Принимая, что занятие земель должно быть сделано сразу на определенное развитие станций, например, для движения до 30 пар, всего потребуется $3 \times 0,03 \times 13 = 1,2$ га на 1 км дороги, если предельное число пар по действительной провозной способности однопутной дороги принять равным 17. Вопрос о стоимости дополнительного занятия земель определяется тем фактом, что дополнительные площади, потребные для развития станций, находятся у населенных пунктов, т.-е. значительно возрастают расходы по сносу строений. Поэтому следует принимать дополнительные расходы на занятие земель не ниже 1.000—2.000 руб. на км дороги.

2) Земляное полотно.

Работы по земляному полотну увеличиваются присыпкой под второй путь; процентное увеличение работ не одинаково и зависит от основной кубатуры по одиночному пути.

При отсутствии подробного подсчета дополнительной кубатуры по продольному профилю, количество работ по присыпке 2 пути можно найти из следующих соображений:

Распределение земляных работ по категориям насыпи и выемки, по данным строительных отчетов, составляет в среднем 75% и 25%.

Если кубатура земляных работ по главному одиночному пути на км дороги равна v , то, при нормальном профиле насыпи и выемки, средняя рабочая отметка получится из уравнения:

$$\frac{v}{1.000} = (5,6h + 1,5h^2) \times 0,75 + (9,6h + 1,5h^2 + 1,5) \times 0,25.$$

Площадь присыпки под второй путь равна $4,1h$, а относительное увеличение площади и кубатуры работ:

$$k = 4,1h : \frac{v}{1.000}.$$

Результаты подсчета для различной кубатуры v приводятся в таблице (XIX).

Что касается земляных работ на станциях и дополнительных, то они попрежнему выражаются в функции основной кубатуры v .

Прочие расходы по главе, среди которых главную часть составляет стоимость укреплений полотна, могут быть приняты, по смыслу работы, равными 50% этих расходов по полотну первого пути.

ТАБЛИЦА XIX.

Относительное увеличение земляных работ при укладке второго пути.

v куб. м на км одно- путной дороги	$\frac{v}{1.000}$	h метр	$4,1 h$	k
10.000	10	1,20	4,92	0,49
15.000	15	1,65	6,77	0,45
20.000	20	2,07	8,49	0,42
25.000	25	2,41	10,00	0,40
30.000	30	2,79	11,44	0,38
40.000	40	3,41	13,98	0,35
50.000	50	3,98	16,32	0,33

Таким образом добавочный расход по 2 главе составит с накладными расходами:

$$1,25 (kva + 0,09 kva) = 1,4 kva.$$

3) Искусственные сооружения.

Стоимость всех мостов возрастает очевидно на 100%. Что касается стоимости труб, то здесь необходимо лишь удлинение трубы под насыпью, зависящее от высоты насыпей.

Учет этого фактора можно обосновать, зная среднюю высоту насыпей под трубами и удельный вес расходов по сооружению труб.

Средняя высота насыпей под каменными трубами, по данным строительных отчетов, довольно устойчиво колеблется около средней цифры в 8 м. При этом длина трубы получается $5,6 + 2 \times 8 \times 1,5 \approx 30$ м. Относительное увеличение длины труб при прыжке 2 пути равно: $\frac{4,1}{30} \times 100 \approx 14\%$.

Удельный вес расходов по кладке труб, по отношению к стоимости 3 главы составляет, по данным тех же отчетов, в среднем 12%.

Следовательно, кубатура каменной кладки мостов и труб, при сооружении 2 пути, может быть выражена в функции кубатуры q по одиночному пути следующим образом:

$$q' = q + 0,88 q + 0,12 \times 0,14 q = 1,9 q.$$

Само собой разумеется, что все сооружения предполагаются постоянных типов.

4) Верхнее строение пути.

Расходы по главе 4 рассчитываются так же, как и для однопутной линии, считая теперь укладку верхнего строения на два пути. Следовательно, стоимость верхнего строения на км двухпутной дороги будет выражаться формулой: $S_3' = 8,2 pr$.

5) Относительно стоимости гражданских сооружений, водоснабжения и оборудования станций остаются в силе соображения, высказанные в предыдущих параграфах.

Таким образом, суммируя все расходы, можно представить стоимость одного км двухпутной дороги следующей формулой:

$$S = A + K + (1,7 + 1,4k) va + 4,3qb + 8,2pr + 2,2sc + L(va + 4,1pr + C) \dots \dots \dots (22)$$

Здесь в группу A , как и прежде, входит:

- а) Стоимость занятия земель.
- б) Стоимость водоснабжения.
- в) Особые работы.
- г) Оборудование мастерских.

Измерители v (кубатура земляных работ по главному пути) и q (кубатура каменной кладки мостов и труб) относятся к одиночному пути.

Все искусственные сооружения предполагаются долговременного типа.

Выведенная формула (22) удобна в том смысле, что дает возможность определить стоимость двухпутной дороги, исходя из основных измерителей для однопутной дороги.

Так как речь идет о переустройстве однопутной дороги на двухпутную, т.е. цены дополнительных работ не соответствуют ценам периода постройки однопутной линии, то эти дополнительные затраты на переустройство одного км однопутной дороги на двухпутную можно выделить отдельно и представить следующей формулой:

$$S_d = A_d + 1,4kva + 2qb + 4,1pr + 2,2s_d c + L_d(va + 4,1pr + C) \dots \dots (23)$$

Здесь измерители со знаком d выражают дополнительные количества работ и расходов при переустройстве однопутной линии на двухпутную.

Пример. Найти дополнительный расход на км дороги при переустройстве однопутной линии на двухпутную, при следующих данных:

v — кубатура земляных работ по главному одиночному пути — 25.000 куб. м на км.

p — 38,4 кг на пог. м.

N_1 — число пар поездов на существующей линии — 16.

N_2 — " " " " проектируемой двухпутной линии — 24.

Водоснабжение переустраивается на 32 пары (паровоз Э).

Стоимость усиления водоснабжения $12.000 - 9.000 = 3.000$ руб.
на км.

Дополнительные затраты на занятие земель—2.000 руб. на км.

Дополнительное оборудование мастерских принято в размере 7% от стоимости дополнительно приобретаемого подвижного состава; считая стоимость последнего на пару поездов 5.000 руб., имеем: $0,07 \times (24 - 16) \times 5.000 = 2.800 \cong 3.000$ руб.

Особых работ не предвидится.

Дополнительное развешивание станций, считая 0,03 км на каждую пару поездов: $L_d = 0,03 \times (24 - 16) = 0,24$ км.

Дополнительная площадь главных гражданских сооружений $S_d = 260 \times L_d = 260 \times 0,24 = 62$ кв. м.

Измерители стоимости работ:

$a = 0,8$ руб. за куб. м.

$b = 50$ " " " "

$c = 120$ " за кв. м.

$r = 150$ " " тонну.

Кубатура каменной кладки $q = 0,011 v = 275$ куб. м на км дороги.

Коэффициент k (см. таблицу XIX) равен 0,4.

Таким образом:

$S_d = 2000 + 3000 + 3000 + 1,4 \times 0,4 \times 25000 \times 0,8 + 2 \times 275 \times 50 + 2,2 \times 62 \times 120 + 4,1 \times 38,4 \times 150 + 0,24 (0,8 \times 25000 + 4,1 \times 38,4 \times 150 + 25000) = 103000$ руб.

Если необходимо представить стоимость двухпутной дороги в непосредственных измерителях, то, обозначая w кубатуру земляных работ по главному двойному пути и принимая среднее значение коэффициента $k = 0,4$, имеем:

$$S = A + K + 1,6 wa + 2,3 qb + 8,2 pr + 2,2 sc + L(0,7wa + 4,1pr + C) \dots \dots \dots (24)$$

Здесь q обозначает кубатуру каменной кладки на км двухпутной дороги (может быть принимаема 0,015 w). Прочие обозначения сохраняются прежними.

34. Сверхмагистралю.

Основные формулы стоимости, как для однопутных, так и двухпутных магистралей, могут быть применены и для сверхмагистралей, которые в существенном отличаются: 1) большими земляными работами v , вследствие строгих технических условий; 2) мощным оборудованием верхнего строения в виду тяжелых типов паровозов; 3) мощным оборудованием подвижного состава. Из отдельных расходов сле-

дует лишь увеличить стоимость устройства водоснабжения, так как расход воды для мощных паровозов будет значительно больше. Это можно сделать по соображению с заданным типом паровоза, применительно к данным таблице XIV.

Пример.

Определить стоимость однопутной сверхмагистрали при расчетном числе в 20 пар поездов и при следующих данных:

v —кубатура земляных работ по главному пути—40000 куб. м на км.

p —47,1 кв. м на пог. м (тип рельса 0).

Длина станционных путей в данном случае должна быть получена расчетом, так как нормы количества станционных путей для магистральных дорог здесь, в виду предполагаемого почти исключительно транзитного движения, неприменимы. Принимаем для данного примера $L = 0,6$ км на км дороги.

Расходы, относимые на км дороги, составят:

Стоимость занятия земель—2000 руб.

Стоимость водоснабжения на 24 пары при паровозе инвентарного веса 150 т можно принять 14000 руб. (по соображению с данными таблицы XIV; по первому приближению—пропорционально весу паровоза).

Стоимость оборудования мастерских принимается 7% от стоимости подвижного состава (расчет сделан ниже): $0,07 \times 195000 = 13500$ руб.

Всего по группе А (не учитывая особых работ) имеем $\cong 30000$ руб.

Площадь главных гражданских сооружений на км дороги $s = 30 + 260 \times 0,6 = 186$ кв. м.

Кубатура каменной кладки принимается $0,011 \times 40000 = 440$ куб. м на км дороги.

Измерители стоимости работ:

$a = 0,8$ руб. за куб. м.

$b = 50$ " " " "

$c = 125$ " " кв. м.

$r = 150$ " " т.

$C = 35000$ руб. на км станционных путей (стоимость оборудования станций без оборудования мастерских).

Оборотный капитал K принимается равным 5000 руб. на км дороги.

Подстановка в основную формулу дает:

$$S = 30000 + 5000 + 1,7 \times 0,8 \times 40000 + 2,3 \times 440 \times 50 + 2,2 \times 186 \times 125 + 4,1 \times 47,1 \times 150 + 0,6 (40000 \times 0,8 + 4,1 \times 47,1 \times 150 + 35000) = 35000 + 54400 + 50600 + 52000 + 28000 + 57600 \cong 277000 \text{ руб. на км дороги.}$$

Стоимость подвижного состава на 20 пар при среднем составе поезда 240 осей большегрузного вагона получится по формуле (20):

$$S = 20 \left(\frac{2 \times 365 \times 1,35}{180 \times 365} \times 150 \times 900 + \frac{2 \times 365 \times 240 \times 1,10}{160 \times 365} \times 2200 \right) = \\ = 20 (2000 + 7250) = 185000 \text{ руб. на км дороги.}$$

Полная стоимость одного км дороги составит 462000 руб.

Стоимость двухпутной сверхмагистрали может быть подсчитана по формуле (24), принимая во внимание замечания, сделанные в начале настоящего параграфа.

35. Область применения формул.

Выведенные формулы для сооружения однопутных и двухпутных линий, а также некоторые следствия из них, могут иметь применение для решения различных задач как при проектировании новых линий, так и в условиях эксплуатируемых дорог.

По отношению к проектируемым дорогам формулы решают задачу определения строительной стоимости быстро и притом с достаточной точностью, учитывая главные факторы как со стороны количества работ, так и их стоимости. Формулы пригодны для сравнения вариантов проектируемых линий, для подсчета стоимости дорог, относительно которых имеются лишь самые основные данные и т. д.

Вместе с тем, формулы могут служить известным коррективом для детальных расценочных ведомостей; будучи основаны на статистических данных, они дают возможность вскрыть причины значительного отклонения стоимости дороги от средних величин в различных частных случаях.

Основными формулами для проектируемых однопутных магистральных дорог является: формула (14) для однопутной дороги и сокращенная формула (17). Для двухпутных дорог: формула (22) дает полную стоимость двухпутной дороги, выраженную в главных измерителях (v) и (q) однопутной дороги. Формула (24) выражает стоимость двухпутной дороги в основных измерителях (w) и (q) двухпутной дороги.

Формула (23) выражает стоимость дополнительных затрат при переустройстве однопутной дороги на двухпутную,

Стоимость подвижного состава подсчитывается по формуле (20).

Что касается дорог эксплуатируемых, то здесь также могут быть применены формулы для решения различных задач, а именно: определения затрат при развитии однопутной дороги и при переустройстве ее на двухпутную.

Кроме того, формулы дают возможность определить восстановительную стоимость дорог, т.е. служить целям приближенного учета стоимости существующих железнодорожных линий. При этом возможное различие в принятых коэффициентах накладных расходов можно легко

обойти, применяя основную формулу (13), где непосредственно входит коэффициент накладных расходов.

Разложение расходов на часть, зависящую и не зависящую от движения дает возможность приближенно, но быстро найти затраты на развитие дороги при заданном увеличении числа пар поездов. Так, например, если стоимость существующей однопутной линии выражается в 150000 рублей на км (с подвижным составом) и число пар поездов равно 9, то расходы по усилению дороги на 4 пары выразятся: $150000 \times 4 \times 0,036 = 21600$ руб. на км, так как в этих пределах (см. таблицу XVIII) стоимость дороги возрастает на $3,6\%$ на каждую пару поездов.

36. Краткая сводка работы и расчетные формулы.

1) Однопутные магистрали.

Для проектируемых дорог может быть применена основная формула стоимости одного км дороги без подвижного состава:

$$S = A + K + 1,7 va + 2,3qb + 1,25 le + 2,2 sc + 4,1 pr + L (va + 4,1 pr + C) \dots \dots \dots (14)$$

Буквенные выражения обозначают:

A — расходы относимые на км дороги и состоящие из:

- а) стоимости занятия земель (см. § 20);
- б) стоимости водоснабжения (см. таблицу XIV);
- в) стоимости особых работ (см. § 28).
- г) стоимости оборудования мастерских (см. § 19).

Стоимость всех работ входит с накладными расходами.

K — оборотный капитал.

v — кубатура земляных работ по главному пути в куб. м на км.

a — стоимость одного куб. м всех земляных работ.

q — кубатура каменной кладки долговременных искусственных сооружений на км дороги.

b — стоимость одного куб. м каменной кладки малых мостов и труб с устройством оснований.

l — количество пог. м отверстий деревянных мостов на км дороги.

e — стоимость одного пог. м отверстия деревянных мостов.

s — площадь главных гражданских сооружений: пассажирских зданий, жилых домов и линейных построек в кв. м на км дороги.

c — взвешенная стоимость одного кв. м основных гражданских сооружений со службами.

p — вес одного пог. м принятого типа рельса в кг.

r — стоимость одной т рельс с доставкой.

L — длина станционных путей на км длины главного пути (см. § 27).

C — стоимость оборудования станций и связи, без оборудования мастерских (см. § 28) на км длины станционных путей.

Площадь s для магистральных дорог может быть найдена по формуле

$$s = 30 + 260 L \text{ кв. м} \dots \dots \dots (11)$$

Пример применения формулы и дополнительные указания см. § 29.

При желании обойтись меньшим числом измерителей, стоимость проектируемой однопутной дороги для размера движения первой очереди может быть определена по сокращенной формуле:

$$S = 14000 + v(1,7a + 0,025mb + 0,5n) + 4,1pr + 66c + \\ + N(0,025va + 0,1pr + 14c + 625) \dots \dots \dots (17)$$

Здесь m и n обозначают доли отверстий долговременных искусственных сооружений и деревянных мостов ($m + n = 1$).

N —обозначает пропускную способность коммерческого движения в парах поездов.

Стоимость подвижного состава определяется по формуле 20 (см. § 31).

Для эксплуатируемых дорог справедлива та же основная формула (14). Если накладные (общие) расходы необходимо принять другие, необходимо пользоваться формулой (13), где коэффициент накладных расходов входит явно.

Для подсчета стоимости однопутных сверхмагистралей применяется та же формула (14), принимая во внимание указания § 34.

При определении стоимости дорог облегченного типа и подъездных путей нормальной колеи, необходимо пользоваться формулой 14 (или 13), учитывая облегченные технические условия в отношении стоимости водоснабжения, оборудования станций, площади гражданских сооружений.

2) Для двухпутных линий, как проектируемых, так и находящихся в эксплуатации (в том числе сверхмагистралей) основной формулой является:

$$S = A + K + 1,6wa + 2,3qb + 8,2pr + 2,2sc + L(0,7wa + 4,1pr + \\ + C) \dots \dots \dots (24)$$

Здесь w —кубатура земляных работ по главному двойному пути в куб. м на км дороги.

q —кубатура каменной кладки искусственных сооружений под два пути в куб. м на км дороги.

Прочие буквы имеют прежнее значение (см. § 33).

Для определения стоимости переустройства однопутной линии на двухпутную применяется формула:

$$S_0 = A_0 + 1,4kva + 2qb + 4,1pr + 2,2s_0c + L_0(va + \\ + 4,1pr + C) \dots \dots \dots (23)$$

Здесь буквы со значком 0 обозначают дополнительные количества или стоимость работ при переустройстве однопутной линии на двухпутную (см. § 33 и пример).

И. Г. Сидоренко.

HOW TO DETERMINE THE COST OF CONSTRUCTION OF A RAILWAY BY MEANS OF FORMULAS.

By P. G. Sidorenko, Eng.

It will often be found necessary, when solving different problems concerning both the designing of railways and the operation of existing ones, to determine the cost of construction of a railway by means of a few principal data without drawing up a regular estimate of costs. Drawing up an estimate may be worth while only if we have a complete technical design of the railway, otherwise it will always be simply a formality.

The aim of the present article is to give an analysis of the cost of construction of railways and to find the principal average ratios by means of which the expenses may be expressed in formulas with a sufficient degree of exactness.

The analysis made by the author confirms the fact that the bulk of the construction expenses is generally devoted to the erection of the embankment, of works and structures, of the permanent way and rolling stock.

The author accordingly selects the principal average ratios for the quantity and cost of work. The cost of construction per km. of a single-track railway (rolling stock excluded) may be expressed by the following formula, where the error does not exceed 10%:

$$S = A + K + 1,7 va + 2,3qb + 1,25le + 2,2sc + 4,1pr + L (va + 4,1pr + C).$$

The letters in the formula stand for:

A —the expenses per km. of the railway (cost of land, water-supply, equipment of shops and special items); K —the running capital; v and n —quantities of earthwork along the main track and cost of 1 cub. m of earthwork; q and b —quantities of masonry in permanent works and structures and cost of 1 cub. m of masonry in short-span bridges; l and e —quantity of linear meters of span in wooden bridges and cost of 1 lin. m of span; s and c —area (in square meters) of the principal structures and cost of same per sq. m; p and r —weight in kg/m of the rails adopted for the main track and cost of 1 ton of rails (transport to the spot included); L —length of station tracks per km. of the railway, and C —cost of equipment of stations and telegraph per km. of station tracks.

The paper also gives formulas (20) which easily allow to calculate the cost of rolling stock.

It further examines a series of cases to which the formulas may be applied in practice, as well as their application to double-track and super-trunk lines. The construction expenses are divided into two parts—constant expenses and expenses varying in proportion to the magnitude of traffic.

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	Стр.
1. Введение	1
2. Главные факторы стоимости дорог	3
3. Измерители количества работ	4
4. Измерители стоимости работ	5
5. Формулы других авторов	—
6. Общие замечания о методе исследования	6
7. Удельный вес глав расценочной ведомости	7
8. Общая структура формулы. Метод определения погрешности	9
9. Земляные работы по главному пути	10
10. Дополнительные земляные работы	11
11. Земляные работы на станционных путях	—
12. Полная стоимость работ по второй главе	12
13. Искусственные сооружения долговременного типа	16
14. Деревянные мосты	17
15. Стоимость всех искусственных сооружений	19
16. Верхнее строение пути	—
17. Гражданские сооружения	21
18. Водоснабжение	24
19. Оборудование станций и связь	—
20. Стоимость занятия земель	26
21. Особые работы. Обратный капитал	27
22. Формула стоимости однопутной магистрали (без общих и накладных расходов)	—
23. Общие и накладные расходы	29
24. Полная формула стоимости однопутной магистрали	—
25. Погрешность основной формулы	30
26. Формула для довоенного периода	31
27. Длина станционных путей	34
28. Замечания о пользовании основной формулой для проектируемых линий	37
29. Пример приложения основной формулы для проектируемой дороги	43
30. Сокращенная формула для определения стоимости однопутной магистрали . . .	45
31. Стоимость подвижного состава	47
32. Разложение стоимости дороги на части—зависящую и не зависящую от раз- меров движения	49
33. Двухпутные магистрали	50
34. Сверхмагистрали	56
35. Область применения формул	58
36. Краткая сводка работы и расчетные формулы	59

Поселки-сады и поселки на путях сообщения.

Основные положения по проектированию поселков-садов и поселков на путях сообщения дают ответы на отдельные вопросы, связанные с планировкой поселков.

Необходимо хронологически установить самый порядок планировочной работы, взаимно увязать отдельные „основные положения“, и этому вопросу посвящена III глава настоящего труда, в которой указано, с чего надо начинать работу, как следует набрасывать первоначальную схему и вести ее дальнейшую проработку.

Глава IV указывает на примеры общей планировки по отражению их в литературе, не приводя самых планов упоминаемых поселков-садов и поселков, так как они уже зафиксированы в технической литературе и, в случае надобности, могут быть найдены в соответствующих источниках. Этому же препятствует и ограниченный размер настоящего труда.

В главе V приведен целый ряд не отраженных в литературе схем планировок, как зарубежных, так и наших Союзных „транспортных“ поселков-садов и поселков, устроенных или устраиваемых в связи с путями сообщения. Среди этих схем имеется несколько академических эскизов, дающих решение вопроса о рациональной планировке при разных местных условиях. Для большей ясности и углубления мысли о планировке в большом масштабе, в конце труда помещен также план приморского города, отдельные части которого представляют законченные ячейки одного целого, удобно связанного как с железнодорожными путями, так и с местом причала морских судов.

ГЛАВА III.

Метод проектирования поселков-садов и поселков.

Указав в крайне сжатой форме на основные положения по проектированию поселков-садов и поселков на путях сообщения, представляется необходимым остановиться на вопросе о самом методе проектирования поселков-садов и поселков.

Прежде всего необходимо иметь вполне определенные, конкретные данные, касающиеся емкости намечаемого поселка.

Для этой цели следует в последовательном порядке:

1) выяснить расчетное количество рабочих и служащих N_1 —будущих жителей поселка-сада или поселка, находящееся в зависимости от характера и размера работы того конечного, узлового или транзитного, проходного пункта железнодорожного, водного, посейного или воздушного пути сообщения, для нужд которого проектируется новый населенный пункт, учитывая при этом возможность устройства в известных случаях (глава II, § 9) групповых поселков-садов или поселков;

2) установить число служащих по административному, санитарному и общему надзору в проектируемом „населенном пункте“— N_2 (глава II, § 77);

3) выяснить вопрос о том, должен ли устраиваемый поселок-сад или поселок обслуживать нужды только работников в сфере транспорта, или же в нем будет жить и часть окрестного населения, переменив с этой целью место своего жительства; в последнем случае должно быть установлено число таких окрестных „переселенцев“— N_3 ;

4) ввести коэффициент семейности (глава II, § 77)— α ;

5) установить ожидаемый прирост населения— β в связи с предполагаемым увеличением работы станции (глава II, § 78).

Общее расчетное количество жителей проектируемого поселка-сада, поселка, предместья-сада или квартала-сада таким образом определится:

$$\Sigma N = [(N_1 + N_2 + N_3) (1 + \alpha)] (1 + \beta).$$

Установив число жителей ΣN , надо перейти к выяснению вопроса о размерах участка, необходимого для планирования того или иного населенного пункта (глава II, §§ 68, 76). При этом в зависимости от числа жителей ΣN и степени возможности выделения необходимого участка земли для расселения их на нем решается основной вопрос о том, устраивать ли в данном месте поселок-сад или поселок, предместье-сад или предместье, кварталы-сады или только кварталы (глава II, § 2). Одним из важных решающих факторов в этом отношении является экономический вопрос, иногда заставляющий перейти от экстенсивной застройки (глава II, § 67) поселков-садов к интенсивной застройке (глава II, § 66) домами полугородского типа, характеризующей собой уже не поселки-сады, предместья-сады или кварталы-сады, а поселки, предместья и кварталы при сохранении в них общей идеи планировки поселков-садов (глава II, § 3).

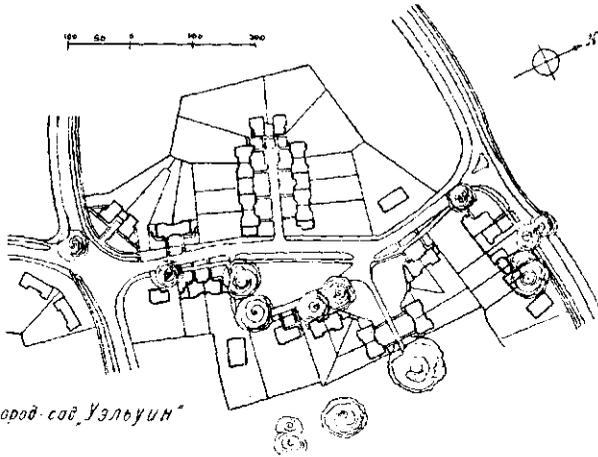
Общее местоположение избранного пункта (крупные населенные центры, узловые пункты, промышленные, фабрично-заводские районы, мало населенные местности, пункты, располагаемые вдали от какого бы то ни было жилья) также имеет большое значение при рассмотрении данного вопроса.

Когда установлено расчетное число жителей ΣN и в общих чертах намечены тип и размеры подлежащего проектированию нового „на-

селенного пункта", необходимо подойти к вопросу о выборе вполне определенного места для расположения этого пункта (глава II, §§ 6, 8, 10, 11, 12).

При выборе места должны быть соблюдены все основные требования гигиены, обеспечена возможность снабжения хорошей питьевой водой, а также удобства сообщения с близ лежащими поселениями, станцией, пристанью, портом, фабриками, заводами, рудниками (глава II, § 10). Должны быть собраны данные о направлении господствующих ветров (глава II, § 11), причем надо иметь в виду, что результаты этих данных, результаты рассмотрения розы ветров могут иногда заставить отказаться от места, удовлетворяющего остальным условиям.¹

План избираемого места должен быть снят во всех подробностях; съемки с нанесением только горизонталей недостаточно. На плане должны быть нанесены не только все существующие в данном районе пути сообщения, все водные бассейны — озера, реки, ручьи, но и все изменения рельефа местности, выявленная ее геологическая структура и показаны, как лесные массивы, так и отдельные группы деревьев и даже отдельные деревья, с указанием на них породы. К ка-



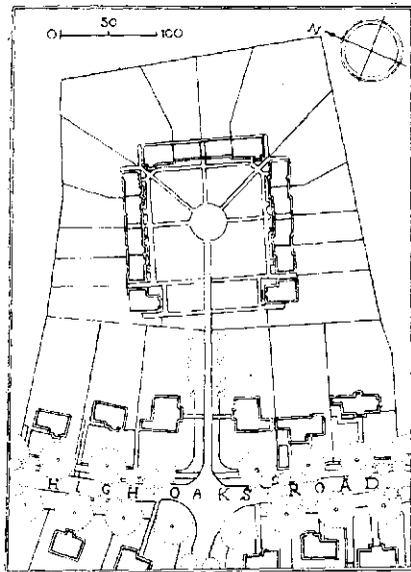
Черт. 34. Город-сад Уэльюин (Welwyn). Детальный план группового ансамбля застройки некоторых кварталов.

ждому, особенно старому, ценному дереву, находящемуся на избираемом участке земли, необходимо подходить с особым вниманием и решаться на его удаление следует только тогда, когда действительно это неизбежно. Одним из многих примеров такой вдумчивой бережливости и предусмотрительности может служить детальная проработка, разумная и рациональная „прорисовка“ улиц и создание групповых ансамблей в сооруженном в 1920 году на расстоянии 21 мили от Лондона городе-саде Уэльюин (Welwyn). Этот детальный план (черт. 34) иллюстрирует богатство часто применяемой в английских поселках-садах „гнездовой“ застройки и продуманную художественность планировки отдельных деталей. Та же мысль иллюстрируется другой более простой деталью (черт. 35) плана того же Уэльюина.

¹ В разделе II утвержденных 28 июля 1926 года Советом Труда и Оборона „Временных строительных правил и норм для постройки жилых домов в поселках“ приводятся аналогичные с вышеуказанными (глава II, § 10) данные о выборе места для устройства поселка-сада или поселка.

Нельзя не указать на то, что предельная ясность изображения намечаемой для сооружения поселка-сада местности получается при воздушной съемке. Поэтому при планировке больших, по крайней мере, поселков-садов и поселков на путях сообщения представляется рациональным, помимо земной съемки местности, пользоваться также и аэрофотосъемкой для получения соответствующих аэрофотоснимков, фотопланов.

Топографические условия избираемой для сооружения поселка-сада местности—наличие оврагов, значительных обрывов, ущелий,



Город-сад „Уэльвин“

Черт. 35. Город-сад Уэльвин (Welwyn). Детальный план гнездовой застройки в одном из кварталов.

низменных и затопляемых мест, заливных лугов—могут потребовать соответствующего, иногда довольно значительного увеличения вышеуказанной расчетной площади земельного участка, предназначенного для размещения на нем того или иного нового „населенного пункта“.

Выбрав подходящий участок земли и сняв с него самый подробный генеральный план, удовлетворяющий всем вышеуказанным условиям, представляющий собой в уменьшенном виде ортогональную горизонтальную проекцию данной местности, а также имея, по возможности, его фотоплан, приступают к составлению схемы плана будущего поселка-сада, поселка, предместья-сада, предместья, кварталов-садов или кварталов.

Для этого в первую очередь должны быть выявлены и территориально

намечены вытекающие из местных условий основные центры, притягивающие к себе жителей в то или иное определенное время суток (глава II, § 16). Умелое, вдумчивое, правильное распределение этих центров по территории будущего поселка-сада или поселка является одним из основных требований хорошей планировки.

Наметив центры, переходят к набрасыванию самой схемы, к составлению эскизного плана, задавшись в зависимости от местных индивидуальных условий той или иной системой планировки (глава II, §§ 13 и 14).

При этом следует иметь в виду, что нуждам и интересам транспорта, как указано выше (глава I), более соответствует комбинированная система Howard-Fritsch'a. Идеи же Uvwin'a, Corbusier и Жаннерэ, равно как и схема „города-линии“ по Шарлю Жюду задерживать внимание НКПС надолго не могут.

Самым тщательным образом рассмотрев и изучив, как бы „с птичьего полета“, избранный участок земли и выяснив вопрос о системе планировки, с принятием во внимание всех местных условий, производят дальнейшую планировку нового населенного пункта (глава II, § 16). При этом учитывается возможность последующего, в случае надобности, его расширения.

В зависимости от ожидаемого движения людских потоков прежде всего намечаются магистральные улицы (глава II, § 16), относительно которых происходит дальнейшая ориентировка главных и жилых улиц (глава II, § 34). Так как главные улицы преимущественно являются местами прогулок, то их направление не должно строго совпадать с направлением магистральных улиц. При назначении главных улиц должно быть обращено особое внимание на правильное ориентирование их относительно господствующих ветров (глава II, § 43).

Правильное ориентирование жилых улиц относительно стран света (гл. II, § 42) является также одним из основных главных требований удачной планировки. Попутно с нанесением сети улиц выясняется и местоположение площадей разного назначения (гл. II, § 46). Характер зеленых насаждений также должен быть учтен заранее. Это особенно касается вопроса об устройстве парков (гл. II, §§ 27, 28)— устраивать ли один центральный парк, несколько местных парков или же один парк, но расположенный не в виде одного массива, а в виде мощной зеленой полосы, прорезывающей весь поселок-сад в одном или нескольких направлениях (гл. II, § 27). Одним из решающих факторов в этом отношении являются местные топографические и климатические условия.

Когда схема увязана в своих главнейших чертах и удовлетворительно разрешен вопрос о сообщении между разными пунктами проектируемого поселка-сада, можно приступить к его детальной планировке и „прорисовке“ улиц и площадей, с принятием во внимание вышеприведенных данных (гл. II, п.п. Д, Е, Ж, З). Представляется полезным здесь еще раз указать на пример планировки города-сада Уэльвина, „на чисто внешнее украшение которого не истрчено ни одной копейки“. Улицы этого нового города-сада преимущественно следуют за естественными уклонами местности, причем конфигурация улиц Уэльвина, по отзыву К. Б. Пурдома, возникла „не на чертежной доске, чтобы показать на бумаге красиво исчерченную сеть проездов, но содержит в себе особенности рельефа городской территории“. На это сохранение особенностей рельефа данной местности и должно быть обращено серьезное внимание при планировке того или иного нового населенного пункта, причем природный ландшафт (гл. II, §§ 41, 63) должен быть сохраняем в возможной неприкосновенности. Исполненная по „художественному чутью“ разумная и рациональная прорисовка в плане жилых улиц, по справедливому замечанию Раймонда Уивина, содействует красоте архитектурного пейзажа и „гораздо

лучше подсказывает архитектору верное направление улиц, чем все нормы, расчеты и чертежные инструменты“.

Прорабатывая план и разбивая его на отдельные строительные кварталы (гл. II, §§ 55, 64, 66, 67), может возникнуть много вопросов, связанных с экономичностью планировки. Эта сторона вопроса достаточно подробно изложена в английском труде „Manual on the Preparation of State Aided Housing schemes“, являющемся официальным руководством для постройки жилых домов при помощи государственной субсидии.¹ Может оказаться выгодным с экономической точки зрения сквозную улицу заменить коротким тупиком, заканчивающимся небольшой „местной“ площадью (гл. II, § 45), что так характерно для гнездовой застройки, часто применяемой в английских поселках-садах, не исключая и Уэльсуна (черт. 34 и 35). Сокращение количества отдельных жилых улиц с увеличением протяжения кварталов вдоль улиц также может дать в известных случаях экономию в расходах.

В местах пересечения улиц с экономической точки зрения представляется рациональным стремиться к уменьшению длины неиспользованной части уличной фасадной линии, соответственно уменьшая для этого размеры отдельных земельных усадебных участков. При поворотах улиц под прямым или острым углом, независимо от экономичности в расположении отдельных участков и рациональности использования фасадных линий, необходимо принимать меры к урегулированию экипажного движения (гл. II, § 44), делая плавные закругления.

Планируя поселок-сад или поселок, нельзя забывать и удобства, экономичности и рациональности прокладки по улицам труб для нужд водоснабжения, канализации, а также проводов для электрического освещения и телефонной сети. С этой точки зрения рационально сокращать длину лицевой стороны усадебного участка, увеличивая его глубину (гл. II, §§ 66, 71).

При сообщении предназначенных для обслуживания нужд работников транспорта населенных пунктов с основным городом самостоятельной железнодорожной, трамвайной или автобусной линией (гл. II, § 19), на этих линиях устраиваются специальные остановочные пункты. Расположение этих остановочных пунктов (гл. II, § 19), равно как и выбор улиц, по которым должна пройти железнодорожная, трамвайная или автобусная линия, должны учитываться заранее и эти улицы соответствующим образом должны быть обработаны (гл. II, § 20).

Планировка поселка-сада или поселка будет вполне продуманной только тогда, когда в нем будет обеспечена также и возможность беспрерывного сообщения по улицам в условиях воздушной и химической войны (гл. II, § 65).

¹ Главнейшие положения этого труда приведены в сборнике „Современное жилищное строительство на западе“, составленном по материалам, собранным делегацией Московского Совета Рабочих, Крестьянских и Красноармейских депутатов, ознакомившейся в конце 1924 г. с жилищным строительством Германии и Англии.

Сочетание всех вышеуказанных положений с возможно полным использованием всех особенностей данной местности, руководствуясь при этом не одними только подсчетами и геометрическими построениями, но и художественным чутьем, должно дать в конечном результате правильную, логически продуманную, планировку.

Описывая планировку Уэльюина, проф. Марковников¹ говорит... „вообще в трактовке плана нет ничего особо оригинального, в особенности по сравнению с новейшими планами Корбюзье и даже некоторыми бельгийскими, голландскими и другими планировками, но все же он отличается особенно богатой разработкой гнездовой застройки и художественной, чрезвычайно свободной прорисовкой деталей, которая ярко выражена“ в его отдельных местах (черт. 34 и 35). Вот эта-то тщательная проработка деталей и послужила причиной того, что мысль несколько раз возвращалась к Уэльюину.

ГЛАВА IV.

Примеры общей планировки по отражению их в литературе.

Жизненность идеи устройства „городов-садов“ отразилась в целом ряде специальных трудов, как заграничных, так и русских авторов. Английская, немецкая, польская, русская, французская, шведская литература с начала текущего столетия уделяют должное внимание этому вопросу. Периодические технические журналы с того же времени и до наших дней знакомят своих читателей с новыми достижениями в сфере урбанизации. Америка в этом отношении не отстает от Европы.

Подтверждением правильности избранного направления служит значительное понижение процента смертности обитателей новых здоровых населенных пунктов до 4—6 чел. на тысячу (Letchworth, Bourneville) в то время, как по данным проф. В. Ф. Иванова наименьшая смертность в Детском Селе составляла 11,8 на 1,000, в Лондоне 14,6, в Берлине 15,4, в Риме 18,2, в Париже и в Нью-Йорке по 18,5, в Калькутте 33,0.

В одной только Англии к 1916 году было построено 56 поселков, разбросанных по всей ее территории, но сгруппированных большей частью у таких крупных центров, как Лондон, Бирмингам, Ливерпуль.

То же направление мы видим и в Германии — устраиваются поселки-сады близ Дрездена, Берлина, Нюрнберга, Карлсруэ, Магдебурга, Мерзебурга.

Франция, Бельгия, Америка идут по тому же пути.

¹ Строительная промышленность. 1928 г. № 1.

СССР в этом отношении также движется вперед и частью академически, частью уже и практически перепланировываются существующие города и планируются и сооружаются новые населенные пункты с проведением при этом идеи планировки городов-садов.

Выявляя такое согласованное направление во всех странах, „невольно“ приходит на мысль мнение профессора В. Ф. Иванова¹ о том, что „с гигиенической точки зрения необходимо, в интересах охраны здоровья рабочих, стремиться к созданию поселков и городов-садов всеми имеющимися в государстве средствами“.

Литературные источники дают целый ряд примеров общей планировки поселков-садов и предместий-садов. Укажем только на некоторые из них, преимущественно русские.

Профессор А. К. Епп,² инженер В. П. Семенов,³ инженер Г. П. Ковалевский,⁴ инженер-архитектор Э. Ю. Кунфер⁵ и Б. Г. Кнатц⁶ знакомят с составленным архитекторами Parker'ом и Unwin'ом и признанным лучшим на международном конкурсе планом первого английского города-сада Лечворса (Letchworth), расположенного к северу от Лондона в провинции Hertfordshire у главной линии дороги Great Northern, на $\frac{1}{2}$ пути от Лондона к Кембриджу, недалеко от города Hitchin. Этот же „первый город-сад в Англии и в современном культурном мире“ описывает в своем труде и П. Г. Мижуев.⁷

Все вышеуказанные авторы также приводят описание поселка-сада Борнвилля (Bourneville), находящегося в 8 км от Бирмингэма, поселка-сада Порт-Сенлайт (Port-Sunlight), расположенного к юго-западу от города Birkenhead, лежащего у залива Mersey, против Ливерпуля, находящегося на другой стороне того же залива, а также расположенного в северной части Лондона предместья-сада Гемпстеда (Hampstead).

Инженер В. П. Семенов приводит интересный план английского поселка угольщиков Woodlands, выстроенного над самими угольными шахтами, поселка лондонского графства White hart Tottenham'a, немецкого города-сада Perlach, около Мюнхена, проектированного профессором Riemerschmidt'ом пригорода Нюрнберга и итальянской планировки города-сада в окрестностях Милана.

Инженер Г. П. Ковалевский иллюстрирует еще планы английских предместий-садов Brentam (Brentham), Вемблей (Wembley), Гарборн (Harborne) и Вэвертри (Wavertree).

Брентам расположен в предместьи Лондона Илинг (Ealing), к юго-западу от Гемпстеда у ручья Брент (Brent).

¹ Города-сады и поселки для рабочих. Ленинград, 1925 г.

² Города-сады. Зодчий, 1910 г.

Доклад его же (города будущего, города-сады) на XI Всероссийском Водопроводном и Санитарно-Техническом Съезде в Риге в 1913 году. Москва, 1914 г.

³ Благоустройство городов. Москва, 1912 г.

⁴ Большой город и города-сады. Киев, 1916 г.

⁵ Иной дом. СНБ, 1914 г.

⁶ Города-сады в связи с жилищным вопросом. Петроград, 1917 г.

⁷ Зодчий, 1915 г.

Вемблей также является предместьем Лондона в расстоянии 12 минут езды в трамвае от города.

Гарборн представляет собой предместье Бирмингама, расположенное в юго-западной его части. Говоря о том, что все улицы Гарборна имеют красивые плавные изгибы оси, Г. П. Ковалевский вполне справедливо указывает, что общий план Гарборна имеет вид „прихотливой завитушки, прекрасной виньетки, украшающей своим изящным узором, как рамкой, план Бирмингама“.

Возвертри — предместье Ливерпуля, входящее частью в округ Childwall.

Э. Ю. Купфер так же, как и профессор А. К. Ениш, приводит составленный архитекторами Parker'ом и Unwin'ом план рабочего поселка Эрсвик (Earswick) близ Йорка, а также план городка Геллерау (Hellerau) близ Дрездена, являющегося первой весьма удачной попыткой Германии в деле основания городов-садов.

Говоря о наиболее известных и цветущих рабочих колониях, Э. Ю. Купфер указывает на давно уже существующие колонии при Крупновских заводах близ Эссена, Маргаретенгоф в Рейнгаузене (планировка архитектора R. Schmidt) и колонию близ Рейтлингена (планировка профессора Th. Fischer'a).

А. К. Ениш приводит целый ряд планировок поселков около Нюрнберга, Карлсруэ, Магдебурга, Мерзебурга и Берлина.

Имеются указания на соответствующие планировки поселков-садов во Франции, Бельгии, Швеции, Северо-Американских Соединенных Штатах.

Несколько примеров общей планировки заграничных, преимущественно английских, поселков помещено в вышеупомянутом английском труде „Manual on the Preparation of State—Aided Housing schemes“.¹

Из русского поселкового строительства А. К. Ениш указывает на поселок в Царском лесу под Ригой, поселок „Новая Варшава“ в расстоянии 8 км от Варшавы вблизи р. Вислы и юбилейный поселок Московско-Казанской железной дороги при платформе Прозоровская в 38 км от Москвы.

План поселка „Царский лес“ составлен берлинским архитектором Янсенем (Jansen), поселка при платформе Прозоровской — инженером В. Н. Семеновым.

Московско-Казанской же железной дорогой сооружен поселок для рабочих при станции Муром Люберцы — Арзамаской линии.

Автором настоящего труда был составлен проект поселка-сада для служащих Кольчугинской железной дороги при станции Кольчугино.

Планировка части Ленинграда на земле бывшей Глухоозерской фермы близ железнодорожного моста через р. Неву, планировка пред-

¹ Эти примеры помещены в сборнике „Современное жилищное строительство на Западе“, Новая Москва, 1925 г.

местья-сада в Москве на Ходынском поле также навеяны идеей планировки городов-садов.

Крупные города как за границей, так и в СССР под влиянием жилищной нужды еще в XVIII—XIX веках вынуждены были разредить свою населенность за счет создания целого ряда пригородов: Лондон, Париж, Берлин — за границей, Ленинград, Москва, Харьков, Киев, Ростов н/Д и другие крупные города СССР все имеют или целый ряд близлежащих городов (например, Детское Село, Слуцк, Гатчина, Стрельна, Петергоф, Сестрорецк—около Ленинграда) или же целый ряд подгородних дачных поселков. В дальнейшем эти „дачные поселки“ с первобытными удобствами жизни стали заменяться более культурными поселками.

В 1916 году Обществом архитектурных знаний был объявлен конкурс на планировку поселка-сада „Елицы—парк“ около станции Суйда и платформы Прибытковской Варшавской линии Северо-Западных железных дорог.

В том же 1916 году Обществом городов-садов был объявлен конкурс на планировку трех поселков-садов в Миролино в расстоянии 14, 19 и 23 км от Петрограда по Рыбинской железной дороге. Общая площадь участка для этих поселков-садов намечалась около 3.000 га.

Эти две планировки интересны тем, что связаны с линиями железных дорог. Миролино расположено с обеих сторон линии, как бы разрезающей участок на две части, Елицы-парк имеет боковое расположение относительно железнодорожного полотна. Поэтому эти поселки-сады могут рассматриваться, как поселки-сады для нужд работников транспорта.

Некоторые из расположенных под Харьковом поселков насчитывают уже около 25—30 лет существования.

В настоящее время при участии лучших архитектурных сил составлен проект перепланировки Москвы, создана схема „Большой Москвы“. В ней также проглядывают основные принципы проектирования городов-садов.

Под Москвой проектируется¹ создание объединенного города Перово, образующегося из слияния двух городов—Перово и Куусково и пяти поселков—Н.-Гиреево, Вишняки, Шереметьево, Чухлинка и Н.-Владычино. Территория этого объединенного города около 2.400 га. Расчетная цифра населения 130.000 чел.

Проект составлен инженерами А. М. Явшиным и И. И. Федоровым.

Планировка Перово интересна тем, что она органически связана с проходящими через его территорию линиями железных дорог.

Западно-европейская и американская техническая литература в значительно большем масштабе знакомит читателей не только с теорией,

¹ Строительство Москвы, 1929 г. № 4.

но и с практическими достижениями в сфере сооружения новых здоровых культурных очагов.

Послевоенная, послереволюционная техническая литература продолжает начатое 30 лет тому назад дело и отмечает не только теоретические проекты, но и планы осуществляемых поселков-садов.

Профессор В. Д. Мачинский,¹ помимо ряда планов небольших рабочих поселков, приводит генеральный план поселка Кооперативного Жилищно-Строительного Товарищества „Сокол“ у Всехсвятского под Москвой.

В труде инженера П. В. Прейс,² между прочим, помещены планы поселка Хермсдорфского Акционерного Общества под Берлином (арх. Эберштадт и Мутезнус), планы новых пригородных поселков Биконтри и Беллингхам, построенных Советом Лондонского Графства.

Профессор В. С. Карпович³ дает интересный обзор строительства в разных странах, касаясь, правда, преимущественно вопроса о типе самого жилого дома.

Ленинградское Общество Архитекторов-Художников в XII выпуске своего „Ежегодника“ приводит планировку рабочих кварталов города Таганрога при Русско-Балтийском заводе, осуществленную по проекту академика архитектуры А. И. Дмитриева, проект застройки участка у завода „Красный Путиловец“ (художника арх. И. Г. Лангбард), проект планировки пригорода у станции Суйда Северо-Западных железных дорог, пригорода Ленинграда на р. Охте (художника арх. С. С. Некрасова), парка в рабочем поселке имени „Ст. Разина“ в Балаханах (Азнефть, Баку, проект худ. арх. В. Н. Талепоровского), поселка при стекольном заводе в м. Белый Бычек Череповецкой губернии (худ. арх. Н. А. Троцкого и инж. Я. И. Зеликмана).

В юбилейном V выпуске „Ежегодника“ МАО помещены проекты перепланировки Туапсе—порта и схемы застройки центра (акад.-арх. А. В. Щусева и Л. А. Веснина), эскизный проект перепланировки г. Твери (проф. А. П. Иванцкого в сотрудничестве с инж. А. Э. Зильберт), схемы генеральной планировки г. Баку и поселков Азнефти, проект поселка для рабочих Азнефти имени „Ст. Разина“ (проф. А. П. Иванцкого, арх. А. А. Веснина, В. А. Веснина в сотрудничестве с М. А. Князьковым, С. А. Суриным и студентами МИГИ А. С. Андреевой-Бодуновой, М. С. Горячевым, П. А. Тарасовым и П. А. Чижиковой), проект перепланировки г. Котельнича (арх. Б. А. Коршунова и А. А. Зубина).

Для Московского жел.-дор. ремонтного завода автором настоящего труда был составлен проект поселка-сада около станции Люблино Московско-Курской железной дороги на участке площадью 140 га.

¹ Рабочий поселок. Москва, 1925 г.

² Планировка городов и поселков. М., Л., 1927 г.

³ Современное рабочее строительство. Москва, 1926 г.

Наш Гипромез, проектируя свои гиганты-заводы, для рабочих и служащих этих заводов также планирует поселки-сады (Нижний Тагил, Ростов н/Д, Петровский завод и другие).

Наши электростанции идут по тому же пути.

Размеры этих поселков-садов и поселков в некоторых случаях весьма велики.

Территория некоторых заводских поселков иногда занимает участки в несколько сот га, а расчетное число жителей измеряется несколькими десятками тысяч человек.

Некоторые из этих поселков являются пригородами, „ячейками“ основных городов, около которых расположено то или иное предприятие.

Наша периодическая и специальная техническая литература знакомит нас с движением мысли и работами русских архитекторов и инженеров в этом направлении.

А сколько интересных, красивых планов вновь сооружаемых поселков-садов можно найти в иностранной литературе?!¹

Специальная делегация Московского Совета Р.-Кр. и Кр. депутатов, ознакомившаяся в конце 1924 года с жилищным строительством Германии и Англии, заграничная экскурсия по Германии инженеров-строителей и архитекторов ВСНХ СССР и отдельные, командированные за границу лица в своих отчетах и трудах неизменно говорят о планировке и зарубежном современном поселковом строительстве.

Все эти примеры являются только частью того большого дела, которое в сфере урбанизации совершалось, совершается и, надо думать, будет совершаться во всех культурных странах мира.

Приводить здесь, повторять эти планы бесполезно, они уже отражены в литературе.

Нас должен интересовать вопрос о „поселках-садах и поселках на путях сообщения“ и потому в следующей главе приводятся планы целого ряда пристанционных поселков, часть которых уже осуществлена, а часть еще находится в периоде постройки. Там же приводятся и несколько академических схем.

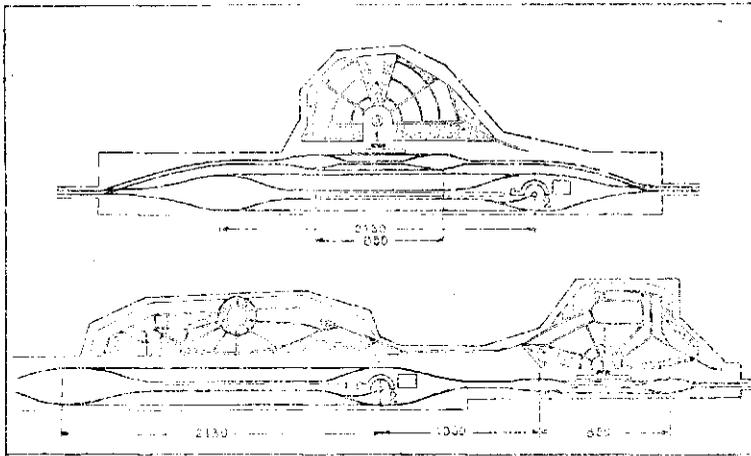
ГЛАВА V.

Примеры планировки поселков-садов для нужд работников транспорта.

Раньше чем приводить планы поселков-садов, обслуживающих нужды работников транспорта, следует несколько остановиться на вопросе об устройстве поселков-садов близ больших проходных или конечных станций, как более интересных в смысле рациональной их

¹ Для примера только взять хотя бы журналы: „Städtebau, Garden-Cities Town planning“ труды Ed. Jouart (Traité d'urbanisme), Le Corbusier (Urbanisme), H. Unwin (Town Planning in practice), Small house for the community.

планировки. Пассажирская и сортировочная станции могут быть расположены или параллельно или последовательно. В первом случае, как указывалось выше (гл. II, § 8), представляется логичным устройство одного общего поселка, обслуживающего нужды агентов обеих станций, во втором случае при значительном протяжении станций и при большом расстоянии между пассажирской и сортировочной станциями может быть более рациональным устройство отдельных поселков, соединенных между собой удобной всегда проезжей дорогой или же устройство одного объединенного поселка, расположенного центрально относительно пассажирской и сортировочной станций. При больших размерах отдельных поселков при каждой из станций может быть



Черт. 36 и 37.

Черт. 36 (верхний). Эскизный генеральный план поселка-сада при параллельном расположении пассажирской и сортировочной станций.

1. Пассажирское здание. — 2. Паровозное здание.

Черт. 37 (нижний). Эскизный генеральный план поселков-садов при последовательном расположении пассажирской и сортировочной станций.

1. Пассажирское здание. — 2. Паровозное здание.

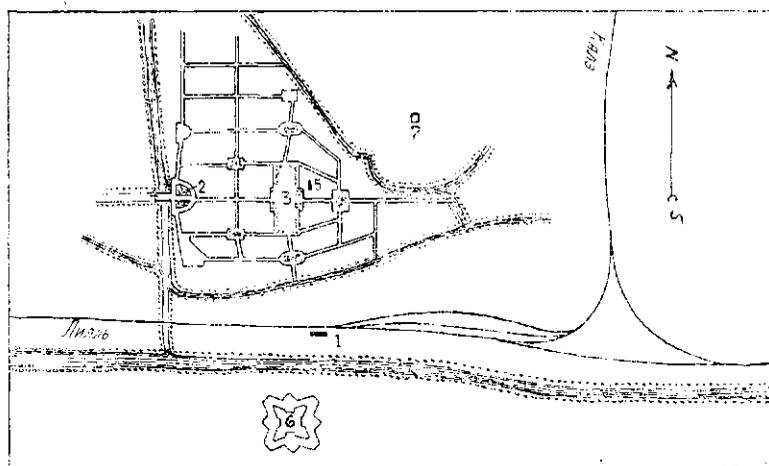
уместным выделить некоторые из общественных зданий в одной общей объединенной части, являющейся общим ядром, обслуживающим оба поселка и удобно связанным с каждым из них.

Выше приведены эскизные генеральные планы поселков садов при параллельном расположении пассажирской и сортировочной станций (черт. 36) и при последовательном расположении станций (черт. 37).

Такое именно расположение поселков-садов и наблюдается в условиях действительности, как в зарубежных планировках, так и в строительстве СССР.

Переходя к конкретным планировкам, сперва иллюстрируем планы французских поселков садов, сооруженных с поразительной быстротой Управлением Северных железных дорог после мировой войны.

Восстанавливая свою линию с попутным местами изменением и самой трассы, Управление Северных французских железных дорог обеспечило своих железнодорожных тружеников жилыми помещениями во вновь созданных поселках-садах при 26 станциях. Для 60.000 рабочих и служащих в течение двух лет было построено 11.000 квартир, из них 5.000 квартир размещаются в деревянных домах, 6.000 квартир в каменных домах. Насколько быстро шли работы можно судить хотя бы по тому, что в поселке Лилль Деливанс (Lille Delivrance) 800 квартир были построены в полгода. Дома строились на две, три и четыре квартиры. Для большей ясности следует еще отметить, что во избежание монотонности Управлением дорог было разработано 100 различных типов домов, причем в каждом поселке допускалась



Черт. 38. Поселок Кудекерк (Cité de Coudekerque) Северных Французских железных дорог.

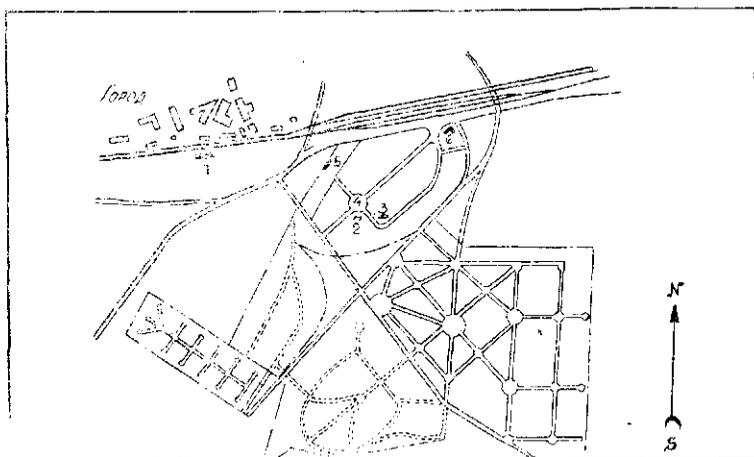
1. Пассажирское здание.—2. Площадь при въезде.—3. Площадь для игр.—4. Мостик.—5. Школа.—6. Форт Кастельно (Castelneau)—7. Ферма.

постройка не более 8 одинаковых домов, и им старались еще придать индивидуальные черты разной ориентировкой по отношению к улицам и площадям, разной наружной окраской домов, а также иным размещением комнат внутри квартир.

Поселок Кудекерк (Cité de Coudekerque—черт. 38) расположен на берегу канала (Canal de Bergues), вдоль которого идет железнодорожная линия из Лилля (Lille) в Дюнкерк (Dunkerque) близ ответвления от нее линии на Калэ (Calais). Небольшой по размерам этот поселок-сад имеет в центральной своей части просторную площадь для игр и собраний. Связь поселка с пассажирским зданием происходит по дороге, идущей непосредственно вдоль канала.

Поселок Ондр (Cité d'Aulndye—черт. 39) является предместьем, удобно связанным как с городом, так и со станцией железной дороги. В зависимости от топографических условий планировка всего предместья

не носит характера одного целого, скорее напоминая группировку трех отдельных поселков.



Черт. 39. Поселок Онди (Cité d'Aulndye) Северных Французских жел. дор.
1. Пассажирское здание.—2. Школа.—3. Ванное здание.—4. Площадь.—5. Экономия.—6. Дом кондукторских бригад.

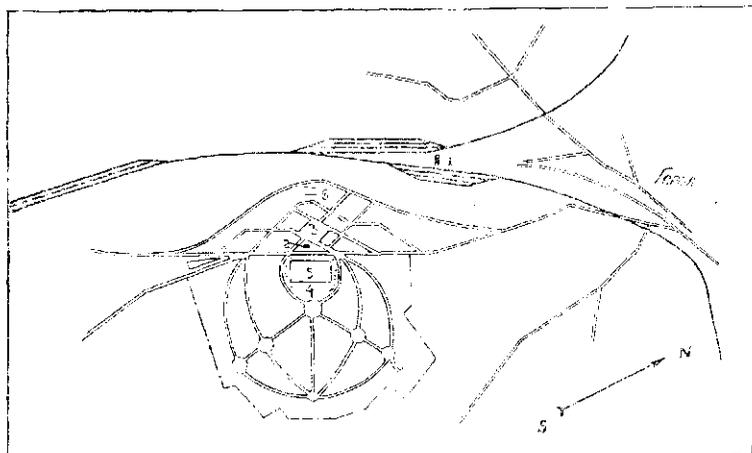
Поселок Ирсон (Cité d'Irison—черт. 40) представляет собой расположенный на восток от Сен-Кантена и к югу от Брюсселя небольшой



Черт. 40. Поселок Ирсон (Cité d'Irison) Северных Французских жел. дор.
1. Пассажирское здание.—2. Школа.—3. Дом паровозных бригад.—4. Сквер.—5. Спортивная площадь.—6. Дом общественных собраний, зал празднеств.—7. Водохранилище.—8. Дома для холостых.

пригород, удобно соединяющийся как с городом и идущими к нему дорогами, так и с находящимся в городе пассажирским зданием. Площадь для спорта и игр и здание школы расположены в центральной части симметрично спланированного пригорода.

Поселок Мондидье (Cité de Montdidier—черт. 41) расположен к юго-востоку от Амьена и также представляет собой пригород, удобно связан-

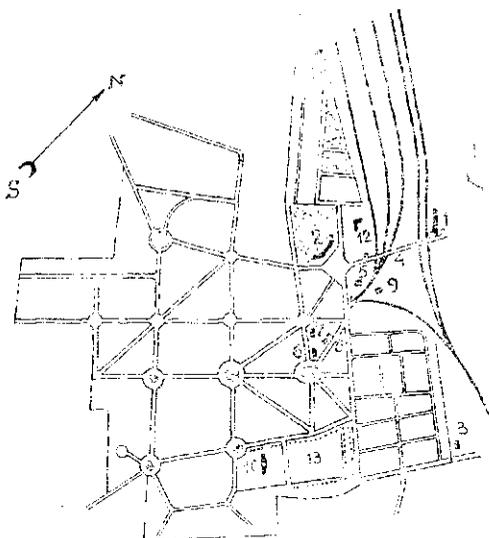


Черт. 41. Поселок Мондидье (Cité de Montdidier) Северных Французских железных дорог.

1. Пассажирское здание.—2. Школа.—3. Площадь.—4. Площадки для игр.—5. Спортивная — площадь.—6. Водохранилище.

ный как с городом, так и с находящимся в нем пассажирским зданием. Имеется удобная связь с идущими к городу грунтовыми дорогами. Центральная часть пригорода занята спортивной площадкой.

Поселок Бетюн (Cité de Bethune—черт. 42) находится к юго-зап. от Лилля и представляет собой предместье города, удобно соединяющееся с городом и идущими к нему дорогами. С пассажирским зданием это предместье сообщается по специальному пешеходному мостику. Очертание границ предместья-сада крайне неспокойное. Старые жилые кварталы заметно выделяются в общей композиции плана.



Черт. 42. Поселок Бетюн (Cité de Bethune) Северных Французских железных дорог.

1. Пассажирское здание.—2. Школа.—3. Здание общественных собраний.—4. Пешеходный мостик.—5. Станция для очистки вод.—6. Дом доктора.—7. Больница.—8. Кооператив.—9. Электрическая станция.—10. Главное здание.—11. Дом паровозных бригад.—12. Дом кондукторских бригад.—13. Спортивная площадка.

Поселок Лилль Деливанс (Cité de Lille - la - Delivrance — черт. 43) представляет собой большой пристанционный поселок-сад, расположенный около крупной узловой железнодорожной станции. В общей планировке

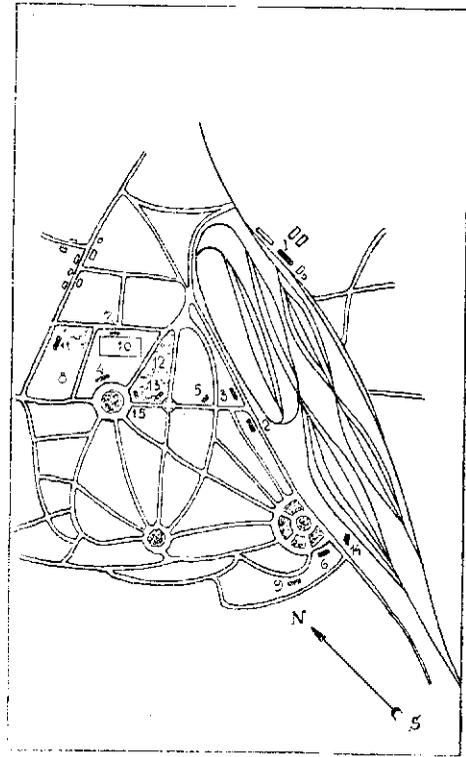
ясно выражены местные центры тяготения жителей. Окрестные дороги удачно входят в состав поселковых улиц.

Интересным представляется расположенный к западу от Арраса близ морского берега поселок С. Поль (Cité de S^t Pol sur mer—черт. 44). В его планировке также ясно выражены центры и связь как с портом и приморской станцией, так и расположенной около этого поселка-сада „Приморской Коммуны“ С. Поль (Commune de S^t Pol sur mer). Удобное сообщение через территорию указанной коммуны имеется и с пассажирским зданием. В центральной части этого поселка-сада близ спортивных площадок и фермы имеется водный бассейн, окруженный растительностью.

Поселок Бюзиньи (Cité de Buisignu—черт. 45) расположен к северо-востоку от Сен-Кантена. Связь этого поселка-сада со станционной территорией не выражена ясно. В центре поселка расположено здание для общественных собраний (salle de fêtes) и к нему ведет несколько улиц. Избытка зелени не заметно.

Поселки Лонго (Cités de Longueau—черт. 46) расположены около крупной узловой жел.-дор. станции к юго-зап. от Камбрэ и к западу от Сен-Кантена. Железнодорожные линии связывают их с Парижем и Амьеном. Эти поселки-сады состоят из двух групп—небольшой северной и значительной восточной. Удобная связь обеих групп как с городом, так и между собой и пассажирским зданием обеспечена. Северная группа обслуживает нужды агентов Службы Тяги, восточная— агентов Службы Пути и других служб. Вблизи пассажирского здания расположена спортивная площадка; главный проспект, ведущий к пассажирскому зданию, прорезывается красивой формы площадью.

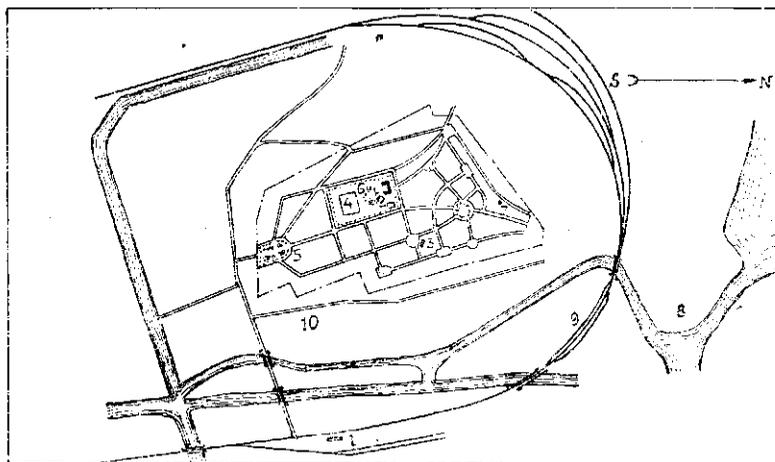
Поселки Ланс-Мерикур и Монгре (Cités de Lens-Méricourt et du Montgré—черт. 47) расположены близ Ланса (Lens). Поселок Монгре, небольшой по размерам, разместился на север от поселка Ланс-Мерикур. Местоположение этого поселка-сада выделяет его среди всех других французских поселков-



Черт. 43. Поселок Лилль-Деливанс (Cité de Lille-Délivrance) Северных Французских железных дорог.

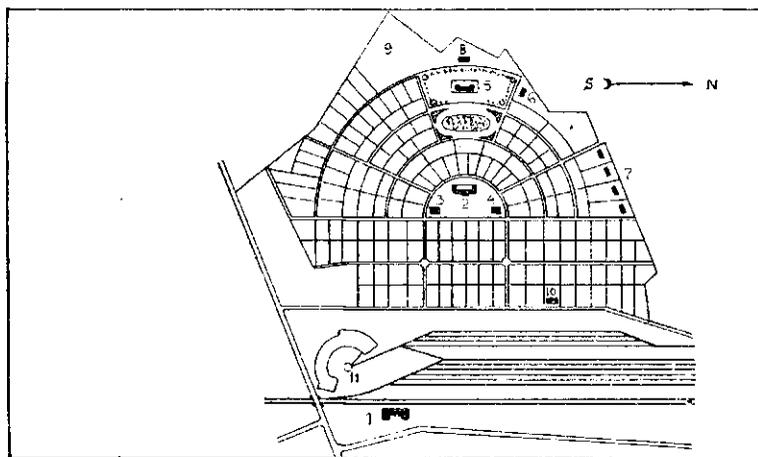
1. Пассажирское здание.—2. Продуктовые склады.—3. Кооператив.—4. Школа.—5. Ванное здание.—6. Здание врачебной службы.—7. Лавки (книжная торговля, парикмахерская).—8. Площадь для игр.—9. Дом паровозных бригад.—10. Спортивная площадка.—11. Здание для общественных собраний.—12. Питомник.—13. Заб для празднеств.—14. Станция для очистки вод.—15. Дом доктора.

садов тем, что он расположен в виде острова среди железнодорожных путей, окружающих его со всех сторон. К юго-зап. от поселка Ланс-



Черт. 44. Поселок С. Поль (Cité de St. Pol sur mer) Северных Французских железных дорог.

1. Пассажирское здание.—2. Ферма.—3. Дом празднеств.—4. Площадка для тенниса.—
5. Площадь.—6. Бассейн.—7. Электрическая станция.—8. Порт.—9. Приморская станция.—
10. Приморская коммуна С. Поль.



Черт. 45. Поселок-сад Бюзиньи (Cité de Busigny) Северных Французских железных дорог.

1. Пассажирское здание.—2. Дом празднеств.—3—Здание врачебной службы.—4. Дом доктора.—5. Школа.—6. Ванное здание.—7. Дома для холостых.—8. Хозяйственная школа.—
9. Огороды.—10. Кооператив.

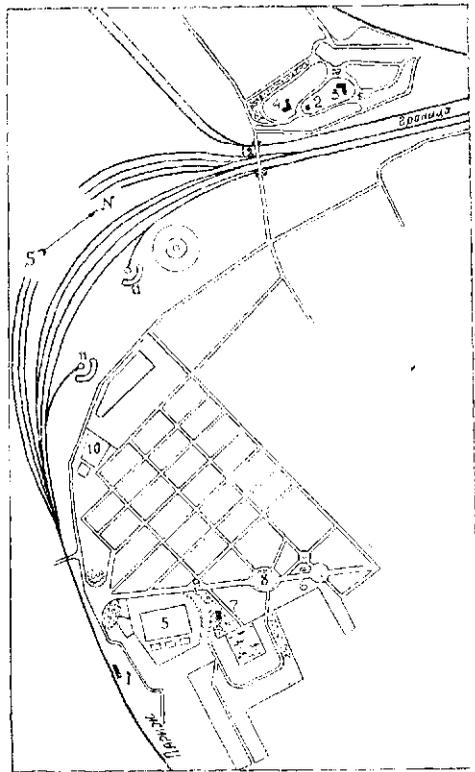
Мерикур расположено тяговое хозяйство, к которому рабочие и служащие имеют легкий доступ по соответствующим улицам. Грунтовые дороги дают удобный доступ жителям поселка-сада к окрестным населенным пунктам. В поселке ясно выражены два центра — один в северной его

части, где расположены школа, спортивная площадка и здание общественных собраний, другой в южной части, занятой преимущественно жилыми кварталами. Зеленых насаждений в поселке Ланс-Мерикур мало и он не окружен защитной зеленой зоной, как это принято устраивать при планировках поселков-садов в пределах СССР.

По общей конфигурации поселок Ланс-Мерикур несколько напоминает собой английское предместье Бирмингэма Гарборн (Harborne), но по общему виду плана Гарборн значительно изящнее Ланс-Мерикюра.

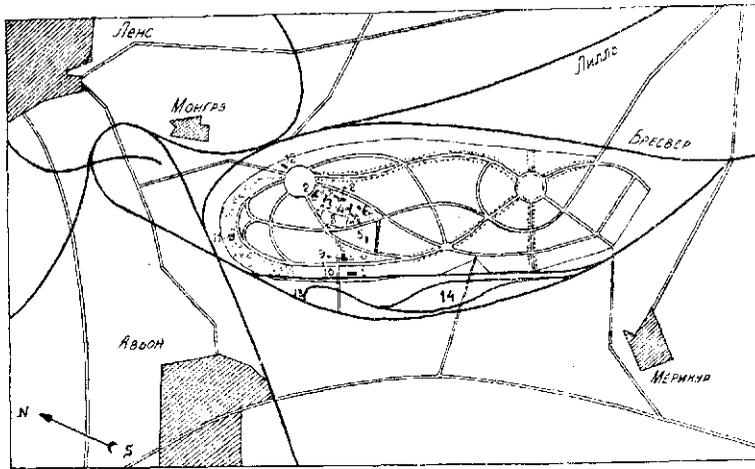
Поселок Руа (Cité de Roze — черт. 48) расположен между двух групп железнодорожных путей и зажат между двумя дорогами Гойенкур и Френуа (Route de Goyencourt и Route de Fresnoy), сливающимися недалеко от пассажирского здания в одно шоссе, ведущее из Амьена в Париж. Планировка поселка-сада интересна, имеется два ясно выраженных сообщаящихся между собою центра, причем улицам дано преобладающее направление к этим центральным площадям и в сторону парижского шоссе. Около северной, продолговатой формы площади сгруппированы здание для общественных собраний, школа, здания кооператива, общественной столовой и бань. Площадь для спортивных занятий расположена на северо-западе близ станционных путей. В поселке Руа также, как и в других поселках-садах Северных железных дорог, обращает на себя внимание, между прочим, то, что для холостых рабочих и служащих выделены самостоятельные кварталы со специально для них построенными зданиями.

Последний из рассматриваемых в данном труде французских поселков-садов, поселок Тернье (Cité de Tergnier — черт. 49) расположен к югу от Сен-Кантена у крупной узловой станции на пересечении линий, идущих из Парижа в Брюссель и из Амьена в Реймс. Одной стороной поселок примыкает к шоссе Брюно (Brunehaut). Планировка этого при-



Черт. 46. Поселки Лонго (Cités de Longueau) Северных Французских железных дорог.

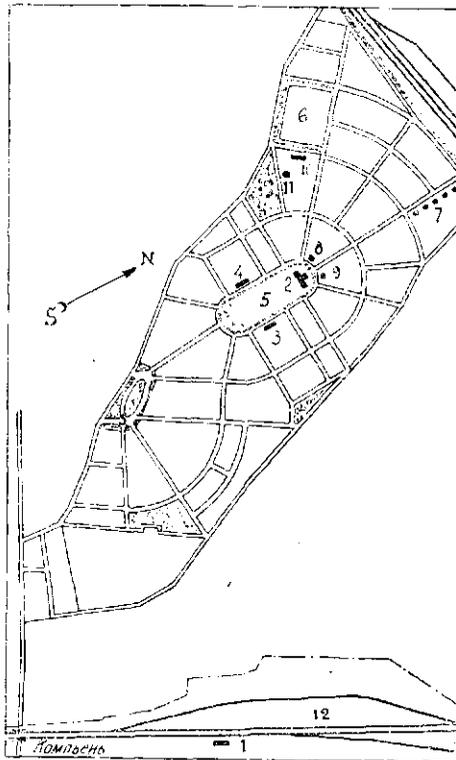
1. Пассажирское здание. — 2. Дом для общественных собраний. — 3. Дом паровозных бригад. — 4. Дом кондукторских бригад. — 5. Площадка для футбола. — 6. Диспансер. — 7. Ваяное здание. — 8. Площадь Виктора Гюго. — 9. Площадь Эмиля Золя. — 10. Волохранилище. — 11. Паровозное здание. — 12. Путеваровод.



Черт. 47. Поселки Ланс-Мерикур и Монгрэ (Cités de Leus-Méricourt et du Montgré) Северных Французских железных дорог (близ города Ланс).

Поселок Ланс.

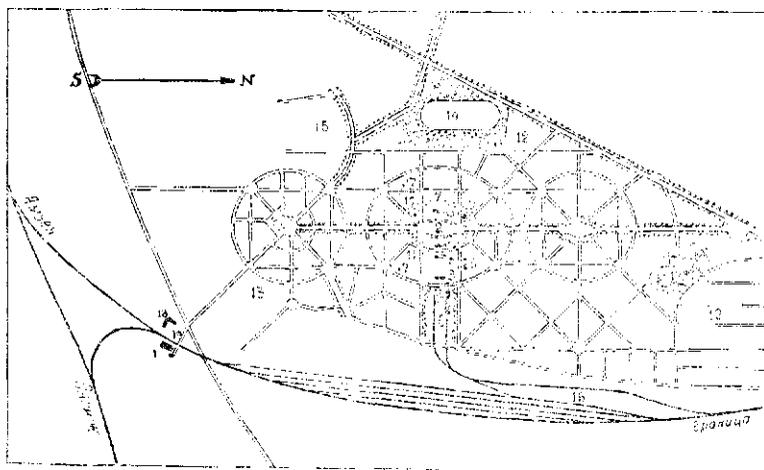
1. Кооператив.—2. Школа.—3. Ванное здание.—4. Дом врачебной службы.—5. Здание общественных собраний.—6. Дом доктора.—7. Лавка.—8. Спортивная площадь.—9. Дом паровозных бригад.—10. Продуктовые склады.—11. Станция для очистки сточных вод.—12. Здание общественных собраний.—13. Кладбище.—14. Тяговое хозяйство.



Черт. 48. Поселок Руа (Cité de Roze) Северных Французских железных дорог.

1. Пассажирское здание.—2. Школа.—3. Здание общественных собраний.—4. Кооператив.—5. Площадь.—6. Спортивная площадь.—7. Квартал с домами для холостых.—8. Ванное здание.—9. Ресторан.—10. Буфет при спортивной площади.—11. Диспансер.

станционного поселка-сада довольно искусственная, особенно в северной и южной частях с геометрически правильными, кольцевыми и прямолинейными улицами—такого приема планировки в английских поселках-садах нельзя встретить. В центральной части поселка Тернье расположена большая площадь, на которую выходит здание для общественных собраний, здание Грачебной службы, почтовая контора и несколько школьных зданий. В северной части близ шоссе расположен парк для общественных гуляний, за которым значительный участок до полотна дороги занят огородами. В южной части поселка преду-



Черт. 49. Поселок сад Тернье (Cité-jardin de Tergnic) Северных Французских железных дорог.

1—Пассажирское здание.—2. Большая площадь.—3. Школы.—4. Дом врачебной службы.—5. Школа материнства.—6. Дом празлеств.—7. Водохранилище. Киоск.—8. Кооператив.—9. Почтамт.—10. Сберегательная касса.—11. Банное здание.—12. Огороды.—13. Кладбище.—14. Спортивная площадь.—15. Станция для очистки сточных вод.—16. Ткавое хозяйство (депо и мастерские).—17. Площадка для тенниса.—18. Дом кондукторских бригад.—19. Путепровод.

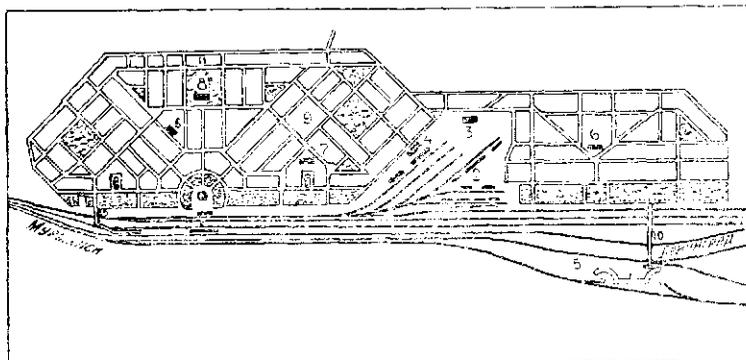
смотрен участок для собственного поселкового кладбища. В центральной части с выходом на шоссе расположена большая площадь для занятий спортом. Шоссе и грунтовые дороги удобно связывают поселок Тернье с окрестными населенными пунктами.

Поселок Лаон (Cité de Laon),¹ поселок Дуэ (Cité de Douai) и другие поселки-сады Северных железных дорог, имея отдельные интересные детали, но не включая в себе больших особенностей, в общих чертах по своей планировке напоминают планировку вышеприведенных поселков-садов Северных железных дорог.

Рассмотрим теперь несколько планировок русских поселков-садов. Обратим внимание на то, что одним из центров тяготения поселка-сада или поселка, обслуживающего нужды транспорта, может служить товарный двор, на котором происходит прием и выдача грузов разных

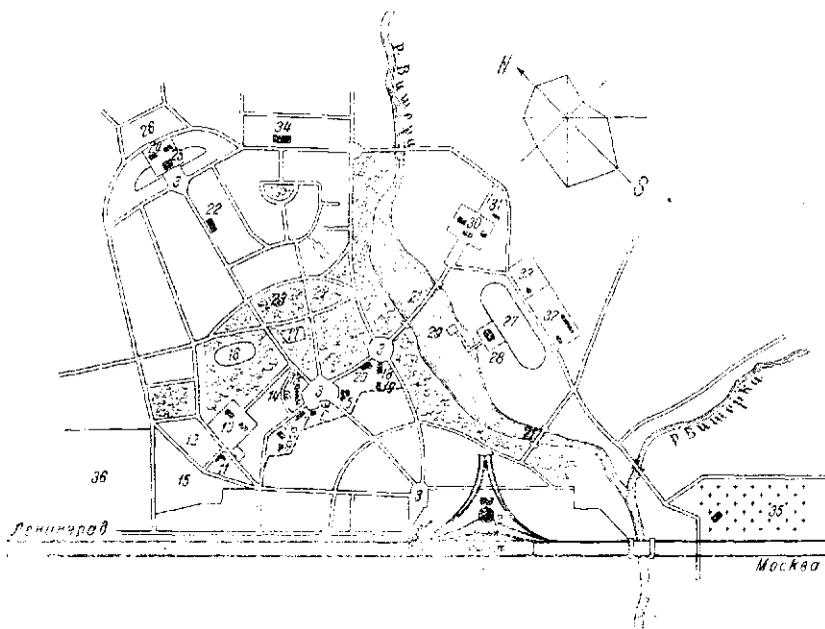
¹ План этого поселка-сада равно как и некоторых других приведены в труде „Traité d'urbanisme“ par Ed Joyant. Paris, 1923, а также в журнале „Art et Décoration“.

наименований. Путевое устройство близ товарного двора иногда может быть таково, что вся территория двора врезывается в территорию поселка. При таких условиях, в зависимости от местоположения двора, хотя бы и один по существу поселок-сад (черт. 50) уподобляется двум



Черт. 50. Поселок-сад на ст. Званка Мурманской железной дороги. (Академический проект).

1. Пассажирское здание (с предстанционным пчельником).—2. Пакуаузы.—3. Товарная контора.—4. Дом врачебной службы.—5. Тяговое хозяйство (лепо и мастерские).—6. Школы.—7. Кооператив.—8. Дом культуры.—9. Рынок.—10. Путепровод.—11. Спортивная площадка.

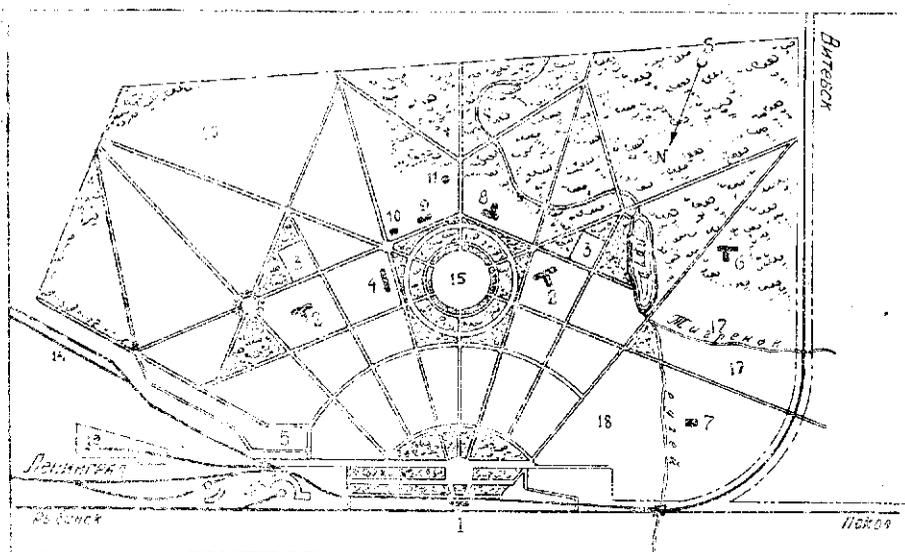


Черт. 51. Поселок-сад на ст. Малая Вншера Октябрьской железной дороги.

1. Пассажирское здание.—2. Депо и мастерские.—3. Площадь.—4. Павильон для приезжающих.—5. Гостиница.—6. Магистратура, аптека, почта.—7. Хлебопекарня.—8. Склады.—9. Ремонтные мастерские.—10. Школьный городок.—11. Интернат.—12. Квартал с домами педагогов.—13. Магазины.—14. Базарная площадь.—15. Служебный двор.—16. Футбольная площадка.—17. Детская площадка.—18. Народный дом.—19. Открытая эстрада.—20. Клуб.—21. Мостик.—22. Общежитие.—23. Ясли.—24. Водопроводная станция.—25. Водоемное здание.—26. Склад топлива.—27. Спортивное поле.—28. Речной клуб.—29. Купальни.—30. Больница.—31. Различные бараки и служебный двор.—32. Ферма.—33. Контора.—34. Баня и прачечная.—35. Кладбище.—36. Стекланный завод.

поселкам, связующим звеном которых является территория товарного двора.

Поселок-сад на ст. Малая Вишера, Октябрьской железной дороги, (черт. 51) спроектирован архитектором А. Самойловым с ясно выраженными тремя центрами, причем благодаря путевому устройству станции органическая связь с островным пассажирским зданием на этой станции осуществлена посредством пересечения путей. Препятствием в этом отношении являлось и расположение депо и путей около него, врезающихся в территорию поселка-сада. Застроенность прилегающей к путям территории лишила к тому же возможности



Черт. 52. Поселок-сад на стан. Дно Северо-Западных железных дорог.

1. Пассажирское здание.—2. Школа.—3. Спортивная площадка.—4. ТПО Сек. Зап. жел. дор.—5. Рынок.—6. Больница.—7. Станция биологической очистки сточных вод.—8. Клуб.—9. Исполком.—10. Почтовая контора.—11. Волокное здание.—12. Материальный склад.—13. Ткацкое хозяйство (дело и мастерские).—14. Склады.—15. Центральная площадь.—16. Выгон.—17. Луг.—18. Огороды.

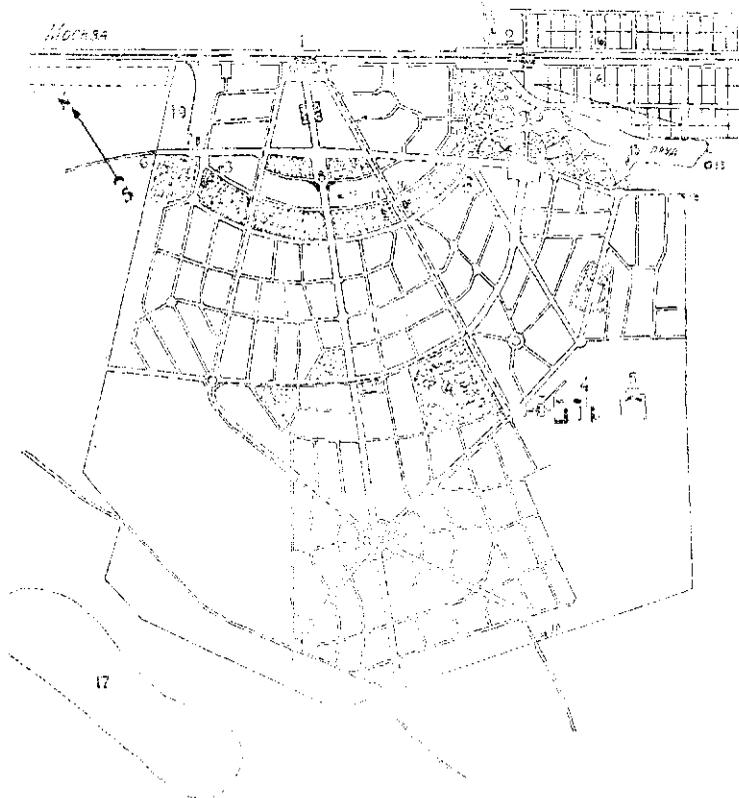
отделить поселок-сад от железнодорожных путей защитной зеленой зоной.

При осуществлении всей строительной программы поселок-сад на станции Малая Вишера даст своим жителям вполне культурные условия жизни.

Поселок-сад на ст. Дно Северо-Западных железных дорог (черт. 52) распланирован архитектором А. А. Гречанижковым по эскизному плану автора настоящего труда с одним главным центром—пассажирским зданием и одним расположенным в более повышенной части местным центром—центральной площадью. Подъездные к станции дороги влились в сеть улиц. Значительная часть участка покрыта лесом, через который претекает река Тигренок с местным ее расширением в виде пруда. Поселок-сад обгибается железнодорожным полотном линии Ленинград-

Псков, с ответвлением на Витебск. Со стороны Витебской линии в лесу расположена больница.

Нельзя не заметить, что зигзагообразное очертание улиц, идущих по периферии поселка-сада в переработанном проекте, равно как и оформление центральной площади носят „случайный“ характер и не создают впечатления законченности проекта.



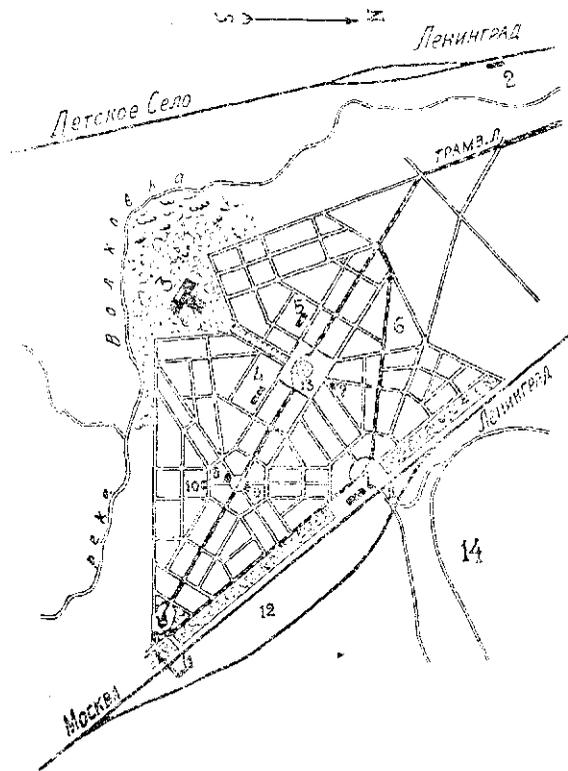
Черт. 53. Поселок-сад при платформе Прозоровская Московско-Казанской железной дороги.

1. Пассажирский навильон.—2. Платформа Прозоровская.—3. Водопроводная станция.—4. Центральная больница.—5. Туберкулезный санаторий.—6. Служебный двор.—7. Дело трамвая.—8. Центральная площадь перед театром.—9. Театр, библиотека и читальня.—10. Общественное собрание.—11. Школьный квартал.—12. Контора поселка-сада.—13. Кулебяки.—14. Парк „Молочная долина“.—15. Станция биологической очистки сточных вод.—16. Данные участки (существовавшие до устройства поселка-сада).—17. Торфяные разработки.—18. Столовая.—19. Склады и мастерские.

Поселок-сад при платформе Прозоровская Московско-Казанской железной дороги (черт. 53) планирован еще в 1912 году инженером В. Н. Семеновым при непосредственном участии Правления дороги по идее лучших западно-европейских поселков-садов. Этот юбилейный¹ поселок расположен на 39 км главной линии в расхождении 60—70 минут от Москвы. При электрической же тяге, это расстояние уменьшится до

¹ В память 50-летия дороги.

35—40 минут. Почти весь участок, площадью около 730 га, покрыт хвойным преимущественно сосновым лесом. На территории поселка, изолированно от жилых кварталов, расположена центральная больница и отдельно от нее санатория для туберкулезных больных. Так как поселок-сад предназначен для обслуживания преимущественно нужд служащих дороги, местом службы которых является Москва, в планировке поселка ясно выделяется один главный центр—пассажирское здание и несколько местных центров. В поселке, помимо жилых домов, намечен целый ряд зданий общественного значения—общественного собрания с театральным залом, библиотекой, читальней, залом для чтения лекций, школьный квартал, общежитие для детей служащих на линии, здание почты, телеграфа, пожарной команды, специальные площадки для лаун-тенниса, футбола, крокета и др. На территории поселка пруд, площадью 5,5 га с живописными островками и красивыми берегами. Купанье, катанье на лодках и рыбная ловля являются легкими развлечениями жителей. Весь участок должен быть канализован по раздельной системе с биологической очисткой сточных вод. Поселковый водопровод питается артезианской водой. Трамвайная линия должна обеспечивать удобное и быстрое сообщение с главными учреждениями поселка-сада.



Черт. 54. Поселок-сад около Н. Фарфоровского поста Октябрьской железной дороги (Академический проект).

1. Пассажирское здание у остановочного пункта «Н. Фарфоровский пост» Октябрьской железной дороги.—2. Остановочный пункт у платформы «Воздухоплавательный парк» Лetskосельской линии Северо-Западных желез. дорог.—3. Дом культуры.—4. Школа.—5. Летский сад.—6. Рынок.—7. Театр и библиотека.—8. Дом врачебной службы.—9. Ясли.—10. Бани и прачечная.—11. Пешеходный мостик.—12. Сортировочная станция.—13. Центральная площадь.—14. Заводская территория.

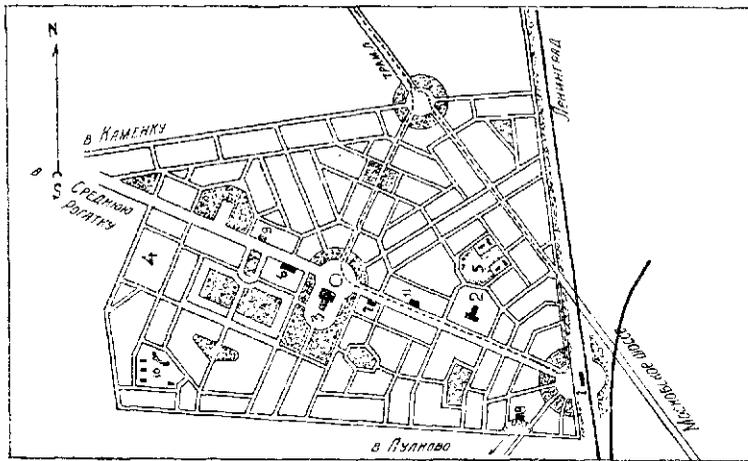
Война и революция задержали темп развития этого поселка, который по основному своему заданию должен был занять не только первое место в России, но и быть в состоянии спорить по своему благоустройству со многими поселками Европы.

Война и революция задержали темп развития этого поселка, который по основному своему заданию должен был занять не только первое место в России, но и быть в состоянии спорить по своему благоустройству со многими поселками Европы.

Сооружение поселка-сада при платформе Прозоровской по данным дороги на 1913 год исчислялось в сумме свыше 6.000.000 рублей.

Только в феврале 1927 года состоялось открытие туберкулезного санатория в этом поселке, остальные же выстроенные вчерне здания больничного городка—поликлиника, хирургический, терапевтический, нервный, гинекологический, акушерский, детский и другие корпуса еще ждут своей очереди.

Схема пригородного поселка-сада (черт. 54) показывает, как может трактоваться поселок, связанный с одной стороны с местом службы большей части жителей—сортировочной станцией, расположенной со стороны *SO*, с другой стороны с пассажирским зданием и расположенным за ним заводом со стороны *NO* и с третьей стороны с боль-



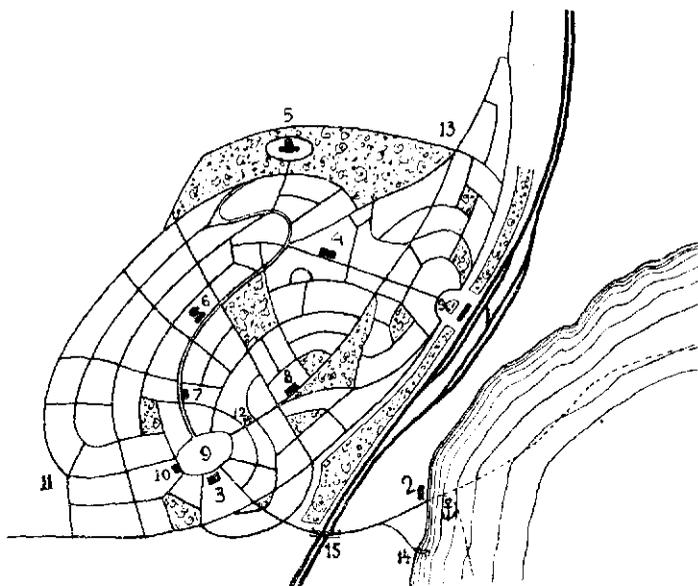
Черт. 55. Поселок-сад около платформы „Средняя“ Детскосельской линии Северо-Западных железных дорог. (Академический проект).

1. Пассажирское здание.—2. Школа.—3. Театр.—4. Спортивная площадь.—5. Парк и кооперативы.—6. Здание для общественных собраний.—7. Библиотека.—8. Баня и прачечная.—9. Дом врачебной службы.—10. Больница.—11. Детский сад и ясли.

шим городом (Ленинградом), с которым он соединен трамвайной линией. Три направления людских потоков создают три центра. Парк намечен в средней пониженной части поселка в связи с протекающей в этом месте рекой Волковкой. Близ парка расположена центральная площадь для общественных собраний в дни празднеств. Территориальное положение поселка между двумя линиями подходящих к городу дорог дает удобное сообщение с любой из этих дорог, почему такая схема может служить схемой при устройстве поселков в узловых пунктах (гл. II, § 9), когда имеется ряд станций, расположенных на подходящих в центральной узловой станции нескольких, идущих на близком друг от друга расстоянии, линиях железных дорог.

Схемой пригородного поселка-сада является также схема (черт. 55) поселка, расположенного в нескольких километрах от крупного города

(Ленинграда), связанного с поселком не только железнодорожным полотном, но и посейной дорогой и трамвайным путем. Идущие в районе поселка-сада к разным пригородным населенным пунктам дороги входят в состав поселковых улиц. В этой схеме три ясно выраженных центра — пассажирское здание, площадь перед домом культуры и площадь со стороны *X* при входе на территорию поселка трамвайной линии. По характеру планировки жители поселка или связаны с городом — местом их службы или с территорией, расположенной за пассажирским зданием с другой стороны путей. Такая



Черт. 56. Поселок-сад в гористой местности, на берегу озера. (Академический проект).

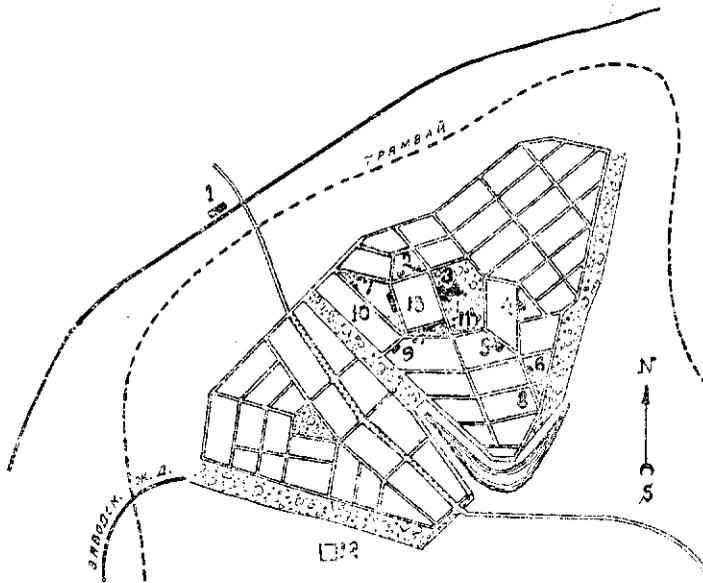
1. Пассажирское здание.—2. Пароходная пристань.—3. Рынок и кооперативы.—4. Школа.—5. Дом культуры.—6. Театр.—7. Амбулатория и аптека.—8. Общественная столовая.—9. Площадь.—10. Бани и прачечная.—11. Спортивная площадь.—12. Ясли, капля молока.—13. Огороды.—14. Купальня.—15. Путепровод.

схема приемлема при устройстве поселка-сада для нужд служащих в Правлении дороги, расположенном в городе подобно поселку-саду при платформе Прозоровской.

Планировка поселка-сада в гористой или холмистой местности может встретить значительные затруднения. Трассируя улицы, придерживаясь горизонталей и допускаемых уклонов (гл. II, § 39), может понадобиться устроить зигзагообразные, серпантинные дороги подобно тому, как это устроено на Крымском шоссе, Военно-Грузинской дороге и во многих южных городах, расположенных в гористых местностях. Такая схема (черт. 56) дает удлиненные проезжие улицы и кратчайшие пешеходные сообщения по особым улицам с лестницами (Севастополь) или зигзагообразными же дорожками (гл. II, § 38).

Расположение такого поселка-сада на берегу глубоководного озера с судоходством по нему создает красивую общую панораму. В подобной планировке центрами являются пассажирское здание, парходная пристань и место службы большинства жителей.

При значительном удалении города от железнодорожной станции, в случае нахождения между городом и станцией заводов, фабрик, рудников, копей, представляется необходимым обеспечение рабочих и служащих этих предприятий жилыми помещениями. В таком случае



Черт. 57. Планировка части города Сталина (близ пассажирского здания), отведенной под жилищное строительство.

1. Пассажирское здание из ст. Сталино Екатеринбургской железной дороги.—2. Административное здание.—3. Театр, клуб.—4. Школа.—5. Ясли, капля молока.—6. Амбулатория.—7. Кооператив.—8. Бани, прачечная.—9. Лавки.—10. Рынок.—11. Спортивная площадь.—12. Никополь-Марьупольский рудник.

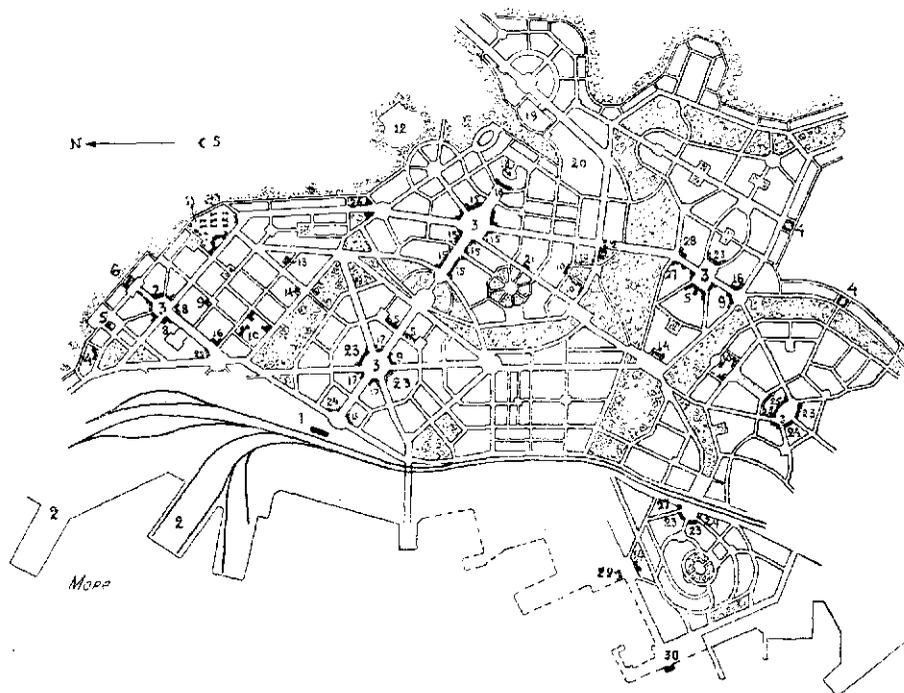
размеры пристанционного „транспортного“ поселка-сада могут значительно возрасти.

Схема такого расширенного поселка-сада (черт. 57), в общих чертах, аналогична со схемами пристанционных железнодорожных поселков. Данная схема представляет собою планировку части города Сталина. Эта часть города отделена от самого города расстоянием около 7 км и связана с ним как экипажной дорогой (в направлении *SO*), так и трамвайной электрической дорогой. В направлении *SW* находится рудник. В планировке намечен один центр близ Ветковского ставка. В этом же районе расположен и рудник. Приведенный на этой схеме план является только одним из участков, отведенных под жилищное строительство.

Существующие на данном участке Гнилая и Скоморошинная балки покрыты растительностью и вместе с местными парками служат

зелеными древесными массивами. Защитной зоны, отделяющей поселок от полотна железной дороги, в данной части города Сталина не предусмотрено.

Центрирование планировки не выражено ясно, детали же плана далеки от той продуманности, художественности и богатства разработки, которые так характерны для лучших позднейших по времени своего возникновения поселков-садов в Западной Европе.



Черт. 58. Планировка приморского города.

1. Пассажирское здание.—2. Торговая территория.—3. Площадь.—4. Баня и прачечная.—5. Рынок.—6. Управление порта.—7. Здание таможенного ведомства.—8. Клуб.—9. Почтовое отделение.—10. Школьный городок.—11. Больничный городок.—12. Санаторий.—13. Трамвайный парк.—14. Гостиница.—15. Правительственные учреждения.—16. Пожарная часть.—17. Кредитные учреждения.—18. Водовапорная башня.—19. Спортивное поле.—20. Участок водопроводной станции.—21. Музей.—22. Городской театр.—23. Магазины.—24. Кооператив.—25. Кинематограф.—26. Банк.—27. Аптека.—28. Общественная столовая.—29. Пристань яхт-клуба.—30. Пристань.

Примером планировки целого города-сада может служить план города-сада (черт. 58), расположенного на морском берегу. В этой планировке обращает на себя внимание наличие нескольких местных центров, соединенных в то же время друг с другом, разбивка всего города на несколько частей, тяготеющих каждая к своему центру и расположение парка в виде зеленой мощной полосы, прорезывающей город-сад в нескольких направлениях (гл. II, § 27). Связь всех частей города с пассажирским зданием удобная. Такой же удобной, в случае надобности, может быть сделана и связь с местом причала морских судов.

Приведенные планы поселков-садов, не будучи, конечно, равноценными по своему „удельному весу“, являются лишь материалом, иллюстрирующим высказанные выше теоретические положения.

Вопрос о создании поселков-садов не является только одним академическим вопросом. Поселки-сады не только проектируются, но и строятся.

По мере увеличения жилищной нужды в городах „тяга из города“ становится неизбежным явлением и вполне естественна. Чем теснее живется в городе, чем больший кризис переживает в городе жилищный вопрос, тем больше и больше взоров будет обращаться к городской периферии или к близ лежащим районам, которые постепенно и будут заселяться „бывшими городскими жителями“.

На таком пути сейчас приходится стоять многим населенным центрам как за границей, так и в СССР и развитие идеи поселкового строительства на указанных выше началах, создание целой сети поселков-садов, связанных удобными путями сообщения с основными городами, даст возможность жить „дольше“ и „не задыхаясь“.

Происходящее за последние десятилетия воплощение в жизнь этой идеи служит лучшим показателем ее жизненности.

Работники транспорта рассеяны по всей необъятной территории СССР и нужно дать им возможность жить в вполне здоровых с гигиенической точки зрения условиях, содействующих продлению их жизни.

Вопрос об устройстве поселков-садов для работников транспорта является поэтому „вопросом дня“ и на труд Е. Howard'a „Garden-city of to-morrow“ („Город-сад завтрашнего дня“) транспортники должны ответить трудом „Garden-city of to-day“ („Город-сад сегодняшнего дня“), описав в этом труде свои новые культурные поселки-сады.

Настоящий труд ставит вехи, по которым вдумчивый планировщик в каждом частном случае, учитывая все местные условия, сумеет найти рациональное, художественно, технически и экономически приемлемое решение вопроса в деле создания нового культурного населенного пункта. Предвзятых систем, копировки западно-европейских, хотя бы и лучших, планировок ни в каком случае не должно быть. Разнообразные естественные условия, условия быта и всякого рода местные условия должны быть положены в основу планировки.

Штюббен (Stübбен), автор капитального труда „Der Städtebau“, правильно замечает, что успех планировки зависит гораздо больше от внимательного изучения естественных местных условий, чем от самой системы, как бы хороша она ни была с теоретической точки зрения.

Авторитет английской планировки профессор Адшед (Adshead) выражает ту же мысль краткой формулой: „каждое место имеет свой план — планировщик должен понять его“.

Приводя эти мнения, инженер В. Н. Семенов¹ указывает на то, что „чем ближе план города к своему естественному плану, тем оригинальнее, живописнее самый город“.

¹ Благоустройство городов. Москва, 1912 г.

Планировки лучших английских поселков-садов тем особенно хороши, что они сохраняют близость к природе в ее естественном виде, бережно оберегая, по возможности, каждое отдельное дерево (гл. III, черт. 34).

Поэтому то именно необходимо обратить особое внимание на выбор участка и тщательное его изучение во всех отношениях; руководить же мыслью при планировке поселка-сада или поселка может и будет сама природа.

Профессор В. Глазырин.

10 января 1929 года.

GARDEN-SETTLEMENTS.

By prof. W. A. Glasyrin.

After laying down the main principles on which the designing of garden-settlements along ways of communication is founded, the article proceeds to expound the methods of such designing, describing chronologically the various stages of their evolution.

Examples on general designing of garden-settlements and settlements „in general“ are given together with a list of the works which treat about them.

Plans of garden-settlements and ordinary settlements for transport workers, about which nothing has yet been written, are illustrated by a series of charts, which will help the reader to become acquainted with the planning of garden settlements, both in USSR and abroad.

Указатель литературы.

А. Отдельные труды:

1. Беляев С. В., проф. Справочник по планировке зданий. Л. 1927.
2. Бошко В. И. Жилищный вопрос. К. 1917.
3. Виганд К. П., инж. Германская строительная техника. М. 1928.
4. Воронин Л. Н., инж. Рациональное устройство жилищ, поселков и городов. М. 1926.
5. Временные основные положения и нормы для проектирования жилых домов и поселков на железных дорогах. М. 1920.
6. Временные строительные правила для поселков Московской губернии. М. 1926.
7. Временные строительные правила и нормы для постройки жилых домов в посеяхках. М. 1926. (Постановление Совета Труда и Оборона от 28 Июля 1926 г.).
8. Гипролиз
 - а) Уральский машиностроительный завод в Свердловске (проект). Л. 1928.
 - б) Завод сельскохозяйственного машиностроения в Ростове на Дону. Л. 1927.
 - в) Магнитогорский металлургический завод (проект). Л. 1929.
 - г) Вагоностроительный завод в Нижнем Тагиле (проект). Л. 1929.
9. Глазырин В. А., проф. Об устройстве поселка по типу города-сада для служащих Северо-Западного Округа Путей Сообщения. Л. 1918.
10. Диканский М. Г. Постройка городов, их план и красота. П. 1915.
11. Дубелир Г. Д., проф. Городские улицы и мостовые. К. 1912.

12. Дурилин П. Н., инж. Новейшие города и поселки в Германии и их благоустройство М. 1915.
13. Енш А. К., проф. Городской план и застройка городов. П. 1914.
14. Зитте Камилло. Городское строительство с точки зрения его художественных принципов. М. 1925.
15. Иванов В. Ф., проф. Города-сады и поселки для рабочих. Л. 1925.
16. Карпович В. С., проф. Современное рабочее строительство. Л. 1926.
17. Кнати Б. Г. Города-сады в связи с жилищным вопросом. П. 1917.
18. Ковалевский Г. П., инж. Большой город и города-сады. К. 1916.
19. Купффер Э. Ю., инж. арх. Жилой дом. СПб. 1914.
20. Мачинский В. Д., проф. Рабочий поселок. М. 1925.
21. Мижурев П. Г. Салы-города и жилищный вопрос в Англии. П. 1916.
22. Островский В. В. Жилищный вопрос и кооперация. П. 1919.
23. Правление Общества Московско-Казанской железной дороги. Поселок для служащих дороги. М. 1913.
24. Прейс П. В., инж. Планировка городов и поселков. Л. 1927.
25. Проект норм и правил по поселковому строительству при государственных районных электростанциях.
26. Семенов В. Н., инж. Благоустройство городов. М. 1912.
27. Современное строительство Германии. М. 1928.
28. Современное жилищное строительство на Западе. М. 1925.
29. Сокольский В. А., проф. Принципы экономичности и их выражение в современном строительстве. СПб. 1910.
30. Труды XI Всероссийского Водопрводного и Санитарно-Технического Съезда в Риге. М. 1914.
31. Фролов А. П., проф. Об учреждении товарищества „Поселок служащих Московско-Виндаво-Рыбинской жел. дороги“. СПб. 1914.
32. Venoit-Lévy Georges. La ville et son image. Paris. 1910.
33. Le Corbusier. Urbanisme. Paris. 1924.
34. Joyant Ed., ingénieur en chef des ponts et chaussées. Traité d'Urbanisme. Paris. 1923.
35. Les Cités-jardins de la Compagnie du Nord. Extrait de la Revue Art et Décoration. Paris. 1922.
36. Rapport, présenté au nom de la Compagnie du Nord par Monsieur Dautry, Ingénieur en Chef du Service de la Voie, au Congrès de l'Habitation, tenu à Lille, le 9 Décembre 1922.
37. Manual on the Preparation of State-Aided Housing schemes. London. 1919.

Б. Журналы:

1. Ежегодник Общества Архитекторов Художников, вып. XII. Л. 1927.
2. Ежегодник МАО (Московского Архитектурного Общества). Юбилейный выпуск № 5. М. 1928.
3. Еженедельник Общества Архитекторов Художников. СПб. 1916.
4. Жилищное Товарищество—Жилище и строительство.
5. Зодчий. 1916, 1917.
6. Строительная Промышленность. 1926—1929.
7. Строительство Москвы. 1928—1929.
8. Moderne Bauformen. 1928, 1929.
9. Städtebau. 1928, 1929.
10. Wasmuths Monatshefte für Baukunst. 1928, 1929.
11. Garden cities town planning. 1928.

Вычисление наибольших расчетных напряжений при сжатии соприкасающихся тел.

Рациональная форма поверхности соприкасания колеса и рельса.

1. В предыдущей работе „К вопросу о местных напряжениях в связи со смятием рельса“¹ нами были получены формулы для вычисления главных напряжений в точках, расположенных на линии, проходящей через центр эллиптической площадки соприкасания сжимаемых тел.

Эта ось была взята за ось Z , ось X совпала с большой осью эллипса давления,—ось Y —с малой осью.

Были приняты следующие обозначения:

P — сила, сжимающая соприкасающиеся тела

a — большая полуось эллипса соприкасания

b — малая полуось

E_0 — модуль нормальной упругости

σ — коэффициент Пуассона

λ и μ — упругие постоянные Lamé²

e — эксцентриситет эллипса соприкасания

β — отношение полуосей $\frac{b}{a}$

z — расстояние точки на оси Z от площадки давления

φ — $\text{arccsig } \frac{z}{a}$

$$dnV = V \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}$$

$V = F(e, \varphi)$ — эллиптический интеграл первого рода при модуле e и амплитуде φ

$$\int_0^{\varphi} dn^2 u \, du = E(e, \varphi) \text{ эллиптический интеграл второго рода}$$

$q_0 = \frac{3P}{2\pi ab}$ — нормальное напряжение в центре площадки соприкасания

X_x, Y_y, Z_z — нормальные напряжения в данной точке.

Главные напряжения X_x, Y_y и Z_z выразились следующими формулами:

$$Z_z = -q_0 \beta \frac{\sin^2 \varphi}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}} \dots \dots \dots (2)$$

¹ Сборник Ленинградского Института инженеров путей сообщения, 99.

² $\lambda = \frac{E_0 \sigma}{(1 + \sigma)(1 - 2\sigma)}$; $\mu = \frac{E_0}{2(1 + \sigma)}$.

$$X_x = -q_0 \beta \left\{ -\frac{\lambda+2\mu}{\lambda+\mu} \frac{z}{a} \frac{1}{e^2} (F-E) + \right. \\ \left. + \frac{\lambda}{\lambda+\mu} \frac{1}{\beta^2} \left(\sqrt{1-e^2} \sin^2 \varphi - \frac{z}{a} E \right) + \right. \\ \left. + \frac{\mu}{\lambda+\mu} \frac{1}{e^2} \left(1 - \sqrt{1-e^2} \sin^2 \varphi \right) \right\} \dots \dots \dots (2)$$

$$Y_y = -q_0 \beta \left\{ \frac{\lambda+2\mu}{\lambda+\mu} \left[\frac{z}{a} \frac{1}{e^2} (F-E) + \frac{1}{\beta^2} \sqrt{1-e^2} \frac{\cos^2 \varphi}{\sin^2 \varphi} \right] + \right. \\ \left. + \frac{\lambda}{\lambda+\mu} \frac{1}{\beta^2} \sqrt{1-e^2} \sin^2 \varphi - \frac{2}{\beta^2} \frac{z}{a} E + \right. \\ \left. + \frac{\mu}{\lambda+\mu} \frac{1}{e^2} \left(\frac{1}{\sqrt{1-e^2} \sin^2 \varphi} - 1 \right) \right\} \dots \dots \dots (3)$$

В настоящей заметке приводятся таблицы и графики значений $\frac{X_x}{q_0}$, $\frac{Y_y}{q_0}$, $\frac{Z_z}{q_0}$ и разностей $\frac{Z_z - X_x}{q_0}$, $\frac{Z_z - Y_y}{q_0}$ для различных значений эксцентриситета e .

По полученным графикам было для каждого e найдено положение (z_0) той точки на оси Z , в которой разность главных напряжений достигает наибольшей величины; одновременно получалась и величина этой наибольшей разности ($\gamma_x = \frac{Z_z - X_x}{q_0}$ или $\gamma_y = \frac{Z_z - Y_y}{q_0}$, в зависимости от значения e).

Величины коэффициентов γ_x и γ_y , а также значения отношений $\frac{z_0}{a}$ и $\frac{z_0}{b}$ представлены графически на фиг. 5 в функции от эксцентриситета e .

Из рассмотрения этих графиков следует, что наибольшая величина коэффициентов γ колеблется весьма мало при изменении e , а именно в пределах от 0,608 до 0,650.

Координата z_0 точки с наибольшей разностью главных напряжений изменяется от 0,5 b до 0,78 b .

Таким образом, можно считать, что при любом эксцентриситете эллипса соприкосновения можно заменить напряженное состояние в опасной точке эквивалентным растяжением с напряжением 0,63 q_0 ;

на прочности материала форма площадки соприкосновения почти совсем не сказывается, и наибольшие напряжения зависят лишь от сжимающей силы и величины площадки соприкосновения.

Условие прочности может быть написано в таком виде:

$$0,63 q_0 \leq R_0, \text{ где}$$

R_0 — допускаемое напряжение на растяжение или сжатие.¹

Для вычисления q_0 , размеров площадки соприкосновения и наибольших расчетных напряжений на поверхности соприкосновения приведены таблицы 7 и 8, и графики 6 и 8, взятые из нашей работы „Местные напряжения при сжатии соприкасающихся тел“.²

Эти графики и таблицы даны в функции величин A и B , характеризующих форму и размеры поверхностей соприкасающихся тел. На фиг. 9 дан график коэффициентов γ для вычисления расчетных напряжений во внутренних точках, тоже перестроенный в функции величин A и B .

Таким образом сведен вместе весь материал по проверке прочности в отношении местных напряжений при сжатии соприкасающихся тел.

В §§ 4 и 5 полученные формулы применены к исследованию вопроса о рациональной форме очертания головки рельса.

Показано, что при существующей форме (радиус 300 мм) мы неизбежно получаем по расчету такие высокие расчетные напряжения, эквивалентные напряжениям при простом растяжении, — 60—70 кг/мм², что остаточные пластические деформации — смятие, неизбежны в большом масштабе.

Необходимо понизить расчетные напряжения 0,63 q_0 до величины хотя бы 50 кг/мм².

Для этого надо или увеличить радиус головки рельса до 600 мм, или придать бандажу криволинейное очертание в плоскости, перпендикулярной оси рельса (фиг. 13).

В этом случае возможно остаться при существующем радиусе головки — 300 мм, при радиусе поперечного сечения бандажа — 600 мм.

2. При составлении графиков для главных напряжений и их разностей в точках оси Z в первую очередь была сделана проверка этих формул для случая кругового контура соприкосновения, $e = 0$; этот случай разобран проф. А. Н. Диняком. — (Удар и сжатие упругих тел).

При $e = 0$ и $\beta = 1$

$$Z_z = -q_0 \sin^2 \varphi = -q_0 \frac{a^2}{a^2 + z^2},$$

в выражении для X_z мы встречаемся с неопределенностями:

$$\frac{F - E}{e^2} = \frac{0}{0} \quad \text{при } e = 0$$

и

$$1 - \sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi} = \frac{0}{0} \quad \text{при } e = 0;$$

¹ Мы пренебрегаем влиянием на прочность материала среднего по величине главного напряжения.

Новейшие исследования (Ros, Versuche zur Klärung der Frage der Bruchgefahr, Verhandlungen des 2. Internationalen Kongresses für Technische Mechanik, Zürich) показали, что ошибка при таком пренебрежении оказывается незначительной.

² Сборник „Инженерные сооружения и Строительная Механика“ — Лиг. 1924 г.

так как

$$F'(e, \varphi) - E(e, \varphi) = e^2 \int_0^u \operatorname{Sn}^2 u \, du,$$

то

$$\frac{F-E}{e^2} = \int_0^u \operatorname{Sn}^2 u \, du;$$

при $e = 0$

$$u = \int_0^\varphi \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - e^2 \sin^2 \varphi}} = \varphi \text{ и}$$

$$\frac{F-E}{e^2} = \int_0^\varphi \sin^2 \varphi \, d\varphi = -\frac{1}{2} (\sin \varphi \cos \varphi - \varphi)$$

Вторая неопределенность раскрывается обычным образом (по правилу отношения производных)

$$\frac{1 - \sqrt{1 - e \sin^2 \varphi}}{e^2} = \frac{\sin^2 \varphi}{2}$$

Тогда выражение для X_x принимает вид (при $\frac{z}{a} = \operatorname{ctg} \varphi$):

$$X_x = -q_0 \left\{ \frac{\lambda + 2\mu}{2(\lambda + \mu)} \operatorname{ctg} \varphi (\cos \varphi \sin^3 \varphi - \varphi) + \frac{\lambda}{\lambda + \mu} (1 - \varphi \operatorname{ctg} \varphi) + \frac{\mu}{2(\lambda + \mu)} \sin^2 \varphi \right\} =$$

$$= -q_0 \left\{ \frac{3\lambda + 2\mu}{2(\lambda + \mu)} (1 - \varphi \operatorname{ctg} \varphi) - \frac{1}{2} \sin^2 \varphi \right\} =$$

$$= -q_0 \left\{ (1 + \tau) \left(1 - \frac{z}{a} \operatorname{arccotg} \frac{z}{a} \right) - \frac{1}{2} \frac{a^2}{a^2 + z^2} \right\},$$

что полностью совпадает с формулами, данными проф. А. П. Диняком.

После указанной проверки были произведены вычисления по формулам (1, 2, 3) для X_x , Y_y и Z_z , при разных значениях эксцентриситета e и отношения $\frac{z}{a} = \frac{z}{b} \beta$.

Результаты вычисления сведены в таблицы 1, 2, 3, и нанесены на графики.

ТАБЛИЦА 1.

Отношение $\frac{Z_z}{q_0}$

$\frac{z}{a}$	e	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,98	0,995
0		1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
0,087		0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,98	0,96	0,91	0,75
0,176		0,97	0,97	0,97	0,97	0,96	0,96	0,96	0,94	0,91	0,86	0,73	0,49
0,364		0,88	0,88	0,88	0,87	0,86	0,85	0,83	0,80	0,72	0,61	0,45	0,25
0,577		0,75	0,74	0,74	0,73	0,72	0,70	0,67	0,62	0,53	0,41	0,28	0,15
0,790		0,67	0,67	0,66	0,65	0,61	0,62	0,58	0,53	0,43	0,33	0,22	0,12
0,839		0,58	0,58	0,57	0,57	0,55	0,53	0,50	0,44	0,35	0,27	0,18	0,09
1,000		0,50	0,50	0,49	0,48	0,46	0,44	0,41	0,36	0,28	0,21	0,14	0,07
1,192		0,41	0,41	0,40	0,39	0,38	0,36	0,33	0,29	0,22	0,16	0,11	0,05
1,752		0,25	0,24	0,24	0,23	0,22	0,21	0,19	0,16	0,12	0,09	0,06	0,03

ТАБЛИЦА 2.

Отношение $\frac{\bar{X}_e}{q_0}$

$\frac{z}{a}$ \ e	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,98	0,995
0	0,80	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,77	0,75	0,72	0,69	0,67	0,64
0,087	0,63	0,63	0,63	0,62	0,62	0,61	0,60	0,58	0,53	0,48	0,41	0,28
0,176	0,48	0,49	0,49	0,48	0,48	0,47	0,46	0,43	0,39	0,33	0,25	0,15
0,364	0,26	0,27	0,27	0,27	0,26	0,25	0,24	0,22	0,18	0,15	0,10	0,05
0,577	0,11	0,13	0,13	0,13	0,13	0,12	0,11	0,10	0,07	0,07	0,04	0,02
0,700	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,07	0,06	0,05	0,03	0,02	0,01
0,839	0,03	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01
1,000	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0
1,192	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0	0	0	0
1,732	0	0	-0,01	-0,01	-0,01	0	0	0	0	0	0	0

ТАБЛИЦА 3.

Отношение $\frac{\bar{Y}}{q_0}$

$\frac{z}{a}$ \ e	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,98	0,995
0	0,80	0,80	0,80	0,81	0,81	0,82	0,83	0,85	0,88	0,91	0,93	0,92
0,087	0,64	0,64	0,64	0,63	0,63	0,63	0,62	0,60	0,54	0,47	0,32	0,12
0,176	0,51	0,50	0,49	0,49	0,47	0,46	0,44	0,40	0,31	0,22	0,10	0,01
0,364	0,29	0,29	0,28	0,26	0,25	0,23	0,20	0,16	0,09	0,03	0	-0,01
0,577	0,16	0,14	0,13	0,12	0,11	0,10	0,08	0,05	0,02	-0,01	-0,01	-0,01
0,700	0,11	0,10	0,09	0,08	0,07	0,06	0,04	0,02	0	-0,01	-0,01	-0,01
0,839	0,07	0,06	0,05	0,05	0,03	0,03	0,02	0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
1,000	0,04	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01	0	0	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
1,192	0,02	0,02	0,01	0	0	0	0	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01
1,732	0	0	0	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0	0

ТАБЛИЦА 4.

Отношение $\frac{\bar{Z}_e - \bar{X}_e}{q_0}$

$\frac{z}{a}$ \ e	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,98	0,995
0	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,22	0,23	0,25	0,28	0,31	0,33	0,36
0,087	0,36	0,36	0,36	0,37	0,37	0,38	0,39	0,41	0,45	0,48	0,50	0,47
0,176	0,49	0,48	0,48	0,49	0,49	0,49	0,50	0,51	0,52	0,53	0,48	0,34
0,364	0,62	0,61	0,61	0,60	0,60	0,60	0,60	0,58	0,54	0,46	0,35	0,20
0,577	0,64	0,62	0,61	0,60	0,59	0,58	0,56	0,52	0,46	0,34	0,24	0,13
0,700	0,60	0,59	0,58	0,57	0,56	0,54	0,51	0,47	0,38	0,30	0,20	0,11
0,839	0,55	0,54	0,53	0,52	0,50	0,48	0,45	0,41	0,32	0,25	0,17	0,08
1,000	0,48	0,47	0,46	0,45	0,44	0,42	0,39	0,34	0,27	0,20	0,13	0,07
1,192	0,40	0,40	0,39	0,38	0,37	0,35	0,32	0,28	0,22	0,16	0,11	0,03
1,732	0,25	0,25	0,25	0,24	0,23	0,21	0,19	0,16	0,12	0,09	0,06	0,03

ТАБЛИЦА 5.

Отношение $\frac{Z_z - \bar{Y}_y}{q_0}$

$\frac{z}{a}$ \ e	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95	0,98	0,995
0	0,20	0,20	0,20	0,19	0,19	0,18	0,17	0,15	0,12	0,09	0,07	0,04
0,087	0,35	0,35	0,35	0,36	0,36	0,36	0,37	0,39	0,44	0,49	0,59	0,63
0,176	0,45	0,47	0,48	0,48	0,49	0,50	0,52	0,54	0,60	0,64	0,63	0,48
0,364	0,59	0,59	0,60	0,61	0,62	0,62	0,63	0,61	0,63	0,58	0,45	0,26
0,577	0,59	0,60	0,61	0,61	0,61	0,60	0,59	0,57	0,51	0,42	0,29	0,16
0,700	0,56	0,57	0,57	0,57	0,57	0,56	0,54	0,51	0,43	0,34	0,23	0,13
0,839	0,51	0,52	0,52	0,52	0,52	0,50	0,48	0,43	0,36	0,28	0,19	0,10
1,000	0,46	0,46	0,46	0,46	0,45	0,43	0,41	0,36	0,29	0,22	0,15	0,08
1,192	0,39	0,39	0,39	0,39	0,38	0,36	0,33	0,30	0,23	0,17	0,11	0,06
1,732	0,25	0,25	0,24	0,24	0,23	0,22	0,20	0,17	0,13	0,10	0,06	0,03

ТАБЛИЦА 6.

e	β	max γ_x	max γ_y	max γ	max	$\frac{z_0}{a}$	$\frac{z_0}{b}$
0,1	0,995	0,64	0,60 ₃	0,61		0,50	0,50
0,2	0,980	0,63	0,61	0,63		0,49	0,50
0,3	0,954	0,62	0,61 ₃	0,62		0,48	0,50
0,4	0,916	0,61 ₃	0,62	0,62		0,47	0,51
0,5	0,866	0,61	0,62 ₃	0,62 ₃		0,46	0,53
0,6	0,800	0,60	0,63	0,63		0,44	0,55
0,7	0,714	0,59	0,63 ₃	0,63 ₃		0,41	0,58
0,8	0,600	0,58	0,64	0,64		0,37	0,62
0,9	0,436	0,55	0,61 ₃	0,64 ₃		0,30	0,68
0,95	0,312	0,53	0,65	0,65		0,22	0,72
0,98	0,199	0,51	0,64 ₃	0,64 ₃		0,15	0,75
0,995	0,100	0,50	0,62 ₃	0,62 ₃		0,08	0,77

Затем составлены таблицы 4 и 5 и графики для величин

$$\gamma_x = \frac{Z_z - X_x}{q_0} \text{ и } \gamma_y = \frac{Z_z - Y_y}{q_0}$$

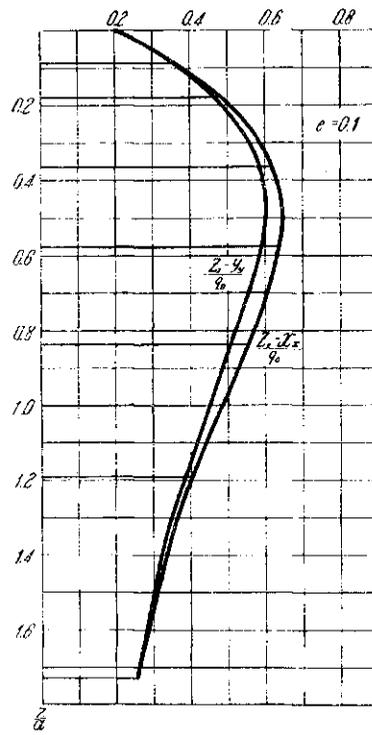
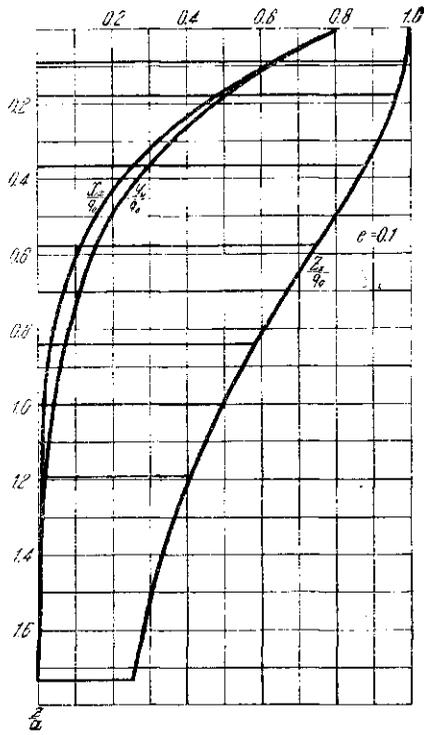
в функции e и $\frac{z}{a}$.

Для значений эксцентриситета $e = 0,1; 0,5; 0,9; 0,995$ эти графики приведены на фиг. 1, 2, 3, 4.

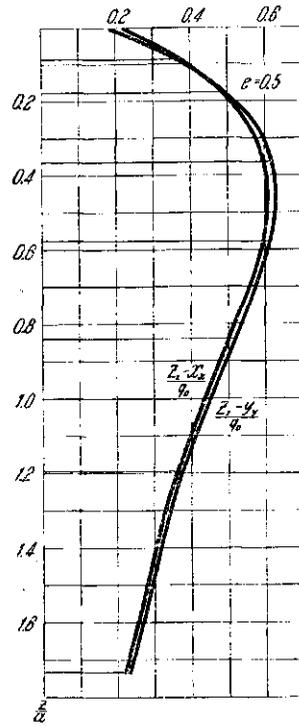
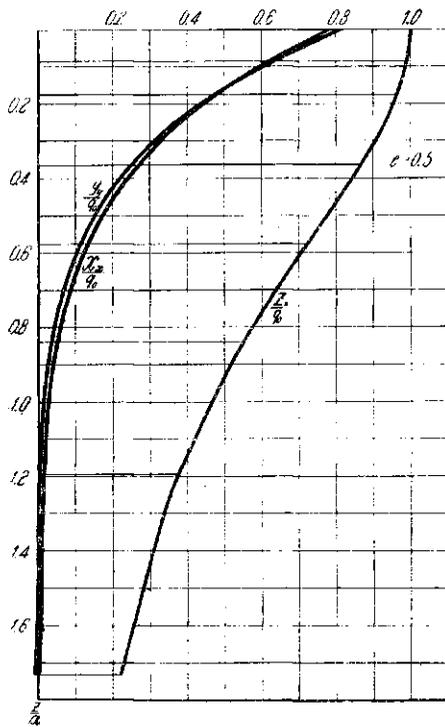
Из них видно, что сначала большей разностью является $Z_z - X_x$, а потом $Z_z - Y_y$.

Величины самих напряжений затухают довольно быстро; величины же разностей главных напряжений затухают гораздо медленнее.

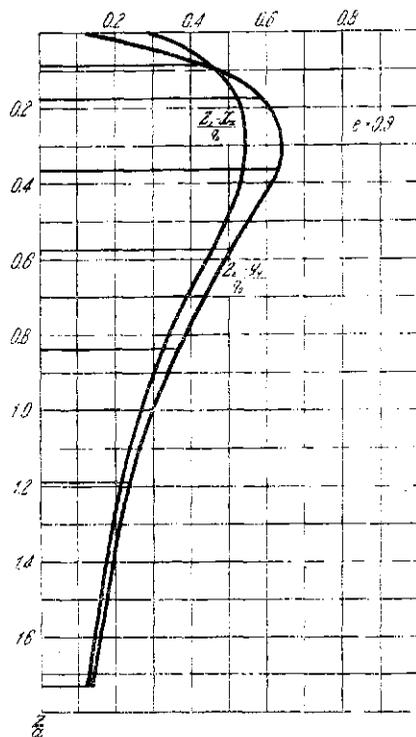
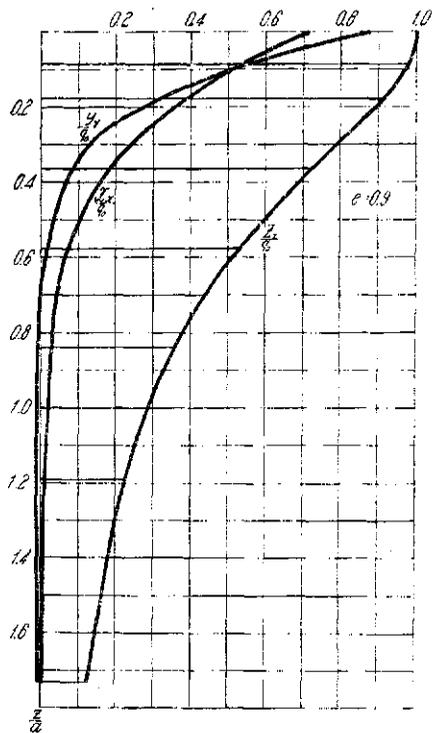
Пользуясь этими графиками при каждом данном e , найдено наибольшее значение каждого из коэффициентов γ .



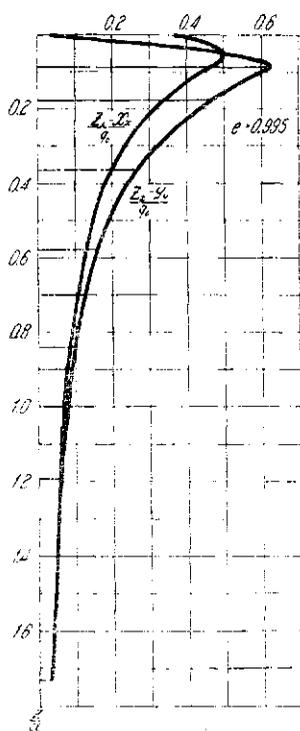
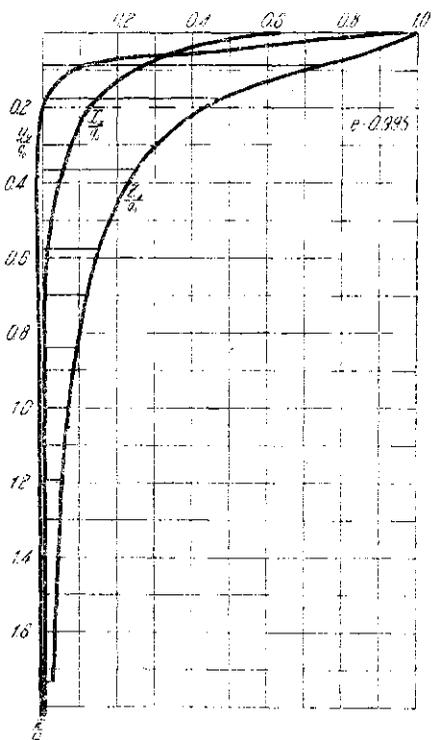
Фиг. 1.



Фиг. 2.



Фиг. 3.



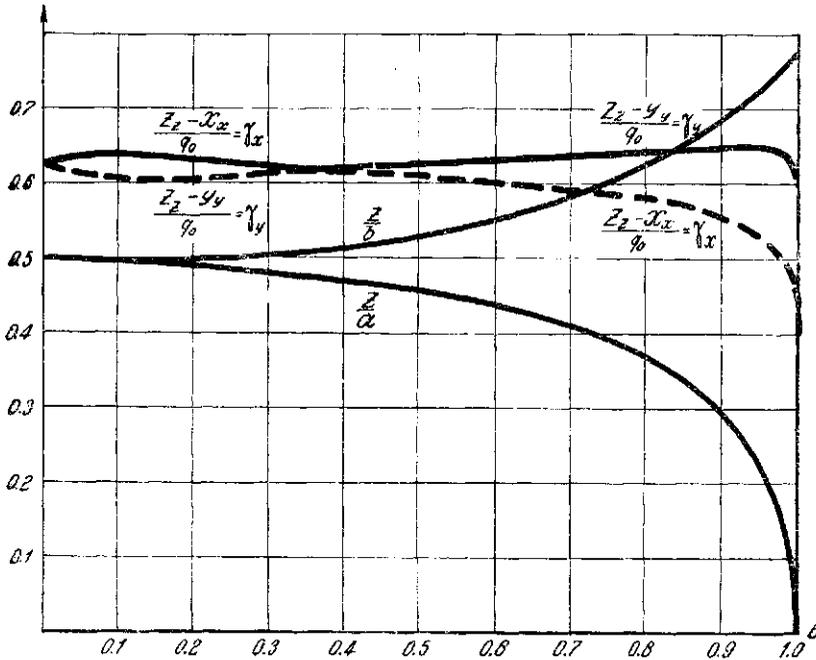
Фиг. 4.

Результаты сведены в таблицу 6 и представлены графически на фиг. 5.

Там же помещены отношения координаты z_0 опасной точки (с шах. шах. γ) к полуосям a и b .

Как видно из нее шах. коэффициентов γ колеблется между 0,608 и 0,650.

Пунктиром на этой графике показаны значения шах γ_x и шах γ_y , а сплошной линией шах. шах. γ .



Фиг. 5.

При увеличении эксцентриситета эллипса соприкасания за счет увеличения большой полуоси a при постоянной малой — b , — величина $\frac{z_0}{b}$, определяющая положение опасной точки, изменяется от 0,5 до 0,78.

В результате исследования распределения напряжений в точках оси Z , можно установить, что наибольшая разность главных напряжений изменяется при разных e от 0,608 до 0,650 q_0 , т.-е. остается почти постоянной.

Расстояние же опасной точки от поверхности соприкасания меняется от 0,5 b (при $e = 0$) до 0,78 b (при $e = 1$, — полоска соприкасания).

Таким образом, величина напряжения, определяющего прочность материала при сжатии соприкасающихся тел, зависит почти исключительно от величины

$$q_0 = \frac{3P}{2\pi ab},$$

т.-е. от сжимающей силы и величины площадки соприкасания.

В дальнейших расчетах мы за это напряжение принимаем величину $0,63 q_0$.

3. С определением напряжений в точках оси Z можно считать, что вопрос о проверке прочности при статическом сжатии соприкасающихся тел освещен с точки зрения практики достаточно подробно.

Имея подробные исследования распределения напряжений во всех точках соприкасающихся тел при двух крайних значениях e ($e=0$ * и $e=1$ **), и в точках по площадке соприкасания и по оси Z при любых значениях e^2 можно с достаточной уверенностью предполагать, что величины наибольшей разности главных напряжений найдены.

Поэтому представляется желательным свести вместе полученные результаты и дать возможность быстрого определения расчетных величин местных напряжений в разных случаях.

Различаем два основных случая, — первоначальное соприкасание в точке и по линии.

Пример первого — работа шарика в шариковом подшипнике, пример второго — работа мостового катка.

В первом случае после деформации соприкасание происходит по эллиптической площадке с полуосями a и b .

Величина эксцентриситета эллипса

$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}} = \sqrt{1 - \beta^2}$$

зависит лишь от величины и формы соприкасающихся тел.

Называем кривизны главных нормальных сечений первого тела K_{11} и K_{12} , и второго K_{21} и K_{22} ; в том практически наиболее важном случае, когда при соприкасании плоскости главных нормальных сечений совпадают (принято, что совпадает плоскость 11 первого тела и плоскость 21 второго), находим величины A и B , определяемые равенствами:

$$\left. \begin{aligned} A &= K_{11} + K_{21} \\ B &= K_{12} + K_{22} \end{aligned} \right\}; \dots \dots \dots (4)$$

тогда эксцентриситет эллипса соприкасания является функцией отношения $\frac{A}{B}$ и определяется формулой

$$\frac{A}{B} = \frac{\beta^2(K - E)}{E - \beta^2 k}, \dots \dots \dots (5)$$

где K и E суть полные эллиптические интегралы модуля e .

Так как безразлично, какое из соприкасающихся тел называть первым и какое вторым, условимся всюду так выбирать эти обозначения, чтобы A было бы меньшей из величин A и B , определяемых формулами (4).

* А. Двинник. Удар и сжатие упругих тел.

** Н. Беляев. Местные напряжения при сжатии соприкасающихся тел.

Величины эксцентриситета e и отношения $\frac{b}{a} = \beta$ (b — малая, а a — большая полуось эллипса соприкасания) даны в функции $\frac{A}{B}$ в таблице 7.

Величина полуоси a эллипса давления определяется формулой

$$a = m_a \sqrt[3]{\frac{P}{2AE_0}}, \dots \dots (6)$$

где E_0 — модуль нормальной упругости, а m_a — коэффициент, зависящий от $\frac{A}{B}$ и от отношения Пуассона σ .

Значения этого коэффициента при $\sigma = 0,3$ даны в таблице 7.

Полуось b определяется формулой

$$b = \beta a.$$

Нормальные напряжения Z_z по площадке соприкасания распределены по закону полуэллипсовда и достигают наибольшей величины в центре площадки соприкасания;

эта величина равна

$$q_0 = \frac{3P}{2\pi ab},$$

т.е. в $1\frac{1}{2}$ раза больше среднего давления по площадке.

Для q_0 мы имеем формулу

$$q_0 = m_q \sqrt[3]{4PA^2E_0^2}, \dots \dots \dots (7)$$

где m_q — коэффициент, зависящий от $\frac{A}{B}$ и от σ . Величины этого коэффициента при $\sigma = 0,3$ даны в таблице 7 и на графике 6.

Наконец сближение соприкасающихся тел в результате деформации выражается формулой

$$\alpha = m_\alpha \sqrt[3]{\frac{2P^2A}{E_0^2}}, \dots \dots \dots (8)$$

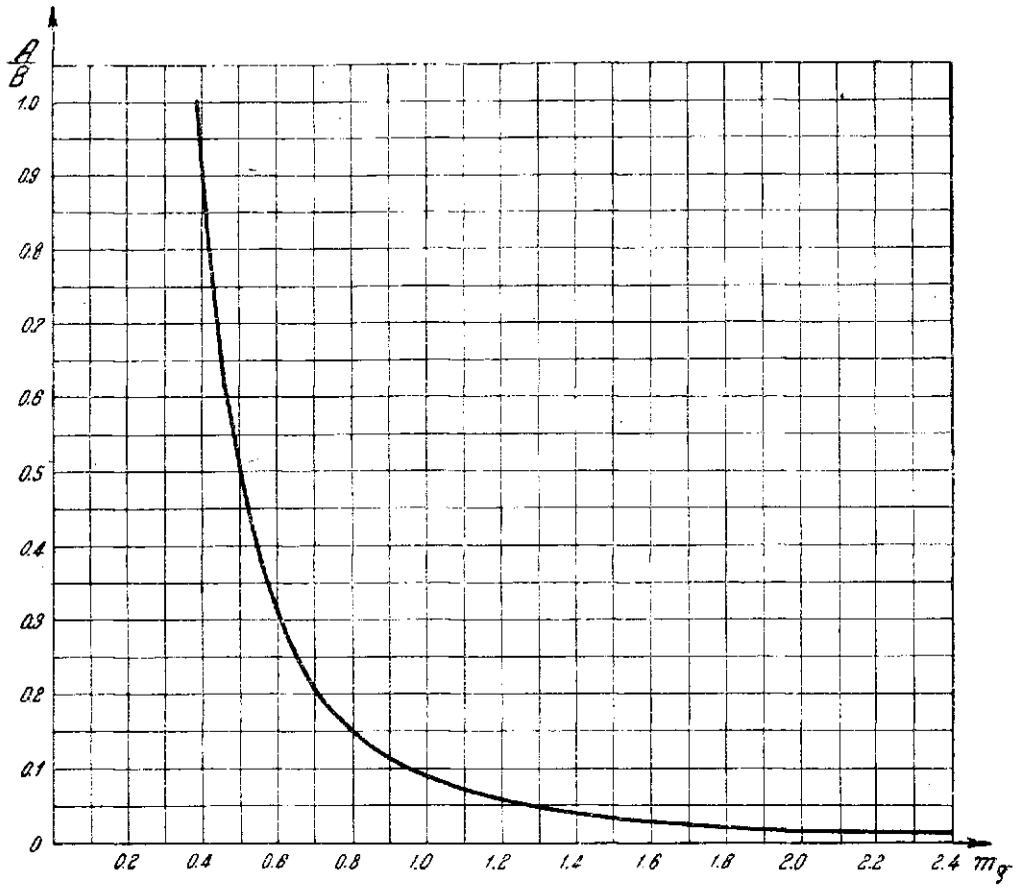
величины коэффициента m_α при $\sigma = 0,3$ приведены в таблице 7.

Для наиболее простых форм поверхностей соприкасания в таблице 8 даны формулы для A , B , q_0 , a и α (фиг. 7).

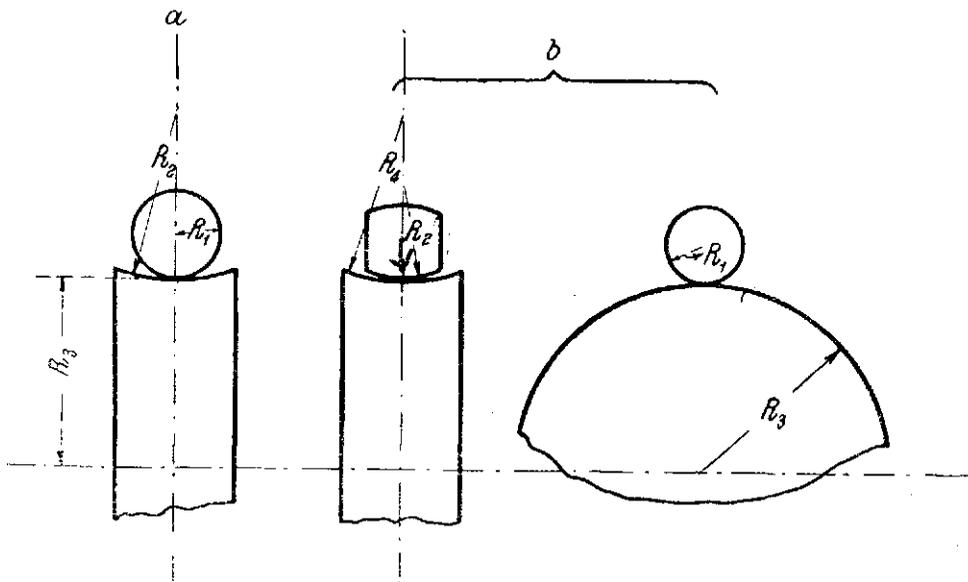
Для проверки прочности необходимо определить наибольшую разность главных напряжений, эквивалентную напряжению при простом растяжении.

ТАБЛИЦА 7.

$\frac{A}{B}$	e	m_q	m_a	m_α
1,00	0	0,388	1,109	1,230
0,90	0,35	0,400	1,130	1,256
0,80	0,50	0,420	1,156	1,280
0,70	0,61	0,440	1,180	1,300
0,60	0,70	0,468	1,214	1,330
0,50	0,78	0,490	1,242	1,370
0,40	0,84	0,536	1,282	1,420
0,30	0,89	0,600	1,324	1,476
0,20	0,93	0,716	1,390	1,550
0,15	—	0,800	1,440	1,610
0,10	0,97	0,970	1,500	1,690
0,05	—	1,280	1,600	1,800
0,02	—	1,800	1,730	1,960
0,010	—	2,721	1,790	2,085
0,007	0,999	3,202	1,826	2,142



Фиг. 6.



Фиг. 7.

ТАБЛИЦА 8.

Наименование соприкасающихся поверхностей	A	B	ϱ_0	α	α
Два шара радиусов R_1 и R_2 .	$\frac{R_1 + R_2}{2R_1R_2}$	$\frac{R_1 + R_2}{2R_1R_2}$	$0,388 \sqrt[3]{\frac{PE^2(R_1 + R_2)^3}{R_1^2R_2^2}}$	$1,109 \sqrt[3]{\frac{P}{E} \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2}}$	$1,23 \sqrt[3]{\frac{P^2}{E^2} \frac{R_1 + R_2}{R_1R_2}}$
Шар радиуса R и плоскость.	$\frac{1}{2R}$	$\frac{1}{2R}$	$0,388 \sqrt[3]{\frac{PE^2}{R^3}}$	$1,109 \sqrt[3]{\frac{P}{E} R}$	$1,23 \sqrt[3]{\frac{P^2}{E^2 R}}$
Два цилиндра накрест радиусов R и r ; $R > r$.	$\frac{1}{2R}$	$\frac{1}{2r}$	$m_q \sqrt[3]{\frac{PE^2}{R^3}}$	$m_\alpha \sqrt[3]{\frac{PR}{E}}$	$m_\alpha \sqrt[3]{\frac{P^2}{E^2 R}}$
Шар радиуса R_1 и цилиндр радиуса R_2 , $R_2 < R_1$.	$\frac{1}{2R_1}$	$\frac{1}{2} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$	$m_q \sqrt[3]{\frac{PE^2}{R_1^2}}$	$m_\alpha \sqrt[3]{\frac{PR_1}{E}}$	$m_\alpha \sqrt[3]{\frac{P^2}{E^2 R_1}}$
Шар радиуса R_1 и цилиндрический жолоб радиуса R_2 ; $R_2 > R_1$.	$\frac{1}{2} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$	$\frac{1}{2R_1}$	$m_q \sqrt[3]{\frac{PE^2(R_2 - R_1)^2}{R_1^2R_2^2}}$	$m_\alpha \sqrt[3]{\frac{PR_1R_2}{E(R_2 - R_1)}}$	$m_\alpha \sqrt[3]{\frac{P^2(R_2 - R_1)}{E^2R_1R_2}}$
Шар радиуса R_1 и вогнутая шаровая поверхность радиуса R_2 , $R > R_1$.	$\frac{R_2 - R_1}{2R_2R_1}$	$\frac{R_2 - R_1}{2R_2R_1}$	$0,388 \sqrt[3]{\frac{PE^2(R_2 - R_1)^3}{R_2^2R_1^2}}$	$1,109 \sqrt[3]{\frac{PR_1R_2}{E(R_2 - R_1)}}$	$1,23 \sqrt[3]{\frac{P^2(R_2 - R_1)}{E^2R_1R_2}}$
Шар радиуса R_1 и поверхность вращения радиусов R_2 и R_3 , $R_2 > R_1$. Фиг. 7а. (Шариковый подшипник).	$\frac{1}{2} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$	$\frac{1}{2} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$	$m_q \sqrt[3]{\frac{PE^2(R_2 - R_1)^2}{R_2^2R_1^2}}$	$m_\alpha \sqrt[3]{\frac{PR_1R_2}{E(R_2 - R_1)}}$	$m_\alpha \sqrt[3]{\frac{P^2(R_2 - R_1)}{E^2R_1R_2}}$
Поверхности вращения радиусов R_1 , R_2 и R_3 , $R_1 > R_2$; $R_1 > R_3$. Фиг. 7б. (Подшипник для вагонов и паровозов).	$\frac{1}{2} \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$	$\frac{1}{2} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3} \right)$	$m_q \sqrt[3]{\frac{PE^2(R_2 - R_3)^2}{R_2^2R_3^2}}$	$m_\alpha \sqrt[3]{\frac{PR_2R_3}{E(R_1 - R_2)}}$	$m_\alpha \sqrt[3]{\frac{P^2(R_2 - R_3)}{E^2R_2R_3}}$

Эту разность и следует сравнивать с обычным допускаемым напряжением на растяжение.

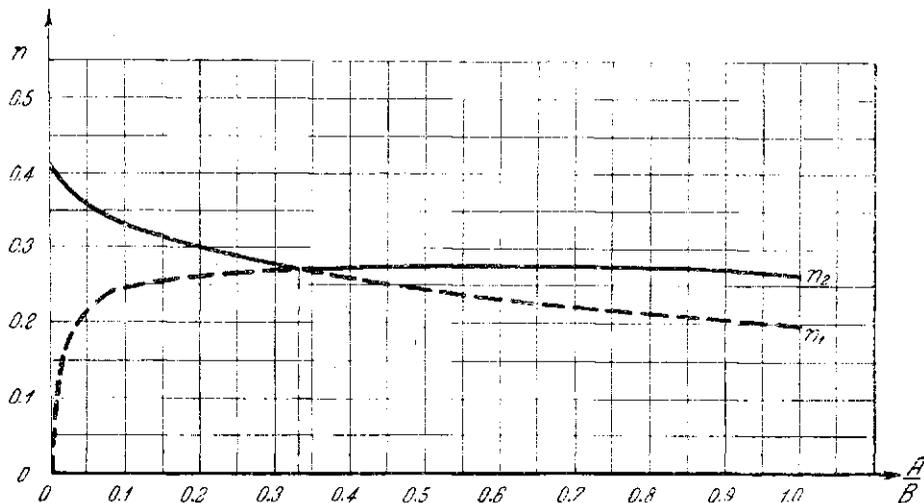
На площадке соприкосновения наибольшая разность главных напряжений получается или в центре или в конце большой полуоси в зависимости от отношения $\frac{A}{B}$; для центра эллипса эта разность равна

$$n_1 q_0$$

а для конца большой полуоси

$$n_2 q_0,$$

где n_1 и n_2 — коэффициенты, зависящие от отношения $\frac{A}{B}$ и от σ .



Фиг. 8.

Графики для этих коэффициентов даны на фиг. 8, где сплошной линией показана расчетная часть каждого из графиков. Пока $\frac{A}{B} \leq 0,33$ опасной точкой является центр эллипса; при $\frac{A}{B} \geq 0,33$ — конец большой полуоси.

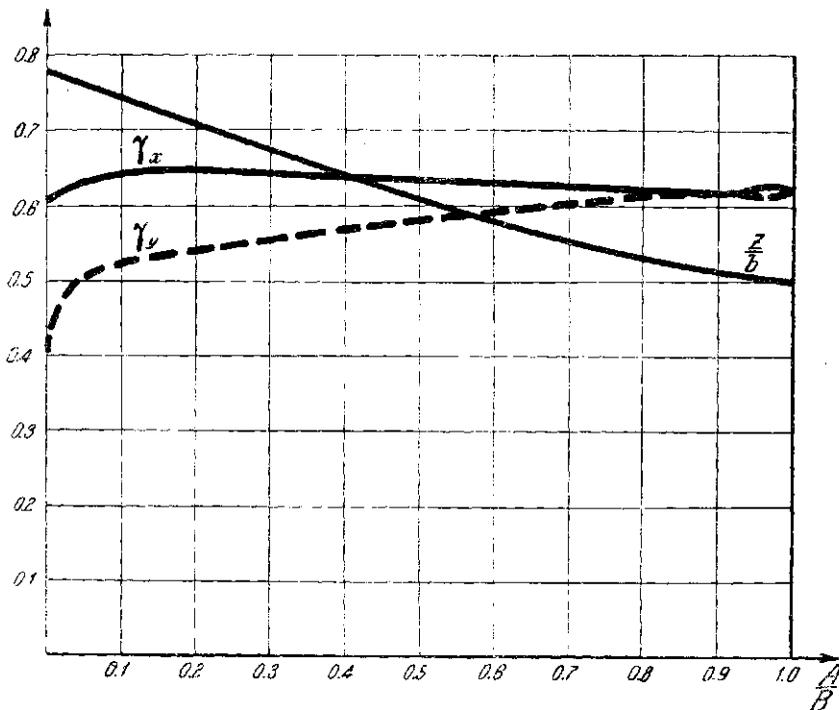
Наибольшее значение коэффициентов n не превышает 0,4.

Наиболее опасной точкой является одна из точек оси Z , — перпендикулярной к площадке соприкосновения и проходящей через центр эллипса.

Координата z_0 этой точки и величина наибольшей разности главных напряжений — γq_0 в ней определяются графиками фиг. 9, построенными в функции $\frac{A}{B}$; γ — коэффициент, показанный сплошной линией.

Как уже указано выше, этот коэффициент колеблется мало и может быть принят равным в среднем 0,63.

Для второго случая соприкасания, — по линии, (цилиндрические поверхности), эллипс соприкасания обращается в бесконечную полосу шириной $2b$.



Фиг. 9.

Принимая давление на единицу длины линии соприкасания равным p , получаем для величины b формулу:

$$b = 2 \sqrt{\frac{p}{B} \frac{1 - \sigma^2}{\pi E_0}}; \dots \dots \dots (9)$$

для случая двух соприкасающихся цилиндров радиусов R_1 и R_2

$$B = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \dots \dots \dots (10)$$

для цилиндра в цилиндрической впадине больший радиус следует считать отрицательным.

Для цилиндра радиуса R и плоскости

$$b = 1,08 \sqrt{\frac{pR}{E_0}} \dots \dots \dots (11)$$

Наибольшее давление в центре площадки соприкасания

$$q_0 = \frac{2p}{\pi b} = \sqrt{\frac{pBE_0}{\pi(1 - \sigma^2)}} \dots \dots \dots (12)$$

для цилиндра и плоскости

$$q_0 = 0,418 \sqrt{\frac{pE_0}{R}} \dots \dots \dots (13)$$

Наибольшая разность главных напряжений на поверхности получается в центре площадки и равна $0,4 q_0$.

Внутри же соприкасающихся тел эта разность достигает наибольшей величины в точке оси Z на глубине $0,78 b$ и равна $0,61 q_0$.

Таким образом для определения расчетных напряжений которые следует сравнивать с нормальными напряжениями при простом растяжении, надлежит:

вычислить A и B , принимая за A меньшую из этих двух величин (формулы (4), таблица 8);

по отношению $\frac{A}{B}$ найти m_q (график 6);

вычислить q_0 по формуле (7) или (12);

для проверки прочности в точках площадки соприкасания умножить q_0 на коэффициент n (график 8);

для проверки же прочности в наиболее опасной точке умножить q_0 на γ (график 9); можно в среднем считать $\gamma = 0,63$;

величины nq_0 и γq_0 и надлежит сравнивать с допускаемыми напряжениями при простом растяжении или с пределом упругости (текучести).

В качестве примера подсчитаем напряжения, возникающие в рельсе типа IА, IIА или IIIА в месте соприкасания с ним переднего бегунка паровоза Л.

Радиус бегунка $R = 470$ мм

Радиус головки рельса $r = 300$ мм

Нагрузка на колесо $P = 7300$ кг.

Модуль нормальной упругости— $E_0 = 2.10^4 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$.

$$A = \frac{1}{2R}$$

$$B = \frac{1}{2r}$$

Отношение $\frac{A}{B} = \frac{r}{R} = 0,64$;

по графику 6

$$m_q = 0,456$$

$$q_0 = 0,456 \sqrt{\frac{P}{R^2} E_0^2} = 108 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2};$$

таким образом расчетное напряжение внутри рельса (график 9)

$$\gamma q_0 = 0,63 \times 108 = 68 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$$

на поверхности соприкасания расчетное напряжение (график 8)

$$nq_0 = 0,28 \times 108 = 30,2 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}.$$

Таким образом, на поверхности соприкасания расчетные напряжения близки к пределу текучести, внутри же—превышают.

Для определения размеров площадки соприкасания берем из таблицы 8 коэффициент m_a и величины e и β .

$$m_a = 1,2; \quad e = 0,57; \quad \beta = 0,82$$

тогда

$$a = 1,2 \sqrt[3]{\frac{PR}{E_0}} = 6,7 \text{ мм}$$

$$b = \beta a = 5,5 \text{ мм.}$$

4. Полученными результатами воспользуемся для выяснения вопроса об очертаниях профиля головки рельса и бандажа. В обычных условиях можно с достаточной точностью считать соприкасание нового рельса и нового бандажа за касание двух цилиндров, расположенных осями перпендикулярно один к другому.

Называем радиус бандажа R и радиус головки рельса — r .

Если $r < R$, то

$$A = \frac{1}{2R} \text{ и}$$

$$B = \frac{1}{2r};$$

когда r окажется больше R , то наименования A и B в этих формулах должны перемениться местами.

Установим зависимость между r и R при разных нагрузках на колесо так, чтобы наибольшее расчетное напряжение не превосходило определенной величины.

За расчетное напряжение необходимо принять наибольшую разность главных напряжений; эта разность может быть принята равной (в среднем) $0,63 q_0$ в точках, расположенных на глубине нескольких миллиметров от поверхности касания.

На поверхности это же напряжение может быть принято примерно в два раза меньше— $0,3 q_0$.

Таким образом условие прочности может быть написано таким образом

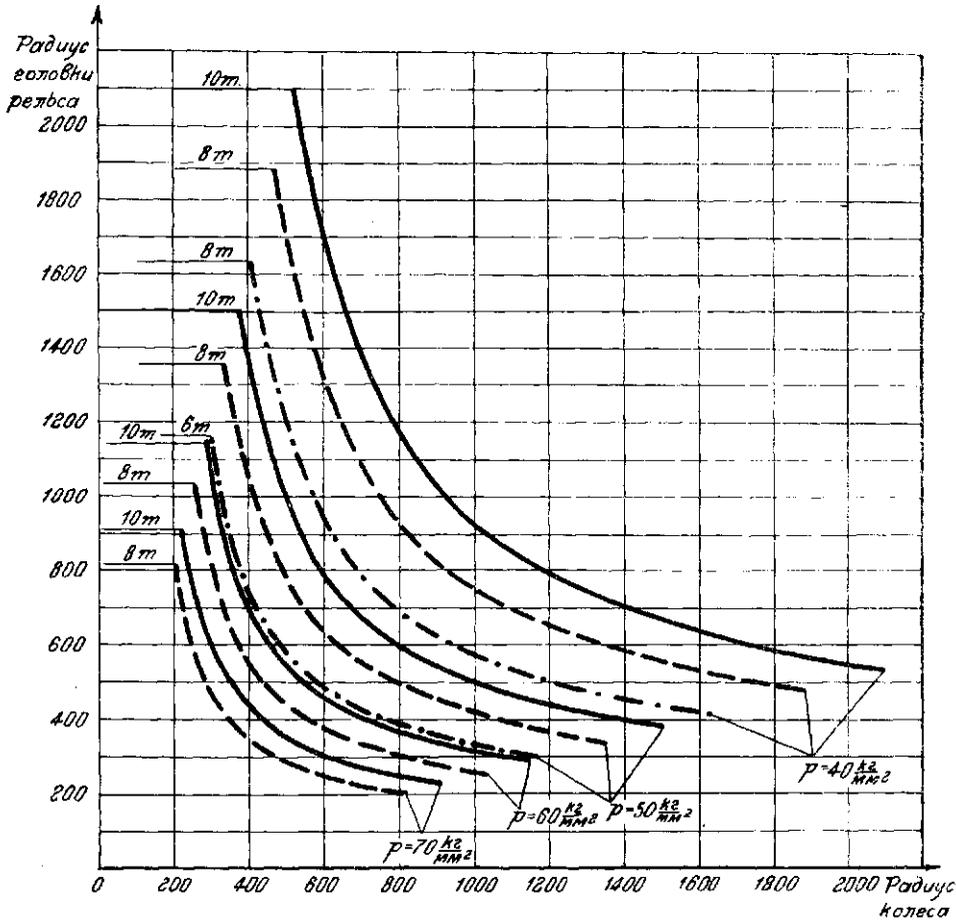
$$0,63 q_0 = 0,63 m_q \sqrt[3]{4PA^2E_0^2} \leq R_0 \dots \dots (14)$$

где R_0 — допускаемое напряжение при простом растяжении.

Так как m_q — функция $\frac{A}{B}$, т.е. функция R и r , и A — функция большего из этих радиусов, то условие (14) дает искомую зависимость между R и r при данном P —, нагрузке на колесо, и R_0 .

При последующих расчетах за P было взято 6, 8 и 10 т, а за R_0 — 70, 60, 50 и 40 $\frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$.

Следует помнить, что условие (14) возможно применить лишь в пределах применимости закона Гука; поэтому, если мы говорим, что



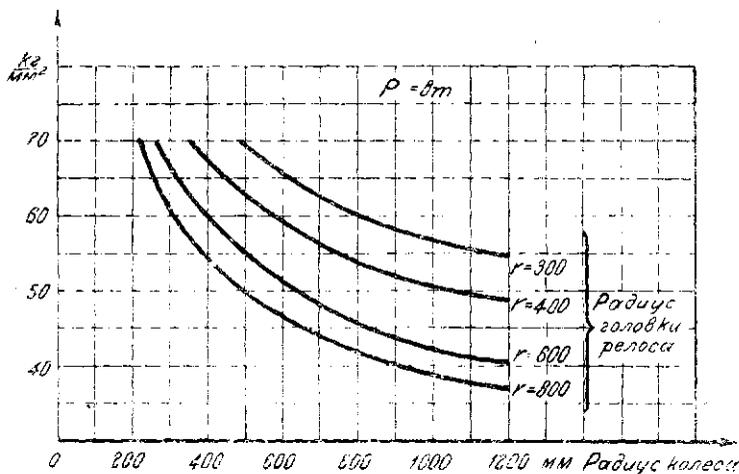
Фиг. 10.

допускаем расчетные местные напряжения в рельсе до 70, 60, 50 $\frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$, то это не следует понимать так, что расчетные напряжения действительно доходят до этих величин; это значит лишь, что мы допускаем распространение пластических деформаций на больший или меньший объем материала.

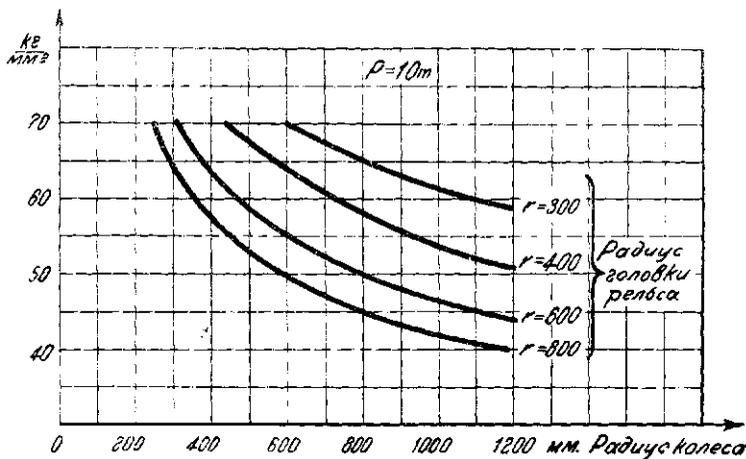
Действительные напряжения при всех этих допускаемых будут мало отличаться друг от друга, но при $R_0 = 70 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$ пластическими деформациями (смятнем) будет захвачена большая зона материала головки рельса, чем при $R_0 = 60 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$.

Результаты подсчетов представлены графически на фиг. 10.

На фиг. 11 и 12 изображено изменение расчетных напряжений в функции радиуса колеса при данном P и r — радиусе головки рельса.



Фиг. 11.



Фиг. 12.

Зависимость между R и r при данном P и R_0 выражается гиперболической кривой.

Полученные графики позволяют сделать ряд следующих заключений.

При применяющемся в настоящее время радиусе головки рельса — $r = 300$ мм и обычных радиусах колес расчетные напряжения колеблются около $70-60 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$, т.-е. в действительности имеются довольно значительные пластические деформации ($q_0 = \approx 100 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$).

С изменением радиуса колеса эти напряжения меняются сравнительно слабо,—так при нагрузке 10 т на колесо—увеличение R с 600 мм до 1060 мм понижает расчетные напряжения всего с 70 до $60 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$.

Точно также при повышении нагрузки на колесо приходится при существующем r довольно резко увеличивать радиус колес, чтобы сохранить постоянное расчетное напряжение.

Так при $R_0 = 60 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$ повышение нагрузки с 8 до 10 т на колесо требует изменения радиуса R с 800 до 1080 мм.

Наконец, так как изменение допускаемых напряжений на небольшую величину требует значительных изменений радиуса R ,—большую роль начинают играть изменения качества рельсовой стали. Если приходится снизить допускаемое напряжение, из-за понижения качества металла, всего на 14% (с 70 до $60 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$), то радиус колеса надо увеличить на 70%.

Таким образом, при существующем радиусе головки рельса мы неизбежно получаем большие расчетные напряжения, сопровождаемые в действительности значительными пластическими деформациями (смятием).

Понижать эти напряжения путем увеличения радиуса колес чрезвычайно невыгодно,—и практически почти невозможно.

Большой эффект должно бы дать повышение качества рельсовой стали; однако сама величина требующихся при $r = 300$ мм допускаемых напряжений оказывается очень высокой— $60-70 \frac{\text{кг}}{\text{мм}^2}$.

Для современной рельсовой стали можно считать предел текучести равным примерно 40 кг/мм^2 . Допуская небольшие пластические деформации внутри головки, следовало бы установить допускаемое расчетное напряжение R_0 равным 50 кг/мм^2 ; на поверхности катания этому соответствовали бы расчетные напряжения порядка 25 кг/мм^2 , что давало бы еще и некоторый запас на динамическое действие нагрузки.

При радиусе же головки рельса 300 мм установление таких норм оказывается невозможным даже и при современных нагрузках (см. фиг. 10, 11, 12).

Графически все изложенные обстоятельства характеризуются тем, что горизонтальная прямая, соответствующая $r = 300$, пересекает на фиг. 9 лишь кривые, построенные при $R_0 = 60$ и 70 кг/мм^2 , и пересекает под сравнительно острым углом.

Для возможности понизить расчетные напряжения до желательной цифры— 50 кг/мм^2 и увеличить влияние изменения радиуса колес необходимо поднять эту прямую так, чтобы она пересекала кривые равных напряжений под углом, близким к прямому, т.-е. увеличить радиус головки рельса.

Однако есть известный предел, дальше которого нет смысла увеличивать этот радиус; это особенно ясно из кривых фиг. 11 и 12; повышение радиуса головки рельса с 600 мм до 800 мм дает уже сравнительно незначительный эффект в отношении понижения напряжений. Дальнейшее увеличение скажется еще слабее.

Таким образом наиболее целесообразной величиной радиуса r является 600 мм. При этом радиусе, при нагрузке 10 т на колесо, удастся выдержать намеченное расчетное напряжение— 50 кг/мм^2 , сохраняя радиус колеса—830 мм.

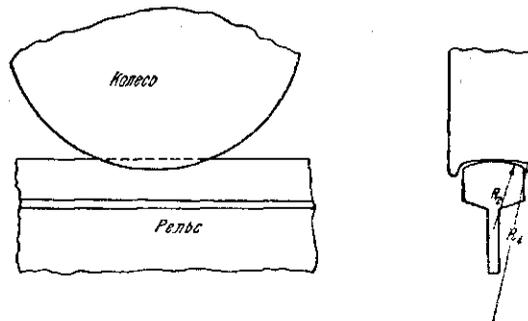
При такой величине радиуса r можно рассчитывать на значительное уменьшение явления смятия; радиусы колес в зависимости от их нагрузки следует определять при допуске расчетном напряжении внутри головки— 50 кг/мм^2 .

Необходимо отметить, что такая величина радиуса головки рельса принята в новом типе рельса Дании.¹

Принятие радиуса головки рельса в 600 мм вызовет увеличение затруднений при прокатке этого профиля; выйти из этих затруднений можно будет приняв несимметричный, перекошенный профиль рельса, согласно предложения проф. В. Е. Грум-Гржимайло.²

5. Иной способ понижения местных напряжений в рельсах, кроме увеличения радиуса головки рельса, заключается в следующем.

Можно придать бандажу такую форму, чтобы сечение его плоскостью, перпендикулярной оси рельса, представляло бы не прямую, а кривую линию, радиуса несколько большего, чем радиус головки рельса, но обращенную выпуклостью в ту же сторону (фиг. 13).



Фиг. 13.

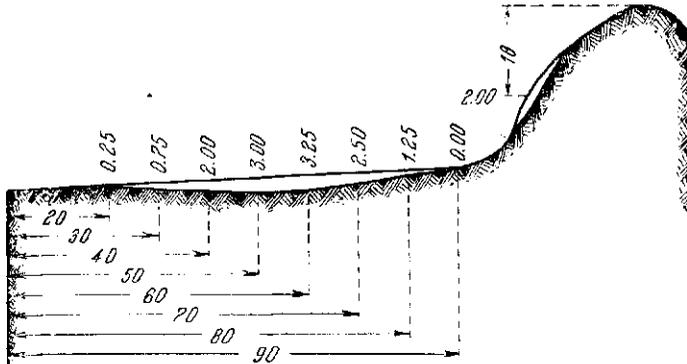
¹ Исследование рельсового дела в СССР. Стр. 245. Труды Научно-Технического Комитета НКПС. Выпуск 75.

² Там же, стр. 249.

При такой форме поверхностей соприкосновения можно достигнуть очень большого понижения местных напряжений, соответственно подбирая соотношение радиусов R_2 и R_4 .

Обточка бандажа по указанной форме особых затруднений и расходов по сравнению с обычной формой не вызовет.

Что касается увеличения сопротивления поезда, то необходимо отметить факт, подмеченный инж. П. С. Рубаном при его работах в Научно-Техническом Комитете НКПС, что действительно обращающиеся на нашей сети бандажи как раз и имеют форму, изображенную на фиг. 13; поэтому правильнее сразу придавать бандажу эту форму, чем заставлять его приобретать те же очертания за счет порчи рельс и самого себя. На фиг. 14 изображен профиль бандажа товар-



Фиг. 14.

ного вагона, один из ряда обмеренных по нашей просьбе на Сев.-Зап. ж. д. студентом Леоновым.

Таким образом, с точки зрения возможности осуществления такой формы бандажа, повидимому, особых препятствий нет.

Между тем при этих условиях возможно регулировать величину местных напряжений как угодно.

Величины A и B выражаются формулами:

$$\left. \begin{aligned} A &= \frac{1}{2} \left(\frac{1}{R_2} - \frac{1}{R_4} \right) \\ B &= \frac{1}{2R_1} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (15)$$

Полагая:

$$R_4 = m R_2, \dots \dots \dots (16)$$

можем представить величину A в таком виде

$$A = \frac{1}{2R_2} \left(1 - \frac{1}{m} \right) = \frac{1}{2R_2 \left(\frac{m}{m-1} \right)} \dots \dots \dots (17)$$

Называя

$$\frac{m}{m-1} R_2 = r,$$

получаем, что в наши расчеты следует вместо действительного радиуса головки R_2 ввести фиктивный радиус r .

Тогда можно использовать приведенные выше графики и формулы.

Если мы положим в частном случае

$$m = 1,5,$$

то

$$r = \frac{1,5}{1,5-1} R_2 = 3R_2;$$

таким образом, для достижения того же эффекта, который при обычных условиях получается у нас от увеличения радиуса головки рельса до 600 мм, при новой форме бандажа необходимо положить действительный радиус головки $R_2 = 200$ мм, а $R_4 = 300$ мм.

При $m = 1,5$ действительный радиус головки рельса как бы увеличивается в три раза.

6. Таким образом, с точки зрения уменьшения износа рельс от смятия, следует понизить местные напряжения и за допускаемое расчетное напряжение, равное в среднем $0,63 q_0$, принять величину, не большую 50 кг/мм^2 .

Для возможности этого снижения необходимо или увеличить радиус головки рельса до 600 мм, или придать бандажу форму, указанную на фиг. 13.

В этом случае радиус головки рельса можно принять равным $R_2 = 200$ мм, а радиус поперечного очертания бандажа — $R_4 = 300$ мм (или при $m = 2 \dots R_2 = 300$ мм и $R_4 = 600$ мм).

Профессор *Н. М. Беллев.*

COMPUTATION OF MAXIMAL STRESSES OBTAINED FROM FORMULAS AT PRESSURE IN CONTIGUOUS BODIES

By Prof. N. M. Beliaieff.

The article gives formulas and tables for computing the principal stresses developing at pressure in contiguous bodies in the points situated on the line which passes through the centre of the elliptical contact area.

It results from these formulas that, independently of the value of the eccentricity l of the ellipsis of contact, the maximal difference between the principal stresses varies from $0,608$ to $650 q_0$, where q_0 is the maximal

normal stress in the centre of the area of pressure. It follows that we may, when computing the stresses in contiguous bodies, substitute for the distribution of stresses in the dangerous point the equivalent tension with a stress amounting to $0,63 q_0$.

All the data necessary for calculation are given in tables 7 and 8 and in graphical charts 6, 7 and 8.

The formulas thus obtained were applied to the study of the problem of the most preferable shape for rail heads.

The author shows that, if we retain the ruesually adopted shape, we shall inevitably obtain, when computing equivalent stresses at ordinary tension, stresses so great (i. e. $60 - 70 \text{ kg/mm}^2$), that they will inevitably lead to remaining plastical deformations, such as crushing, on a large scale.

It is therefore necessary to lessen the stresses obtained from formulas (i. e. $0,63 q_0$) at least down to 50 kg/mm^2 . For this purpose, either the radius of the rail-head should be lengthened up to 600 mm , or else the bandage should be given a curved shape in the plane perpendicular to the axis of the rail (fig. 12). In the latter case, the usual length of the radius of the rail head (i. e. 300 mm) may be retained, if the radius of the cross section of the bandage equals 600 mm .

Окраска металлических мостов и гражданских сооружений.

ПРЕДИСЛОВИЕ.

В моей книге „Краски и лаки“ изложены уже общие теоретические и практические данные в отношении природы масляных красок и их разнообразных применений. В настоящее время по предложению Центрального Отдела Сооружений НКПС мною составлена настоящая монография об окраске мостов и крупных инженерных сооружений, которая имеет специальное назначение — дать общий обзор современного состояния этой отрасли технического применения масляных красок, имеющей, несомненно, очень важное техническое и экономическое значение для нашего транспорта и вместе с тем указать наиболее рациональные способы и условия практического выполнения этой ответственной работы.

Успех окраски больших инженерных сооружений с целью предохранения их от коррозии или ржавления находится в зависимости в одинаковой степени от соответственного выбора наиболее подходящих красок и от самого способа окраски и потому часть монографии посвящена обзору важнейших красок, которые могут найти применение в этой области техники, а затем уже рассматривается вопрос о самой технике окраски.

Книга эта имеет уже более практический характер и потому читателю, желающему ближе ознакомиться с некоторыми теоретическими основаниями техники красок, можно предложить обратиться в книге „Краски и лаки“.

Проф. А. Сапожников.

1 июля 1929 г.
Ленинград.

ВВЕДЕНИЕ.

В современном строительстве и технике железо и сталь являются наиболее распространенными и важными металлами и в то же время, изо всех применяемых в технике металлов, они являются наиболее расположенными к ржавлению или коррозии в широком смысле этого слова, т.-е. к химическому воздействию на них кислорода воздуха и различных атмосферных агентов, а также некоторых заведомо активных химических веществ, из которых особенное значение имеют углекислый и сернистый газы, и различные кислоты как в жидком, так и в парообразном состоянии.

В железнодорожной технике с явлением коррозии приходится встречаться особенно часто, так как железные металлы употребляются в широких размерах как в подвижном составе, так и в верхнем строении пути; но, несомненно, наибольшего внимания заслуживают металлические мосты и крупные гражданские сооружения в виде вокзалов, депо и других специальных зданий, где широко распространено применение металлических ферм и имеются большие площади железных стен и крыш. Сохранение всех этих ценных сооружений возможно более продолжительное время в исправном состоянии имеет очень большое техническое и экономическое значение и потому естественно, что этому вопросу во всех странах уделяется в настоящее время очень большое внимание.

Идеальным средством решения вопроса о защите мостов и других железнодорожных сооружений было бы применение специальных сортов железа и стали, которые не подвергаются коррозии; таких металлов известно сейчас уже много и в химической промышленности широко применяются уже некоторые сорта стали с высоким содержанием хрома (12—14%), которые способны выдерживать без заметного вреда действие самых крепких и активных кислот. Но разумеется для железнодорожной техники применение таких специальных сортов стали невозможно прежде всего по экономическим соображениям; и потому приходится прибегать к другому, широко распространенному способу защиты от коррозии, который состоит в покрывании железных или стальных изделий защитным слоем из каких-либо других материалов, не подвергающихся этому явлению.

Прежде всего можно задаться вопросом о покрывании железа и стали другими металлами; но этот способ защиты от коррозии во многих отношениях не применим в железнодорожном строительстве.

Во-первых, технически трудно осуществить покрытие другими металлами таких крупных сооружений, как мосты или другие инженерные постройки настолько совершенно, чтобы в слое этих металлов не было пропусков, трещин или пор; а между тем во всех открытых местах этого защитного слоя железо может особенно сильно подвергаться коррозии и во избежание этого явления нужно применять для этой цели металлы менее благородные, чем само железо, например, цинк или алюминий. Опыты показывают однако, что слой этих металлов обладает большой пористостью и потому они не дают достаточного предохранения; а в то же время, как показали опыты германских железных дорог¹ покрытие железных и стальных наделей цинком или алюминием обходится в шесть раз дороже, чем трехкратная окраска их масляными красками.

Так же мало находит себе применение и другой способ, состоящий в покрытии железа или стали слоем цемента или бетона, хотя с химической точки зрения этот способ и мог бы иметь практическое значение, так как в свежем состоянии цемент обладает щелочной природой. Но с другой стороны, после затвердевания цемент сравнительно легко проницаем для углекислого газа и для придания бетону достаточной газонепроницаемости, необходимо наносить на него еще слой какого-либо материала, могущего закрыть его поры; в то же время делается совершенно невозможным наблюдать за состоянием стальных конструкций, на которые нанесен слой цемента. Тем не менее, в некоторых специальных случаях этот способ предохранения железнодорожных сооружений слоем цемента находит себе применение и в частности на Берлинской городской железной дороге в соединительных ходах между находящимися внизу новыми перронами применен такой прием. Поверхность металла загрунтована сперва свинцовым суриком, во избежание блуждающих токов, и затем нанесен способом торкретирования слой бетона, который держится очень прочно.

Таким образом, наиболее практичным и широко применяемым способом защиты металлических сооружений на железных дорогах является окраска их масляными красками, причем способ этот, помимо своего прямого назначения, нередко применяется еще с другими целями, а именно для придания этим сооружениям определенного цвета, требуемого декоративными соображениями или же в целях защиты от воздушного нападения.

При изложении этого вопроса принято следующее распределение материала. В первой части даются краткие теоретические сведения о природе масляных красок и образуемой ими пленке, а также рассматриваются важнейшие краски, могущие найти практическое применение в железнодорожном строительстве. Во второй части излагаются

¹ Hülsenkamp Brückenbau, 1926 г. Журнал Korrosion und Metallschutz 1925 г. № 6, стр. 41.

самые технические приемы окраски мостов и других инженерных сооружений. И наконец в последней части рассматриваются способы наблюдения за состоянием краски и вопрос о ремонте окраски мостов и других сооружений.

А. Масляные краски.

Применение масляных красок для предохранения металлических сооружений от ржавчины основано, как известно, на том, что после высыхания красок, они образуют плотную пленку, не проницаемую для различных атмосферных агентов, содержащихся в атмосфере в виде влажности и некоторых газов, могущих особенно вредно действовать на железо и сталь. Защитное действие такой пленки зависит в одинаковой степени от качества применяемой краски и от качества работы по окраске. Что касается первого вопроса, то в отношении пленки высохшей краски приходится ставить следующие определенные требования: а) пленка высохшей краски должна быть непроницаема для влажности и газов, б) она должна быть очень эластична и обладать большой устойчивостью в отношении колебаний температуры, в) она должна прочно удерживаться на поверхности металла, и иметь плотную и гладкую наружную поверхность, г) она должна не только не оказывать вредного влияния на поверхность металла, но и предохранять его от химического действия вредных агентов и от растворения его во влаге, проникающей через пленку краски. Если удастся выполнить все эти требования, предъявляемые к краске, то на некоторый срок она с успехом выполнит свое назначение; но с течением времени пленка всякой краски все же стареется, утрачивает свои защитные свойства и требует ремонта или замены новым слоем краски. Таких красок, которые давали бы защиту от ржавления на неопределенно продолжительное время, не существует, и рано или поздно окраску нужно возобновлять.

Переходя к вопросу об оценке различных красок в отношении их защитной способности, нужно иметь в виду, что по современным взглядам¹ масляные краски относятся к числу очень сложных систем коллоидной природы, свойства которых с физико-химической точки зрения довольно далеки от свойств их отдельных составных частей т.-е. масляной основы и красящего пигмента. Вследствие этого одних только данных химического анализа краски для оценки ее недостаточно и в настоящее время во всех странах ранее, чем допустить к практическому применению новую краску для защиты от ржавчины, ее непременно подвергают специальному ускоренному испытанию для практической оценки качеств ее в этом отношении. Такого приема придерживаются в частности германские железные дороги, которые не

¹ Проф. А. Сапожников. Краски и лаки.

допускают применения каких-либо новых красок, не прошедших испытания в специальной Государственной Лаборатории. ¹

Опытом установлено, что наилучшие результаты в отношении защиты от ржавчины достигаются при окраске металлических поверхностей в два-три слоя. При этом слой краски, применяемый для грунтовки, и является в сущности средством защиты от ржавления или коррозии, тогда как второй и третий слои имеют целью придать слою краски большую механическую прочность и вообще устойчивость в отношении влияния на нее внешних агентов. Поэтому при оценке и выборе краски необходимо иметь в виду прежде всего ее назначение, в зависимости от чего к ней могут быть предъявлены совершенно различные требования. В этом отношении интересно отметить, что на основании многократных, длительных испытаний все краски в отношении содержащихся в них красящих веществ можно разделить на три группы: краски, содействующие коррозии, краски индифферентные и краски предохраняющие от ржавления. Первая группа естественно совершенно отпадает в этом выборе красок для инженерных сооружений. Ко второй группе относятся: графит, азбест, слюда, мел и др. К числу красок, предохраняющих от ржавления, относятся: хромовые краски, окись железа, свинцовые и цинковые краски. Две первые краски обладают предохранительными свойствами вследствие их окислительной природы; краски же свинцовые и цинковые—благодаря их основной химической природе.

Наиболее основными свойствами обладает свинцовый сурик, который вследствие этого и является наиболее распространенной краской для грунтовки; на основании многолетнего опыта на германских железных дорогах свинцовый сурик является обязательным и единственным средством для грунтовки при окраске металлических инженерных сооружений. Он наиболее прочно удерживается на металлической поверхности и образует наиболее водонепроницаемую пленку, а потому является лучшим средством защиты от ржавчины. Правда, свинцовый сурик обладает довольно крупным недочетом, а именно, легко осаждается из его смесей с маслом, и потому очень непродолжительное время может сохраняться в виде готовой тертой краски; но с этим явлением можно бороться путем применения его в возможно более раздробленном состоянии, что будет указано дальше при описании отдельных красок.

В заграничной технической литературе имеются указания на некоторые новые материалы для грунтовки металлических поверхностей. Так, Либрейх предложил прибавлять в краски, применяемые для грунта, особое патентованное вещество „Imprex“, которое представляет соли алюминия смоляных кислот и, по мнению Либрейха, значительно повышает водонепроницаемость пленки краски. Затем для той же цели предлагается особая краска „Subox“, которая заключает в себе в виде

¹ Korrosion und Metallschutz, 1927 г. №№ 2, 3, 41.

красящего пигмента закись свинца Pb_2O , и по мнению изобретателей, обладает особым свойством¹ восстанавливаться с течением времени в металлический свинец и покрывать поверхность железа тонким слоем этого металла, которая должна совершенно защищать железо от коррозии. Эта краска нашла уже себе применение в больших размерах при окраске вокзала в Цюрихе и одного большого газометра в Германии, на который было употреблено 4.000 кг этой краски. Оба указанных материала исследуются в настоящее время на германских железных дорогах, но мнения о них в литературе отдельных авторов пока еще не дают возможности сделать окончательное заключение.

Качества масляных красок, приготовляемых из различных пигментов, находятся далее в зависимости от того, образуют ли они какие-либо химические соединения с масляной основой краски или нет. Первый случай возможен преимущественно для пигментов основной химической природы (свинцовые и цинковые краски), которые с льняным маслом образуют соответственные мыла; при этом опытом установлено, что свинцовые мыла несравненно прочнее, чем цинковые в отношении влияния на них атмосферы, содержащей дымогарные газы, вследствие чего цинковые белила в тех случаях, когда можно ожидать влияния дымогарных газов, совершенно не применимы.

Большое значение имеет также степень раздробления и поперечные размеры частичек твердого пигмента. По этому вопросу имеется очень интересный доклад доктора Блома,² который на основании общих законов коллоидной химии дает очень интересные технические соображения о строении пленки красок в зависимости от степени и характера раздробления (дисперсности) пигмента. Наилучшие результаты нужно ожидать при возможно большом раздроблении пигмента и при шероховатой, губчатой поверхности его частиц; наоборот, гладкие частицы, однородные в отношении их поперечных размеров, дают худшие результаты как в отношении прочности прилегания краски к металлической поверхности, так и в отношении механической прочности наружной поверхности пленки высушенной краски. Применяя, например, для наружной поверхностной окраски железную окалину, можно достигнуть хороших результатов только при очень сильном измельчении ее в тончайший порошок. Указанные соображения в отношении возможности химического взаимодействия между составными частями красок, а равно и в отношении степени дисперсности пигмента имеют одинаково важное значение как для красок, применяемых для грунтовки, так и для красок, применяемых в наружном поверхностном слое.

Краски, применяемые для этого последнего назначения, отличаются большим разнообразием и в зависимости от входящего в них пигмента могут быть: свинцовые, цинковые, железные, битуминозные

¹ Emil Zimmer. Bleiweiss und andere Bleifarben. S. 90.

² Korrosion und Metallschutz. 1926 г. № 6. (Blom-Theorie der Ölfarbhaut).

и другие. Из новых сортов красок, применяемых для этой цели, можно указать еще титановые белла и краски с металлическим порошкообразным алюминием, которые при опытах в небольших размерах дают благоприятные результаты. Нельзя наконец не упомянуть о нитроцеллюлозных или пироксилиновых лаках, которые нашли уже себе широкое применение в А. С. Штатах главным образом в автомобилестроении и окраске вагонов и в последнее время подвергаются испытаниям для окончательной наружной окраски мостов и гражданских сооружений в Германии.

Для достижения того или другого цвета, к краскам, содержащим тот или другой пигмент, прибавляются соответственные примеси, обладающие большей или меньшей красящей способностью; а для получения защитных цветов разных оттенков приходится вводить примеси сложного состава из нескольких отдельных красок. Один из наиболее часто встречающихся при окраске мостов или гражданских сооружений серый цвет получается от прибавки к свинцовым или цинковым краскам костяной сажи, сажи, графита и т. п., в виде самостоятельной краски серого цвета можно применять железную окалину, которая обладает, однако, слабой красящей способностью.

Задаваясь определенным составом пигмента и тоном краски, можно установить цвет краски в довольно узких границах. По мнению Гюльзенкампа,¹ следовало бы ввести эти признаки и в нормировку красок, применяемых для защиты от коррозии.

Еще больше, чем природа красящего вещества для краски, применяемой с целью защиты от ржавчины или коррозии, имеет значение качество масляной основы, входящей в ее состав. До сих пор важнейшим материалом для приготовления масляных красок является вареное льняное масло, которое, однако, в отношении водонепроницаемости пленки, получающейся после высыхания его, оставляют желать еще много лучшего. Имеется ряд попыток для повышения водонепроницаемости пленки льняного масла, а именно варка его при еще более высокой температуре, введение в него древесного масла (китайского), которое уже само по себе очень устойчиво в отношении провисания через пленку его воды; затем возможно введение в него таких веществ как „Impreg“, упоминавшейся уже выше или каучук. Как уже указано выше, одним из средств достижения водонепроницаемости может служить покрывание нитроцеллюлозными лаками; но нужно иметь в виду, что они совершенно не пригодны для грунтовки и лучше всего применяются в качестве промежуточного или наружного слоя, так как способность удерживаться на поверхности металла у них незначительна. При покрывании этими лаками окрашенных уже поверхностей нужно иметь в виду, что, благодаря присутствию в них летучего растворителя они могут довольно сильно действовать на слой масляной

¹ Korrosion und Metallschutz 1927. № 2.

краски и потому этими лаками нельзя красить обыкновенным способом, а нужно наносить их тонким слоем при помощи пульверизационных аппаратов.

Во всяком случае вопрос о масляной основе красок является одним из важнейших вопросов в технологии красок и ему посвящается всюду много специальных исследований. Одним из очень важных требований в отношении масла, служащего для приготовления красок, в частности на германских железных дорогах, является полное отсутствие в нем смол или их соединений. По техническим условиям, принятым на наших железных дорогах,¹ олифа должна быть приготовлена варкой чистого льняного масла со свинцовыми, марганцевыми или кобальтовыми препаратами, но без примеси других масел—растительного, минерального или животного происхождения.

Так как в случае применения готовых густотертых красок, в особенности в присутствии в них густых масел, необходимо разводить их до рабочей консистенции, то для этой цели в германской инструкции по окраске мостов и инженерных сооружений указываются совершенно определенные материалы в виде: скипидара (слишком дорог), соснового масла и тяжелого бензина. В отношении содержания в готовых для работы красках олифы в технических условиях указывается обыкновенно только минимальное содержание ее и предстоит еще произвести разработку вопроса о ее максимальном содержании, которое на опыте подбирается исключительно руководясь удобствами применения краски и в зависимости от того, производится ли окраска вручную кистями или при помощи пульверизационного аппарата.

Дело фабрикации готовых густотертых красок находится вне контроля потребителя; но известно, что качество этих готовых красок зависит не только от удачного подбора масла и красящего вещества, а также от способа обработки краски. При этом особенное значение имеет способ и продолжительность растирания смеси составных частей красок; одним из средств для достижения высоких качеств масляных красок в отношении их однородности, постоянства и других технических качеств, является применение особых, так называемых коллоидных мельниц, при помощи которых удается достигнуть чрезвычайно топкого измельчения красящего вещества и теснейшего смешения его с маслом в однородную тонкую суспензию.

Изложенные выше основные принципы дают достаточное основание для правильного выбора красок в зависимости от их технического назначения, с соответственным подбором примесей, для получения определенного цвета и типа.

Что касается экономической стороны окраски, то для вычисления стоимости окраски одного квадратного метра на один год исправной

¹ Сборник технических условий НКПС. II издание.

службы окрашенной поверхности, можно воспользоваться следующей формулой:¹

$$R = E + \left[\frac{gk}{e} + k' \right] \frac{a}{n},$$

где E —стоимость очищения от ржавчины и подготовки к окраске поверхности металла.

g —удельный вес краски . k —стоимость 1 кг краски e —поверхность, окрашиваемая 1 кг краски	}	следов. $\frac{gk}{e}$ = стоимости краски, необходимой для покрытия 1 кв. м поверхности металла за 1 раз.
--	---	---

k' —стоимость работы окраски на 1 кв. м.

a —число слоев краски.

n —число лет службы окрашенной поверхности без ремонта.

Анализ этой формулы и практическое применение ее показывают ясно, что при выборе красок необходимо руководиться прежде всего техническими соображениями получения хорошего защитного покрова, способного служить возможно более продолжительное время, а не дешевой краской. Нужно помнить, что наиболее значительная часть расхода по окраске приходится на работу, и стоимость краски не превосходит 25—30% от всего расхода. Таким образом, то, что теряется на более высокой стоимости хороших красок, выигрывается не только в удлинении срока службы их, но и в достижении значительно более совершенной защиты от коррозии и преждевременного разрушения ценных инженерных сооружений.

Для того, чтобы легче ориентироваться в сравнительной оценке и выборе красок для окраски мостов и инженерных сооружений, далее дается краткий обзор важнейших красок, применяемых для этой цели.

1. Свинцовые краски.

По мнению большинства авторитетных научных исследователей, а равно и практиков, свинцовые краски являются до настоящего времени лучшими из всех, какими располагает современная техника; и по справедливому и меткому выражению доктора Вюрта „несколько трудно получить хорошие результаты в деле защиты от коррозии с красками, не содержащими свинца, настолько же трудно получить плохие результаты со свинцовыми красками“.

Свинцовый сурик. По химическому составу свинцовый сурик Pb_3O_4 представляет двойное химическое соединение окиси PbO и перекиси PbO_2 свинца. Он был известен уже в древности и затем на ряду со

¹ Otto Reymann.—Korrosion und Metallschutz. 1925. № 1, стр. 11.

свинцовыми белилами широко применялся в живописи в средние века, когда его и начали готовить впервые в Германии. Сурик представляет тяжелый, нерастворимый в воде порошок, удельного веса 8,6 — 9,1, темнокрасного огненного цвета, а иногда более светлого оранжево-красного тона. Указанному составу сурика соответствует 90,66% свинца и 9,34% кислорода. Продажные сорта свинцового сурика не представляют однако химически чистого соединения такого состава и в них количество соединения Pb_3O_4 может колебаться в довольно широких пределах, и качества сурика оцениваются прежде всего по процентному содержанию в краске соединения Pb_3O_4 или перекиси свинца PbO_2 . Так, по техническим условиям НКПС, сурик свинцовый должен содержать не менее 98% Pb_3O_4 или 72% PbO_2 ; по мере уменьшения в сурике перекиси свинца качества его понижаются. Технические применения свинцового сурика очень разнообразны. Прежде всего это наилучшая краска для защиты от коррозии и потому он имеет широкое применение для окраски (грунта) металлических мостов и других крупных инженерных сооружений. Подобно свинцовым белилам, он обладает очень большой кроющей способностью, отличается малым расходом масла и долговечностью окраски: на 100 весовых частей свинцового сурика, для получения готовой к употреблению краски, необходимо всего 7—8 частей масла. Одной из причин долговечности окраски суриком является, несомненно, его цвет, дающий большую защиту масляной пленке как от световых, так и от тепловых лучей, которые в других красках более темного цвета действуют разрушительно на их масляную пленку. Благодаря сильно основной природе свинцового сурика окраска им является одним из лучших средств защиты металлических сооружений от действия углекислого, сернистого и других газов кислотной природы.

Краска, приготовленная из свинцового сурика, чрезвычайно прочно удерживается на поверхности железа и по эластичности образующейся при ее высыхании пленки превосходит все остальные краски, за исключением свинцовых белил. Затем, эта краска обладает значительной водонепроницаемостью и потому она широко применяется также для окраски корпуса морских судов. Благодаря способности густых смесей свинцового сурика с льняным маслом быстро затвердевать, они применяются нередко в качестве замазки для соединения труб.

Свинцовый сурик применяется, наконец, в стекольной промышленности, керамике, фабрикации аккумуляторов и в производстве линолеума.

Одним из крупных недостатков свинцового сурика является способность его сравнительно быстро и легко отделяться и оседать из красок, полученных смешением и растиранием его с льняным маслом. Поэтому, большой практический интерес представляют попытки приготовления готовых к употреблению, тертых красок со свинцовым суриком, которые не выделяют с течением времени этот пигмент и

продолжительное время сохраняют однородность, свойственную другим масляным краскам; примером такой краски может служить свинцовый сурик одной Германской фирмы „Rodleben-Aktien Gesellschaft“, который при содержании от 38 до 43% Pb_3O_4 в течении двух месяцев выделяет на поверхность слой масла не более 1—2% от общего объема краски, тогда как обыкновенная суриковая краска за то же время отделяет до 40—42% масла. Доктор Юнк¹ произвел обстоятельное исследование таких „дисперсных“ сортов сурика и пришел к следующим заключениям:

а) В продаже (Германия, Америка) существуют сорта сурика, которые, при размешивании их с маслом до состояния, пригодного для окраски, не оседают из смеси, а если и оседают, то не твердеют, как это происходит с обыкновенными сортами его.

б) Объясняется это тонкостью и равномерностью зерен („дисперсный сурик“), а может быть также некоторыми прибавками и подбором подходящих сортов масла.

в) Сорта сурика, которые после взбалтывания с маслом и оседания из смеси дают малый объем, а также быстро оседают из готовых к употреблению красок, не могут быть дисперсными.

г) Дисперсные сорта сурика должны иметь большое практическое значение, так как из них можно готовить, подобно всем другим пигментам, в заводских размерах готовые к употреблению краски, что упрощает дело применения свинцового сурика и дает возможность избежать работы с сухим суриком, дающим всегда пыль; кроме того, такие краски, приготовленные на дисперсных сортах сурика, должны обладать более высокими техническими качествами. Эти сведения о дисперсных сортах свинцового сурика находят себе подтверждение и в Американской Технической литературе.²

Субокись свинца („Subox“) Pb_2O . Краска под этим названием „Subox“ вошла в употребление сравнительно недавно. По имеющимся в литературе³ данным краска эта готовится из отбросов при переплавке типографских шрифтов и представляет собою в сухом состоянии объемистый порошок переменного состава, главная масса которого состоит из субокиси свинца Pb_2O с значительной примесью окиси сурьмы. Затирая этот порошок с олифой получают готовую, имеющуюся в продаже краску, которая состоит, примерно, из 22% льняного масла, около 50% свинца и 20% сурьмы; нормально содержание масла должно быть около 30%. Возможно при этом, что в действительности в этой краске имеется просто смесь свинцовой пыли Pb и окиси его PbO , с примесью некоторого количества окиси сурьмы Sb_2O_3 ; по крайней мере одна Швейцарская фирма готовит „Subox“ именно прямым растиранием окиси свинца с металлическим свинцом.

¹ Korrosion und Metallschutz. 1927. № 4.

² N. Speller.—Corrosion, Causes and Prevention. 1926, стр. 291.

³ Emil Zimmer.—Bleiweiss und andere Bleifarben. 1926.

Во всяком случае с чисто теоретической стороны ожидать каких-либо особо высоких качеств у этой краски нет основания, а опыта по применению ее большого еще нет.

Свинцовые белила $2PbCO_3$, $Pb(OH)_2$. По химическому составу свинцовые белила представляют основную углесвинцовую соль. Производство его было начато очень давно (в XVIII веке) и в настоящее время существует большое число заводских способов для его приготовления. Насколько значительно производство этой краски, можно судить по тому, что в Германии в довоенное время, примерно, $\frac{1}{3}$ всей свинцовой продукции перерабатывалась на свинцовые белила.¹ В А. С. Штатах в настоящее время (1925 г.) производится до 46 тысяч тонн сухих свинцовых белил и около 140 тысяч тонн тертых свинцовых белил в год. В России в довоенное время вырабатывалось до 15.000 т свинцовых белил в год; в настоящее время этой краски производится во всем СССР около 2.500 т в год.

По внешнему виду свинцовые белила представляют тяжелый порошок чисто белого цвета, хорошо смешивающийся при растирании с нормальной олифой в однородную краску чисто белого цвета без заметного оттенка. По техническим условиям НКПС различается четыре сорта свинцовых белил (углекислых), а именно:

№№	Марка	С о с т а в	Обязат. процентн. содержание	П р и м е с и	Влажность
1	№ 00	Основная углесвинцовая соль	Содержание PbO от 83,5 до 87% и CO_2 не более 13%.	Тяжелый шпат или каолин не более 1%.	Не более 2,5%.
2	№ 0	Смесь чистых свинцовых белил и тяжелого шпата	Содержание PbO не менее 62, 3%.	То же самое не более 25%.	Не более 2,5%.
3	№ 1	То же самое	Содержание PbO не менее 41,5%.	То же самое не более 50%.	Не более 2,5%.
4	№ 2	То же самое	Содержание PbO не менее 21%.	То же самое не более 75%.	Не более 2,5%.

Чистые свинцовые белила (№ 00) представляют одну из наиболее постоянных в химическом отношении свинцовых красок, которая не поддается гидролизу (разложению водою) и не поглощает из атмосферы углекислоты. Они требуют очень малое количество масла и в густотертом состоянии содержат 10—12% его, а в готовом для употребления состоянии около 25—27%, в то время как литопон требует около 40%, а цинковые белила около 80% масла.

¹ Emil Zimmer.—Bleiweiss. стр. 55.

Пленка, получающаяся после высыхания свинцовых белил, совершенно не увлажняется и потому не изменяет своего объема, обладает большой эластичностью и при колебании температур не дает трещин. Опыт показывает, что свинцовые белила дают наилучшие результаты не в чистом состоянии, а в смесях с окисью цинка¹ (30 : 70 или 50 : 50) или еще с некоторыми другими примесями, например—сернистый свинец, тяжелый шпат, мел, силикат магния и т. п.

Один из недостатков свинцовых белил заключается в том, что они ядовиты и потому во всех странах в настоящее время вводятся некоторые ограничения по применению их и разработка некоторых новых белых красок, которые могли бы заменить их, о чем говорится несколько далее.

С технической точки зрения свинцовые белила несомненно являются наилучшей краской, широко распространенной в железнодорожном и гражданском строительстве для окраски в виде второго или третьего слоя всех сооружений и предметов, подвергающихся действию атмосферных агентов в виде влажности и содержащихся в атмосфере газов. Особенно показательным примером долговечности окраски свинцовыми белилами может служить старый железнодорожный мост через Рейн в Кельне,² который был построен в 1858 г. и служил исправно до 1910 г. т.-е. 52 года; за этот промежуток времени он был только однажды загрунтован свинцовым суриком и затем пять раз окрашен свинцовыми белилами. Часть этого моста была затем перевезена на верфь мостостроительного завода Флендера в Любеке, где он и до сих пор служит как основание для крана.

Вторым примером может служить мост Гогенцоллернов между Кельном и Дейцем, который был построен и окрашен свинцовыми белилами в 1911 г.; при осмотре его в 1924 г. он оказался еще в полной исправности. По мнению Э. Циммера, вообще, в наше дорожное время свинцовые белила являются самой дешевой краской.

В связи с указанными выше ядовитыми свойствами свинцовых белил, Н. К. Труда издал еще 16 декабря 1924 г. постановление № 496/496, согласно которому употребление свинцовых белил в СССР постепенно сокращается, а начиная с 1 января 1930 г. воспрещается совершенно. В журнале Железнодорожное Дело № 3, 1927 г. мною была напечатана статья на тему „Применение свинцовых белил на транспорте“, в которой я выяснял затруднения, встречающиеся от этого запрещения для всего транспорта, который в целом ряде случаев совершенно не может обойтись без этой краски. Затем, Н. Т. Комитет вел некоторые переговоры с Отделом Охраны Труда НКТ, в результате чего в настоящее время НКТ уведомил НКПС, что

¹ Seeligmann und Zieck. Handbuch der Lack und Farben-Industrie. стр. 794.

² Emil Zimmer.—Bleiweiss. стр. 55.

в изъятие пункта 3 указанного постановления принципиально допускается и в будущем применение свинцовых белил по крайней мере в двух определенных случаях:—для окраски железнодорожных мостов и для наружной окраски морских судов. Несомненно со временем и впредь до выработки красок, могущих заменить свинцовые белила, НКТ придется сделать еще некоторые уступки по отношению к абсолютному запрещению свинцовых белил, так как во многих случаях оно может принести колоссальный технический и экономический ущерб.

Хромосвинцовые соли. Они встречаются в технике двух родов:—нейтральная хромосвинцовая соль $PbCrO_4$, имеющая светложелтый тон, и основная соль $PbCrO_4 \cdot Pb(OH)_2$ оранжевого цвета; содержащие их краски являются наиболее ценными по их цвету, изменяющемуся в широких пределах от лимонно-желтого до темно-оранжевого. Среди зеленых красок очень известна хромовая зелень, получающаяся от смешения хромовокислого свинца и берлинской лазури.

Краски эти имеют значение главным образом в живописи. Но нужно заметить, что по опытам Американского Общества Испытания Материалов¹ в Атлантик-Сити, основная хромо-свинцовая соль или так называемый „Американский вермильон“ дала наилучшие результаты в отношении защиты железа от коррозии. Однако слишком высокая цена этой краски не позволяет применять ее в чистом состоянии и в Америке считается полезным вводить ее в количестве 10—15% в некоторые другие краски, применяемые для грунтовки. Для большего еще уменьшения расхода этой краски Гарднер и Кашмен² предложили особый процесс поверхностного хромирования частичек некоторых определенных пигментов, что значительно повышает их защитные свойства в отношении коррозии металлов.

Основная соль сернокислого свинца. $2PbSO_4 \cdot Pb(OH)_2$. Как один из материалов, которым иногда заменяют углекислые свинцовые белила, в технике известна основная серносвинцовая соль, на которую одно время возлагали некоторые надежды, не совсем однако оправдавшиеся на деле. По техническим условиям НКПС на транспорте допущена краска этого рода с такими качествами. Аморфный (не кристаллический) порошок белого цвета, с содержанием свинца, выраженного в PbO от 71 до 74% и серного ангидрида SO_3 от 16,5 до 18,5%; посторонних примесей должно быть не более 1% и влажности не более 2,5%. За границей они сравнительно мало распространены. По опытам Американского Общества Испытания Материалов эта краска дает хорошие результаты не в самостоятельном виде, а в смесях с другими белыми красками, например: с углекислыми свинцовыми белилами, с окисью цинка и др.

¹ Speller.—Corrosion. Causes and Prevention. стр. 292.

² Там же, стр. 293.

2. Цинковые белила.

Цинковые белила являются одним из наиболее распространенных средств замены свинцовых белил. По химическому составу это окись цинка ZnO , с незначительными примесями окиси кадмия, окиси сурьмы, цинковой пыли и др. По техническим условиям НКПС в цинковых белилах должно быть не менее 98,5% чистой окиси ZnO и не более 1% примесей, не растворимых в аммиаке, минеральных и уксусной кислотах и едких щелочах; количество влаги не более 2%.

Краска эта характеризуется следующими данными. Она имеет хорошую кроющую способность, не ниже чем свинцовые белила. Пока пленка цинковых белил в исправном состоянии, она хорошо предохраняет от коррозии благодаря их основной природе.¹ Но они сравнительно легко поддаются влиянию влаги и углекислого газа, переходя при этом в кристаллический углекислый цинк и потому на открытом воздухе они не устойчивы, а пригодны главным образом для внутренней окраски. Высыхают сравнительно медленно. Хорошо смешивается со свинцовыми белилами и многими другими красками и потому чаще всего применяется не в чистом состоянии, а именно в смесях. Одной из хороших и употребительных красок широкого употребления является смесь окиси цинка и окиси железа, причем примесь окиси цинка значительно повышает свойства этой второй краски в отношении защиты от коррозии. На американских железных дорогах такая смешанная краска пользуется большим распространением и дает хорошие результаты. Хорошие результаты дает также смесь окиси цинка и цинковой пыли, которая прекрасно предохраняет от коррозии и может найти применение для грунтовки.

Насколько в Америке распространены краски, состоящие из смесей цинковых и свинцовых красок, можно судить по тому, что в этой стране существуют даже определенные технические условия на два сорта таких смесей: с высоким содержанием свинца (High leaded) и с 60% окиси цинка и с низким содержанием свинца (Low leaded) и с 93% окиси свинца.² Производство цинковых белил в А. С. Штатах в 1924 году достигало 130.000 т, в СССР—1.800 т (1926 г.).

3. Литопон.

Литопон представляет смесь сернокислого бария $BaSO_4$ и сернистого цинка ZnS , получаемую обменным разложением сернокислого бария и сернокислого цинка по уравнению: $BaS + ZnSO_4 = BaSO_4 + ZnS$. Он чисто белого цвета, обладает хорошей кроющей способностью, хотя и уступает свинцовым белилам, не ядовит и совершенно не подвержен действию сероводорода.

¹ Speller, Corrosion, Стр. 293. Prof. Pöschl, Farbenkunde, Стр. 51.

² Gardner, Physical and Chemical Examination of paints, 1925 год.

Он довольно широко распространен за границей и в Америке в 1924 году его было изготовлено около 110.000 т; в СССР производство его пока не велико и достигает 1.200 т в год (1925—26 г.). По техническим условиям НКПС в литопоне должно быть не менее 20% ZnS и не допускается примешивания мела, гипса и глины.

В самостоятельном виде, как средство предохранения от коррозии, литопон обладает сравнительно низкими качествами; но может с успехом применяться как примесь к другим белым краскам. В технической литературе встречается довольно много работ по сравнительному испытанию литопона и других белых красок и оказывается, что, в случае применения его с хорошей густой олифой и древесным маслом, литопон дает хорошие результаты, не уступающие цинковым белилам, но много экономичнее последних.¹ Краску эту можно в особенности рекомендовать для внутренней окраски железнодорожных вагонов.²

4. Титановые белила.

Титановые белила нередко выдвигаются в литературе, как лучшее средство для замены свинцовых белил. По химическому составу они представляют окись титана TiO_2 или же смеси ее в различных пропорциях с окисью цинка. Краска эта обладает хорошей кроющей способностью, но требует довольно много масла и сравнительно медленно сохнет. Окраска металла непосредственно титановыми белилами дает не особенно удовлетворительные результаты, так как пленка их не имеет прочной связи с металлом.

Производство их в настоящее время установлено в Норвегии (Titan-Companу Frederikstad); в СССР они пока еще совершенно не применяются.

5. Железные краски.

Из соединений железа в технике имеются две в качестве широко распространенных красок—красная окись железа или железный сурик и черная окись железа или железная окалина.

Красная окись железа Fe_2O_3 давно уже находит себе широкое применение для изготовления красок различного рода, начиная с Индийской красной (в Америке) или специального железного сурика, в котором содержится 96—98% Fe_2O_3 , обыкновенного железного сурика с содержанием не менее 60% Fe_2O_3 (норма НКПС) и наконец до более дешевых красок с содержанием от 30 до 60% окиси железа.

Специальный железный сурик обладает уже сам по себе довольно хорошими защитными свойствами против коррозии железа, но качество это можно еще значительно поднять, прибавляя к нему от 10 до 20% окиси цинка, хромовокислого цинка или свинцового сурика. Такие

¹ Korrosion und Metallschutz. 1926. № 6. Maass und Кнур.

² Там же. 1927. № 5.

красные краски широко применяются для окраски железных крыш, стальных инженерных сооружений и вообще могут быть рекомендованы к употреблению как в качестве грунта, так и для наружной окраски вторым слоем поверх грунтовки из свинцового сурика.¹

Черная окись железа или окалина Fe_3O_4 получается измалыванием в тонкий порошок природной магнитной руды или железной окалины. Она тоже имеет слабо основные свойства и могла бы найти применение для окраски непосредственно по металлу; но чаще она применяется в наружном слое (2-й или 3-й) в смеси с углем или некоторыми силикатами (азбест, слюда) для придания наружной поверхности краски большой механической сопротивляемости.

6. Черные краски.

Черные краски применяются, как известно, только для наружной окраски поверх грунтовки хорошей краски, обеспечивающей достаточную защиту от коррозии или ржавления. Черными пигментами служат: газовая сажа, масляная сажа, естественный или искусственный графит; к ним прибавляется обыкновенно немного кремнезема или других земляных красок и затем они затираются на льняном масле. Так как такие краски сравнительно медленно сохнут, полезно прибавлять к ним 5 — 10% свинцового сурика или глета, причем получается значительно более твердая и прочная пленка.

7. Алюминиевые краски.

Алюминиевые краски получают тщательным смешением порошкообразного металлического алюминия с хорошей, первосортной олифой или масляным лаком, причем количество алюминия обыкновенно колеблется от 20 до 25%.²

Алюминиевые краски можно применять исключительно в наружном поверхностном слое, причем они обладают следующими особенными свойствами:

- а) получается блестящая металлическая поверхность, сильно отражающая свет;
- б) слой алюминиевой краски совершенно не прозрачен и потому защищает, находящуюся под ним, обыкновенную масляную краску от разрушительного действия солнечных лучей;
- в) алюминиевая краска очень мало проницаема для воды, а потому защищает от увлажнения ниже лежащие слои краски;
- г) алюминиевые краски можно применять на поверхностях, нагревающихся до 370—425° С (в сухом состоянии) без большого вреда для них;
- д) алюминиевые краски значительно уменьшают нагревание окрашенных ими поверхностей на солнце.

¹ Speller Corrosion, Стр. 292.

² Speller, Стр. 295.

8. Защитные масляные краски.

В следующей таблице приведены составы красок различного цвета и тона для окраски мостов и других крупных инженерных сооружений для защиты их от воздушного нападения путем уменьшения видимости их с воздуха.

ЦВЕТ И ТОН	Олифа	Зеленая окись хрома	Умбра натуральная	Белила пинковые	Мумия	Ультрамарин.	Охра желтая	Цинковая зелень	Хром желтый	Примечание
	В к и л о г р а м м а х									
Зеленовато-серый (луг, пашня) . . .	1,7—2,0	0,8	1,2—1,5	1,8—1	—	—	—	—	—	1. Все количества приведены на 10 кв. м поверхности. 2. Густота краски устанавливается практически. 3. Для придания мат. приояви. на 5 частей олифы 1 часть скипид.
Светло-желтый (песок)	2	—	—	0,8	—	—	2	—	—	
Коричнево-бурый (пашня, земля) .	1,7—2,3	—	0,8—1	—	1,4—1,8	0,5—0,7	—	—	—	
Под стволы старых берез	1,8—2,3	—	0,8—1	2,25	—	—	—	—	—	
Зеленый (луг, кустарник)	1,8—2	—	—	—	—	0,05	0,2	0,5	0,15	

Б. Работы по окраске мостов и инженерных сооружений.

Работа по окраске различных металлических сооружений состоит из двух последовательных операций, имеющих обе одинаково важное значение: из подготовки и очищения окрашиваемой поверхности от ржавчины и всего, что может мешать окраске и из нанесения краски. Можно применять очень хорошие и дорогие краски, но если в самой работе окраски не уделяется должного внимания правильному осуществлению обеих указанных операций, всегда можно ожидать неблагоприятных результатов.

1. Очищение от ржавчины и подготовка окрашиваемой поверхности.

Для наиболее совершенного предохранения металлической поверхности от коррозии, необходимо, чтобы первый же слой краски, применяемый для грунтовки был наложен на совершенно чистую металлическую поверхность без малейших следов грязи и ржавчины. Присутствие грязи в виде пыли, песка, жирных пятен в особенности от нефтяных масел совершенно не позволяет краске прочно закрепиться на металле; а ржавчина, попавшая под слой краски, очень часто начинает развиваться еще сильнее, чем на открытом воздухе, и под

влиянием этого процесса слой краски начинает местами вздуваться и отставать от металла.

Техника очищения металлов от ржавчины разработана в настоящее время довольно хорошо, причем обычно применяется один из двух способов — ручная чистка проволочными щетками и механическая чистка пескоструйными аппаратами. По германским инструкциям для чистки металлических поверхностей в железнодорожном строительстве,¹ предлагается для сооружений малых размеров или для небольших заржавленных мест крупных сооружений применять ручной способ чистки проволочными щетками, а при больших поверхностях следует применять механический способ.

Чистка проволочными щетками сама по себе является очень простой операцией, но для успешной работы необходимо прежде всего иметь хорошие, правильно подобранные щетки, причем лучше брать их с проволокой не толще 0,8—1,2 мм, так как в противном случае чистка выходит очень грубая, трудно получить совершенно однородную блестящую поверхность и затем на ней получаются грубые и глубокие царапины.

Работа пескоструйных аппаратов основана на том, что действием струи сжатого воздуха из особого резервуара выбрасывается сильная струя песка, частички которого сбивают и соскабливают ржавчину и грязь с поверхности металла. Способ этот послужил предметом разработки австрийского инженера Отто Реймана, а затем, несколько позже — доктора Р. Карга в Берлине, причем на основании их работ можно дать следующие указания практического характера:²

1) Песок, применяемый для чистки, должен быть совершенно сухой, с размером зерен от 1,5 до 2 мм с острыми краями, по возможности без пыли; можно с одинаковым успехом применять кварцевый и шлаковый песок.

2) Наибольшее значение для успешной работы имеет не давление, а количество воздуха, подаваемого в аппарат в единицу времени.

3) Нормально требуется сверхдавление (по сравнению с давлением атмосферы) не более 1—2 атмосфер, и только при работе по очистке поверхности глубоко разъеденной ржавчиной или при наличии толстого слоя старой краски, приходится доходить до 4 атмосфер.

4) Количество воздуха зависит от размеров сопла, как это можно видеть из следующей таблицы:

Сечение отверстия сопла в мм	Площадь поперечного сечения в кв. мм	Расход воздуха в 1 минуту
16	2,01	8,06 куб. м
10	0,78	4,06 " "
6,5	0,33	2,18 " "

¹ Vorläufige Richtlinien für die Ausführung und Unterhaltung des Anstriches von Eisenbauwerken.

² Korrosion und Metallschutz. 1925. № 1, стр. 11, и № 4, стр. 87.

Конечно, скорость очищения будет находиться в зависимости от объема воздуха и количества песка, подаваемых в единицу времени.

5) Компрессор должен быть подобран в зависимости от размеров намечаемой работы, причем в германской практике имеются три типа компрессоров для этой цели:

малый компрессор	2,5 куб. м воздуха в 1 минуту
средний "	10 " " " " 1 "
большой "	35 " " " " 1 "

6) При хорошем устройстве аппарата и достаточной мощности компрессора песок должен подаваться по крайней мере со скоростью 12 м в секунду.

7) Компрессор должен быть по возможности ближе к месту чистки и длина рукава подающего воздух с песком должна быть не более 30 м, считая от компрессора.

8) Примерный расход энергии и мощность рабочего двигателя можно видеть на следующих частных примерах из практики:

а) для работы со сверхдавлением в 1 атмосферу, на 8 куб. м воздуха необходим двигатель в 20 лощ. сил;

б) для работы со сверхдавлением в 4 атмосферы, на том же объеме 8 куб. м воздуха—двигатель в 45 лощ. сил.

Применение пескоструйных аппаратов наиболее целесообразно при очищении больших поверхностей, покрытых неособенно толстым слоем ржавчины; и чем толще слой ее, тем больше затрачивается времени и при известном пределе это может быть уже не экономично, так что выгоднее будет сперва счистить нагрубо главную массу ржавчины (а также окалины) вручную молотками и скребками и только уже окончательную чистку производить песком. Примером того, как увеличивается время чистки пескоструйными аппаратами, могут служить следующие данные по очистке одного и того же металла, только хранившегося различное время на открытом воздухе.

Время хранения	Время чистки 1 кв. м
6 месяц.	7 минут
18 "	18 "
48 "	35 "

То же самое относится к прочному слою старой краски, присутствие которой увеличивает обыкновенно время чистки в 4—6 раз; если краска еще не очень высохла, то время чистки увеличивается в 2—3 раза. В виду этих соображений необходимо, во-первых, с первого же раза очистить металлическую поверхность наиболее совершенно и затем, раз окрасивши ее, поддерживать слой краски в таком состоянии, чтобы можно было производить ремонт без удаления старого слоя краски.

Ввиду указанной уже выше важности производства окраски непременно по чистой и сухой поверхности металла, работу чистки необходимо производить по возможности непосредственно перед окраской и по окончании ее переходить к грунтовке и дальнейшей окраске. Пробой на достаточную степень очищения металлической поверхности может служить вытирание ее чистой белой тряпкой; на которой при этом не должно оставаться пятен и пыли.

Взгляды на техническую и экономическую ценность ручного и механического способов очищения от ржавчины у двух упомянутых выше авторов несколько расходятся; но можно скорее присоединиться к взгляду Р. Карга, что на первый план здесь нужно выдвинуть совершенство очистки, имеющее большое значение в отношении получения хороших результатов при окраске и сохранении металлических сооружений и потому всюду, где возможно, нужно отдавать предпочтение механическому очищению пескоструйными аппаратами.

2. Окраска мостов и инженерных сооружений.

Первое и очень важное условие успешного производства окраски крупных металлических сооружений заключается в применении доброкачественных красок, удовлетворяющих установленным техническим условиям и целесообразный выбор их в зависимости от назначения. В предыдущей главе было уже дано описание важнейших красок и сравнительная оценка их технического значения.

В настоящий момент нужно еще обратить внимание на некоторые практические стороны дела снабжения красками.

Все краски, за исключением свинцового сурика, доставляются существующими в СССР трестами и заводами в готовом густо-тертом состоянии, в герметически закупоренной посуде и при употреблении их необходимо лишь разводить до рабочей консистенции маслом или смесью его со скипидаром. Бочки или жестянки с краской должны открываться незадолго до работы и ни в коем случае не должны оставаться продолжительное время в открытом виде во избежание попадания в них дождевой воды и высыхания их; если на поверхности краски образуется густая пленка, ее ни в коем случае не следует смешивать с краской, а осторожно снять и выбросить.

При разведении густотертых красок маслом или другими разжижителями, нужно прибавлять их небольшими порциями, очень постепенно и тщательно размешивать краску до получения совершенно однородной массы. Содержание олифы в густотертых красках зависит от их природы и изменяется значительно в зависимости от их удельного веса; ниже приведены данные в этом отношении для некоторых важнейших красок¹ по Смису.

¹ Проф. А. Саножинов. Краски и лаки.

Количество олифы, необходимое на 100 весовых частей различных сухих красок в густотертом состоянии.

1. Свинцовые белила	6,25— 7
2. Сернистый свинец	8
3. Литопон	10 — 12
4. Окись цинка	10 — 12
5. Тяжелый шпат	7 — 10
6. Желтый хром	12 — 16
7. Железный сурик	18 — 22
8. Охра	25 — 40
9. Ультрамарин	30 — 37
10. Берлинская лазурь	100
11. Сажа различная	100 — 110

Количество олифы в готовых к употреблению красках должно быть устанавливаемо в зависимости от способа окраски (кисти, пульверизационный способ), но тем не менее в литературе встречается обыкновенно указание минимального, нижнего предела, как это можно видеть, например, из следующей таблицы, взятой из технических условий по окраске железнодорожных мостов германских железных дорог:

№№ по пор.	К Р А С К А	Минимальное количество олифы на 100 в. ч. готовой к употреблению краски		
		Грунтовка	2 слой	3 слой
1	Свинцовый сурик	15	—	—
2	Свинцовые белила чистые	—	30	35
3	Свинцовые белила с кост. углем или графитом	—	30	35
4	Окись цинка с теми же примесями	—	35	40
5	Природная окись железа (железный сурик)	—	35	40
6	Железная окалина	—	30	35

Ввиду указанных уже при описании свинцового сурика, недостатков его смесей с олифой, из которых он довольно быстро и легко осаждается, краски из свинцового сурика готовятся всегда незадолго до употребления; а при самой работе с этой краской нужно все время тщательно размешивать ее для предотвращения отстаивания ее. Растирание красок для смешения их с олифой в небольших размерах производится на плитах из камня при помощи так называемого куранта; для приготовления больших количеств тертых красок, применяются особые механические краскотерки с ручным или механическим приводом.¹

¹ Инж. Зеленков. Малирное дело, стр. 30—31.

Во время перерыва работы по окраске все сосуды с красками должны быть тщательно закрыты во избежание загрязнения их, попадания в них воды или высыхания их.

Окраска мостов и крупных металлических сооружений начинается, обыкновенно, еще на заводе изготовляющем их, с целью предохранения их во время перевозки, хранения и сборки от ржавления.¹ Все отдельные части мостов и другие крупные металлические изделия, ранее чем оставить завод, должны быть тщательно очищены от всех слоев окалин, ржавчины и окрашены за один раз свинцовым суриком на масле или другими, принятыми для грунтовки красками, причем изделия могут погружаться для отправки только после полного высыхания на них слоя краски.

При сборке мостов или других сложных конструкций все соприкасающиеся поверхности должны быть особенно тщательно окрашены еще до их соединения; все части конструкции, которые после сборки не доступны окраске, должны быть тоже заранее окрашены—1 раз на заводе и затем 2 раза перед сборкой.

Все шлифованные или полированные части, которые окраске не подлежат, смазываются на заводе до отправления какой-либо предохранительной смазкой, например, смесью свинцовых белил и сала, а еще лучше густым, высокоплавким техническим вазелином. Все трущиеся части смазываются графитом или тем же вазелином.

После окончания сборки вся конструкция должна быть вновь тщательно очищена от следов гризи, жира и т. п. и прежде всего исправляется слой грунта во всех местах, где он пострадал во время перевозки или сборки и затем уже приступают к окончательной окраске ее двумя слоями краски, придерживаясь следующих общих правил.

Все три слоя краски (грунт и два наружных слоя) должны быть различного цвета для того, чтобы можно было легче контролировать порядок последовательности окраски. При этом производство работ по окраске ни в коем случае не следует поручать представителям производственного органа или фирмы, которая поставляет краски. Выбор краски производится по указаниям инженеров, руководящих постройкой.

Для производства окраски должно быть выбрано такое время года, когда можно рассчитывать на продолжительный период хорошей, но не очень жаркой погоды; не следует ни в коем случае допускать окраску во время дождя или тумана, при сильном ветре поднимающем много пыли, во время мороза и при сильном солнцепеке, который может сразу же сильно повредить пленку краски уже в период высыхания ее.

¹ I. A. L. Waddell Bridge Engineering. 1916, стр. 1803.

Нанесение краски можно производить кистями или пульверизационными аппаратами, которые правда расходуют немного больше краски, но зато во много раз ускоряют работу.¹

В тех местах, где нельзя красить кистью, вместо нее можно употреблять кусок какой-либо ткани смазанный краской. Те места конструкций, где может собираться и застаиваться вода, нужно заранее заполнить густой пастой из краски или водонепроницаемым цементом и после этого уже их окрасить. Все части конструкций, которые заделываются частично или полностью в каменную кладку или бетон должны быть окрашены особенно тщательно с нанесением на них лишнего слоя краски.

При самом производстве окраски нужно следить, чтобы краска наносилась аккуратно ровным, сплошным слоем, без пропусков и комков. При этом каждый слой краски должен совершенно высохнуть, ранее чем наносить на него новый слой ее. Ранее, чем закончится окраска всей конструкции одним из слоев одной и той же краски, не следует приступать к нанесению следующего слоя.

Если во время производства работы по окраске испортится погода и пройдет дождь, ни в коем случае не следует возобновлять работы до тех пор, пока конструкция не обсохнет в достаточной мере.

Неудачные результаты окраски получаются всегда при несоблюдении одного из простых, элементарных условий, которые указаны выше и потому работу по окраске не следует поручать безответственным и мало подготовленным в техническом отношении людям, которые не представляют себе всей важности работы по окраске дорогих металлических конструкций с точки зрения предохранения их от коррозии и долговечности их. Всю работу по окраске, начиная с чистки и подготовки поверхности металла, выбора красок и, наконец, самого процесса нанесения их, нужно вести под строгим контролем опытных в этом деле и знающих инженеров.

3. Предохранение металлических конструкций от дымогарных и других вредных газов.

В железнодорожном строительстве нередко приходится встречаться с необходимостью защиты металлических сооружений от вредных газов, в отношении которых обыкновенные масляные краски не достаточно устойчивы; одним из таких газов является несомненно сернистый газ SO_2 , образующийся при сгорании богатого серой каменного угля и потому понятно, что имеются специальные исследования, посвященные именно этому вопросу. На основании этих экспериментальных исследований² можно сделать следующие заключения:

¹ Проф. А. Сапожников. Краски и лаки.

² Wolff. Korrosion und Metallschutz. 1926. № 6, стр. 158; van Nock. Там же 1926. № 9, стр. 223.

1) Сопротивляемость сухому сернистому газу SO_2 изменяется в нисходящем порядке по следующему ряду: Железный сурик → литопон → свинцовые белила → железная окалина → цинковые белила.

2) Сернистый газ частично адсорбируется красками и частично вступает с ними в химическое соединение (за исключением свинцовых белил).

3) Действие сернистого газа на краску заключается, повидному, главным образом, в пептизации ее, т.-е. разжижении ее и превращения в жидкий коллоидный раствор.

4) Сопротивляемость действию сернистого газа смесей красок не есть среднее арифметическое сопротивляемости составных частей смеси. Например, смесь железной окалины и мела, одинаково плохо сопротивляющихся влиянию сернистого газа, обладает довольно хорошей сопротивляемостью в отношении его.

5) Влияние сернистого газа особенно сильно в присутствии влажности, причем из всех красок наиболее слабой в отношении сопротивления такой смеси сернистого газа и воды является окись цинка.

В технической литературе не встречается еще пока определенных указаний на какие-либо специальные краски, которыми можно было бы придать достаточную защиту от вредных газов металлическим конструкциям в железнодорожном строительстве; но судя по всем данным, для этого случая более полезными должны оказаться не обыкновенные масляные краски, а так называемые „битуминозные“ краски из асфальта и смол.¹

Краски эти готовятся из рафинированной каменноугольной смолы, асфальта, льняного масла и масляно-смоляных лаков, растворяя их последовательно в скипидаре или легких нефтяных погонах. За последнее время для той же цели широко применяется нефтяной гудрон, обрабатываемый окислением в асфальт, причем он имеет высокую температуру плавления около $140-150^{\circ}C$; он хорошо растворим в скипидаре, бензоле и некоторых нефтяных продуктах. Находясь уже в растворе он хорошо смешивается с олифой и вообще маслами для получения быстро высыхающих, очень эластичных красок. Смолистая основа этой краски очень хорошо сопротивляется действию кислот и совершенно не страдает от нагревания солнцем, чему подвержена каменноугольная смола.

Краски эти дают хорошие результаты в применении к металлическим частям тунелей, резервуарам для воды, металлическим частям оборудования рудников, где всегда можно ожидать действия воды, содержащей серу и т. д. При этом рекомендуется сперва грунтовать металлические изделия свинцовыми красками с небольшой прибавкой в готовой уже тертой краске глета.

¹ Speller. Corrosion, стр. 297.

В С.-А. С. Штатах широко применяется для указанной цели быстро высыхающий асфальтовый лак, состоящий из асфальта, смешанного с олифой и растворенного в каком-либо летучем растворителе.

Против влияния вредных газов и паров можно с успехом применять также окраску хорошей рафинированной каменноугольной смолой, растворенной в бензоле и содержащей около 10% портланд-цемента. В морском ведомстве в С.-А. С. Штатах для той же цели применяется широко смесь из 4—8 частей каменноугольной смолы, 1 части портланд-цемента и 1 части по весу керосина.

4. Окраска железных крыш.

Окраска железных крыш в существенных чертах этой работы мало чем отличается от окраски металлических инженерных конструкций и имеет такое же важное значение для сохранения покрытых ими зданий. Нужно иметь ввиду, что крыши могут подвергаться ржавчине и вообще коррозии как с верхней наружной части, так и с нижней внутренней стороны, выходящей в гражданских постройках на чердак, а в железнодорожных зданиях (вокзалы, депо, и т. п.) могут быть тоже совершенно открыты и еще подвергаться действию некоторых вредных газов. Поэтому, обыкновенно железные листы еще до укладки их на место грунтуют более жидкой краской с обеих сторон, а затем уже окончательно окрашивают готовую крышу.

Для окраски железных крыш в красный цвет употребляют обыкновенно железный сурик или мумию. Железный сурик лучше красит и прочнее, чем мумия; но современем он темнеет и потому к нему иногда прибавляются некоторые примеси, например, окись цинка, которая к тому же значительно повышает его предохранительные качества в отношении ржавчины.

Для окраски крыш в зеленый цвет применяют, главным образом, ярь-медянку (основная укусно-кислая соль); но нужно иметь ввиду, что при непосредственном соприкосновении с железом, краска эта может вызвать ржавчину железа и потому под ярь-медянку необходимо наносить хороший грунтовочный слой из свинцовых белил или особой железной грунтовки, состоящей из белил с прибавкой зелени.

В серый цвет или какие-либо защитные цвета можно красить одной из красок, указанных выше в таблице защитных красок.

При окраске железных крыш нужно строго соблюдать те же основные правила, какие даны при описании окраски мостов.

Лучше всего красить крыши в сухую теплую погоду после дождя, который смывает с них грязь и пыль и когда она совершенно просохнет. Нельзя красить в сильный ветер (пыль) и в жаркое время дня, так как нагретое днем железо при охлаждении несколько сжимается и успевший уже высохнуть слой краски может получать ме-

ханические повреждения, а, кроме того, сильные солнечные лучи очень вредно действуют на не вполне засохшую пленку краски. Крыши из оцинкованного железа тоже полезно красить, что значительно увеличивает их долговечность, причем для лучшего приставания краски к поверхности такого железа рекомендуется предварительно промыть крышу 5⁰/₁₀-м раствором серноуксусной или уксуснокислой меди в воде ¹ и затем, давши поверхности железа хорошо высохнуть красить его с соблюдением обыкновенных условий и правил этой работы.

В тех случаях, когда с нижней стороны крыши вокзала или депо можно ожидать влияния дымогарных и других вредных газов, можно рекомендовать окраску их с нижней стороны указанными уже выше битуминозными красками.

Б. Надзор за состоянием окрашенных конструкций и ремонт окраски их.

Окраска металлических конструкций достигает цели предохранения их от ржавчины до тех пор, пока пленка высохшей краски сохраняет достаточную прочность и водонепроницаемость и защищает поверхность металла от вредного влияния всех вместе взятых атмосферных агентов. С течением времени всякая пленка краски постепенно стареется, делается жесткой и утрачивает эластичность, затем на ней появляется сеть мелких, невидимых невооруженным глазом трещин, которые, однако, постепенно расширяются и достигают до поверхности металла. Начиная с этого момента слой краски утрачивает свои защитные свойства и на металле может начаться процесс ржавления, который быстро развивается и начинает разрушать слой краски и с внутренней его стороны, приводя его в такое состояние, что может потребоваться полная окраска заново всего сооружения с предварительной очисткой поверхности металла от ржавчины и всей старой краски. Если запустить окрашенные металлические конструкции до такой степени, то неизбежно от значительного вреда, наносимого этим явлением металлу сооружений, приходится производить настолько солидный ремонт окраски его, что он обходится в 3—4 раза дороже, чем окраска того же сооружения, произведенная во время по неразрушенной еще старой краске. ²

Для предупреждения такого разрушения слоя краски на металлических сооружениях и связанных с ним крупных расходов по ремонту, имеется один способ—правильного периодического осмотра их в своевременного производства ремонта. Наиболее подходящие моменты для подобного контрольного осмотра мостов и других крупных

¹ С. F. Brown. Principles and Practices of Up-Keep-Painting. стр. 107.

² Vorläufige Richtlinien für die Ausführung und Unterhaltung des Anstriches von Eisenbauwerke.

металлических сооружений весна и осень, с промежутками между двумя соседними осмотрами в $\frac{1}{2}$ года. Имея подходящий метод испытания слоя краски, можно довольно точно характеризовать состояние защитного слоя краски и отметить момент, когда он становится настолько водопроницаемым, что его уже необходимо подвергнуть ремонту. При этом, в зависимости от степени и характера разрушения пленки краски, может случиться, что придется возобновить краску только местами, где обнаруживается особенно сильное разрушение ее или же по всей поверхности сооружения.

Недавно Институт по Исследованию в области техники окраски в Штуттгарте в Германии опубликовал сведения о новом методе,¹ который позволяет производить испытание пленки краски в довольно объективных условиях в отношении ее водонепроницаемости и вместе с тем дает некоторые количественные результаты, на основании которых можно довольно точно указать момент, когда окраску необходимо возобновлять. Аппарат этот под названием „Rostsucher“ или искатель ржавчины, основан на принципе определения электропроводности смоченной водой пленки краски. Для этой цели в двух местах обращенной поверхности устанавливаются при помощи особой мастики стеклянные стаканчики, в них наливается вода и опускаются металлические электроды, которые соединяются с батареей, напряжение которой можно по желанию изменять в 2, 4 и 6 вольт, и гальванометра для измерения проходящего по цепи тока. Выждавши 15 минут после того, как в стаканчики налита вода, включают батарею последовательно на все три указанных напряжения и наблюдают по гальванометру проходит ли электрический ток по цепи, что делается возможным только в том случае, когда вода находит себе по трещинам краски путь до поверхности металла и таким образом замыкается цепь, в которую входят батарея и гальванометр. Изменяя напряжение батареи, а равно время смачивания слоя краски водою, можно в довольно широких пределах изменять условия измерения и таким образом получать во всех, практически возможных случаях некоторые определенные результаты. Инженер К. Вестингаузен произвел ряд интересных опытов по применению этого аппарата и пришел к следующему заключению в отношении условий применения его. Необходимо производить четыре подряд измерения каждые $\frac{1}{4}$ часа при трех указанных напряжениях в 2, 4 и 6 вольт; полученных таким образом за 1 час двенадцать наблюдений уже достаточно для того, чтобы определенно высказаться о состоянии слоя краски и решить вопрос о том, потребуется ли немедленно возобновить окраску или можно этот ремонт отложить. Нужно заметить, что аппарат этот находится еще в стадии испытаний, но несомненно самый принцип его заслуживает серьезного внимания и весьма возможно, что с течением вре-

¹ Korrosion und Metallschutz. 1927, № 6, стр. 135.

мени это метод найдет действительно широкое практическое применение и при помощи его можно будет довольно точно указывать момент, когда необходимо производить новую окраску сооружений.

При производстве новой окраски в нормальных условиях т.-е. пока еще старый слой краски не разрушен и находящаяся под ним поверхность металла не подверглась ржавлению, необходимо лишь подготовить соответственным образом поверхность старой краски для лучшего закреплению на ней новой краски.

Дело в том, что на гладкий, блестящий слой высохшей краски новая краска не пристает и потому ее необходимо лишить этой гладкой блестящей поверхности стеклянной бумагой или проволочными щетками; а затем необходимо удалить с нее пыль, грязь и жирные и масляные пятна.

Если же местами слой краски сильно потрескался и вообще поврежден, то необходимо его удалить скребками, проволочными щетками или пескоструйными аппаратами и очистить хорошо от пыли; если наконец из под слоя краски ясно выступает ржавчина, заржавленные места нужно промазать бензином и зажечь его, очистивши затем хорошо эту поверхность.

Более прочного закрепления нового слоя краски на старой краске можно достигнуть также, если предварительно покрыть ее тонким слоем нитроцеллюлозного лака, который очень хорошо заполняет все трещины в старой краске и вместе с тем, как промежуточный слой, прочно соединяют между собою старый и новый слой красок.¹

В случае механического ремонта, связанного с усилением или заменой некоторых частей сооружения, по окончании его всегда необходимо произвести окраску или частичную т.-е. только в местах ремонта или же полную, что зависит от общего состояния окраски данного сооружения.

Г. Очистление от старой краски.

При производстве ремонта по окраске мостов и других инженерных сооружений может встретиться необходимость очищения от старой краски содержащей свинцовые белила, больших окрашенных поверхностей. Нужно при этом иметь в виду, что процесс этот, производимый обыкновенно сухим способом — скребками или проволочными щетками, дает большое количество очень ядовитой пыли и потому по предложению Отдела Охраны Труда Н. К. Т. Научно-Технический Комитет НКПС выработал новый мокрый способ очищения металлических поверхностей от слоя старых масляных красок, который состоит в том, что на старую окрашенную поверхность наносится особая мастика, содержащая едкую щелочь; под влиянием этой мастики

¹ Korrosion und Metallschutz. 1927, № 6, стр. 135.

краска размягчается и отстает от металла настолько, что ее можно уже свободно снять скребком без всякого образования пыли.

Для этой цели лучше всего воспользоваться мастикой одного из следующих составов:

	Сода кальци- нирован.	Известь негашен.	Мел порошк.	Мазут или нефть	В о д а
Мастика № 1	16%	18%	22%	10%	34% вес.
" № 2	6%	36%	—	10%	48% вес.

Способы приготовления мастик.

Отвешенное количество негашеной извести заливается небольшим количеством воды (лучше горячей, чтобы ускорить реакцию).

Когда куски извести превратятся в пластичное тесто—что указывает на конец реакции, в горячую еще известь прибавляют отвешенное количество порошкообразной соды и тщательно смешивают.

К остывшей массе для приготовления мастики № 1 прибавляется отвешенное количество мела и полученная смесь опять тщательно перемешивается.

К полученному, как указано выше, жидкому тесту, прибавляется отвешенное количество мазута или каких-либо отработанных минеральных смазочных масел и затем прибавляется вода до нужной консистенции.

Лучше сразу вводить в мастику нужное количество воды при гашении извести, так как этим в начале понижается концентрация образовавшегося едкого натра и реакция обменного разложения в сторону образования едкого натра идет дальше, чем при высоких концентрациях.

Для приготовления мастики № 2 мел не вводится, а посему к полученной смеси гашеной извести и соды, как указано выше, прибавляется отвешенное количество мазута, мастика перемешивается, и если нужно к ней прибавляется вода до рабочей консистенции.

Полученные таким образом мастики готовы к употреблению.

На 1 м² окрашенной поверхности идет около 1 кг мастики доведенной до рабочей консистенции.

Способ употребления мастик.

Мастика, если это надо, разводится водою до консистенции сметаны, чтобы нанесенный слой толщиной 2—3 мм держался не сползая на окрашенной вертикальной поверхности. Чем жиже мастика, тем легче работать, но ложится она более тонким слоем и хуже держится на вертикальной поверхности (иногда сползает). Густая ма-

стика ложится более толстым слоем, держится на вертикальной поверхности лучше и действие ее надежнее, так как она медленно высыхает.

Чем толще слой подготовки, находящейся под краской, тем большее количество мастики требуется на единицу поверхности т. е. нужно более толстый слой мастики.

Необходимая толщина слоя мастики, а следовательно и консистенция определяются опытным путем.

Если мастика слишком разжижена, то прибавкой небольшого количества мела можно ее загустить; вреда от этого не будет.

Мастика, доведенная до рабочей консистенции, наносится малярной кистью на окрашенную поверхность по возможности ровным слоем.

Когда окраска, под влиянием мастики, размягчается до металла (что легко чувствуется при соскабливании железным скребком) не давая мастике высохнуть, ее соскабливают с размягченной краской.

Если же мастика почему либо уже успела высохнуть, то предварительно ее смачивают водою и лишь после этого, соскабливают.

Если после первого покрывания мастикой краска недостаточно разжижилась, на очищаемую поверхность наносят новый слой мастики и давши ей достаточно подействовать, опять снимают указанным способом.

Освобожденная от краски и мастики, металлическая поверхность обмывается водою.

Особое внимание следует обращать на места стыков железных листов и вообще на те места, где имеются какие-либо щели, так как оставшийся едкий натр в них в будущем под влиянием влаги может разрушить новую краску.

Смывание очищаемой поверхности, ведется с помощью губки или тряпки, обильно смоченной водою.

Операцию смывания мастики следует производить в резиновых перчатках, так как мастика вредно действует на кожу.

Для нейтрализации вредного действия натра на ткани тела и платья полезно иметь под руками раствор хлористого аммония (нашатыря), чтобы смачивать этим раствором место, куда попал едкий натр.

Кисти малярные после работы с мастикой следует вымыть хорошо водою, а остатки едкого натра нейтрализовать раствором нашатыря. Конец нейтрализации чувствуется на ощупь—теряется скользкость.

Нейтрализовать оставшийся в щелях едкий натр, не вызывая ржавления, задача более сложная. Пользуясь мастикой, содержащей едкий натр, намазывать места щелей более тонким слоем и как только мастика окажет свое действие, сразу ее снимать, чтобы раствор едкого натра не успевал глубоко проникнуть.

О Г Л А В Л Е Н И Е.

	Стр.
А. Масляные краски, их природа и химический состав:	
Введение	2
Масляные краски	4
Определение стоимости окраски	8
Свинцовые краски	9
Свинцовый сурик	10
Субокись свинца („Subox“)	11
Свинцовые белила	12
Хромовосвинцовая соль	14
Основная сернокислая соль свинца	14
Цинковые белила	15
Лятопон	15
Титановые белила	16
Железные краски	16
Красная окись железа и черная окись железа	17
Черные краски	17
Алюминиевые краски	17
Защитные масляные краски	18
Б. Работы по окраске мостов и инженерных сооружений:	
1. Очистка от ржавчины и подготовка окрашиваемой поверхности	18
2. Окраска мостов и инженерных сооружений	21
3. Предохранение металлических конструкций от дымогарных и других вредных газов	24
4. Окраска железных крыш	26
В. Надзор за состоянием окрашенных конструкций и ремонт окраски их	27
Г. Очистка от старой краски	29

Артиллерия на рельсах.

Основными требованиями к артиллерийским орудиям являются мощность и подвижность.

Мощность артиллерийского орудия, как и мощность всякой машины, можно измерять количеством работы в единицу времени. Работа же артиллерийского орудия выражается в действии, производимом его снарядом, живою силою снаряда у цели.

Для увеличения этой работы необходимо увеличивать вес снаряда и ту скорость, которую ему сообщают пороховые газы в орудии, так называемую начальную скорость.

Увеличение веса снаряда при некотором его устройстве и материале возможно лишь путем увеличения линейных размеров, т.-е. путем увеличения калибра при подобии снарядов.

Увеличение начальной скорости достигается при данном сорте пороха за счет увеличения веса заряда.

Как увеличение калибра, так и увеличение веса заряда приводят, в конце концов, к утяжелению орудийных систем, что, конечно, делает орудие менее подвижным, менее удобным в обращении с ним и труднее транспортируемым, перевозимым, доставляемым к месту боевого употребления.

Амплитуда, размах колебания весов орудий с установкою очень велика: от пол-килограмма (револьверы) до 200—300 т. Из этого следует, что для передвижения артиллерийских орудий должны быть применимы самые разнообразные средства — от мускульной силы людей, животных до самых совершенных механических способов передвижения. В ряду этих последних уже давно взор артиллериста останавливался на железнодорожных путях.

Следует оговориться, что мы имеем в виду не перевозку артиллерии как груза, что применялось с первых дней зарождения железнодорожных путей, а об использовании железнодорожных путей в целях боевых: доставки артиллерии на поле боя и стрельбы с той платформы, в движении или на месте, на которой орудие перевозится. Речь идет об „артиллерии на рельсах“, а не о перевозке артиллерии по железным дорогам.

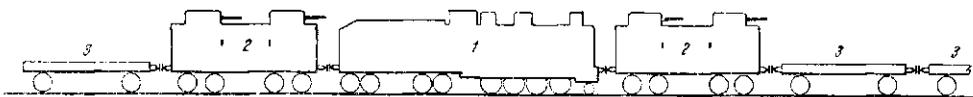
Решение подобной задачи было осуществлено еще в конце прошлого столетия, и между прочим имелась железнодорожная батарея 6-дм гаубиц в одной из русских крепостей.

Но эти решения были эпизодически, случайны, а потому не могли дать материала для широкого изучения конструкций артилле-

рийских систем, устанавливаемых на железнодорожных платформах для боевого употребления. Мировая война, широко и глубоко взволновавшая все народы, привлекая на поля сражений в огромном количестве и бесконечном разнообразии различные средства для борьбы, конечно, не могла не обратить внимания борющихся армий на бывшие попытки осуществления „артиллерии на рельсах“ и не побудить облечь эти попытки в форму, отвечающую современному состоянию военной и общей техники.

Конечно, раз вопрос решался под давлением обстоятельств, не терпящих промедлений, то решения получались разнообразные, не систематичные, индивидуальные. Тем не менее и в этом разнообразии можно подметить некоторые определенные группировки, некоторые общие характеристики, которые если не дают оснований к систематизации видов „рельсовой артиллерии“, то тем не менее облегчают уяснение общего пути, по которому идет разработка типов ее.

Прежде всего можно выделить группу бронепоездов. Хотя этот вид рельсовой артиллерии довольно широко распространен, а потому, надо думать, и достаточно знаком, полагаем для полноты очерка привести краткую характеристику этого вида рельсовой артиллерии.



Фиг. 1.—1) Бронелocomотив; 2) бронеплощадки; 3) контрольные платформы.

Бронепоезда представляют довольно полное осуществление принципа подвижности сухопутной артиллерии, ставящее ее, в этом отношении, почти на ряду с артиллерией судовой. Артиллерия бронепоездов, обычно, (в зависимости от калибра орудий) в состоянии вести огонь не только стоя на месте, но и на ходу,—железнодорожная платформа является подвижным основанием орудия.

Если бронепоезд вооружен орудиями легкого небольшого калибра (около 75 мм), то на платформе устанавливаются, по обоим концам, два орудия в броневых башнях. Кроме того на той же платформе, под защитой брони, располагается несколько пулеметов. Платформа, называемая бронеплощадкой, устанавливается на двух двухосных тележках.

При установке орудий более крупного калибра (около 100—120 мм) на платформах в башнях устанавливается по одному орудью и пулеметы.

В состав боевой части бронепоезда входит: бронелocomотив с бронированным тендером, одна или две бронеплощадки и так называемые контрольные платформы со вспомогательными приборами, запасом рельс, шпал и починочного материала. Обычно бронелocomотив занимает положение по середине поезда, а прочие части сцепляются с ним с обеих сторон симметрично: ближе к нему бронеплощадки, платформы со вспомогательными приборами и затем контрольные платформы (фиг. 1).

При установке на железнодорожных платформах орудий больших калибров (200—500 мм) усилия, действующие при выстреле на ось и полотно дороги, получаются настолько большими, что стрелять прямо, без специальных приспособлений, с полотна не представляется возможным. Нечего и говорить, что эти приспособления могут быть весьма разнообразны.

Прежде чем перейти к описанию некоторых из них, считаем небесполезным дать справку о тех силах, которые развиваются при стрельбе из современных орудий (см. таблицу I).

ТАБЛИЦА I.

Величины отдачи и сопротивления тормоза отката.

Название орудия	Сила отдачи в кг	Среднее сопротивление тормоза в кг
76-мм полевая пушка	109.100	3.180
107-мм полевая тяжелая пушка	220.000	6.214
305-мм гаубица	1.603.000	46.000
305-мм пушка	2.662.000	76.100
356-мм гаубица	2.606.000	74.500
356-мм пушка	3.895.000	111.400

В пояснение к этой таблице добавим, что отдачу называют силой,двигающей тело орудия в сторону прямо противоположную движению снаряда. Тормоз отката служит для ограничения отката—пути движения орудия. В современных системах обычно тормоз отката располагается между телом орудия и станком-лафетом, в особой части, называемой люлькой. Благодаря работе тормоза, сила отдачи не целиком передается станку, а, как видно из таблицы, во много раз уменьшается (раз в 30—35 в зависимости от системы тормоза). От нижнего станка сила, на него действующая почти полностью, если рассматривать станок как жесткую систему, передается основанию.

Таким образом на основание будет действовать сила, равная числам последнего столбца таблицы. Сила эта будет направлена горизонтально или почти горизонтально, когда стрельба ведется при углах возвышения небольших. По мере увеличения углов возвышения она будет менять свое направление, приближаясь к вертикальному. Наибольший угол возвышения, однако, не превосходит чаще всего 60—65°.

Обращаясь к некоторым деталям устройства „рельсовой артиллерии“, следует отметить, что наиболее полный материал по этому вопросу имеется во французской литературе, которою мы и предполагаем широко воспользоваться.

Во Франции выработались четыре категории железнодорожных установок:

а) стреляющие с любой точки пути без всяких специальных приспособлений,

б) стреляющие с любой точки пути, но скользящие по нему,

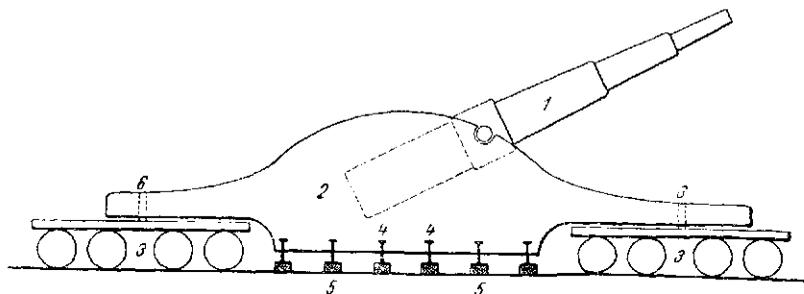
в) стреляющие с любой точки пути, но связывающиеся с ним

и г) устанавливающиеся на особых основаниях.

Не следует, однако, думать, что эти виды были выработаны и стандартизованы. Нет, каждое орудие имело много особенностей и если мы приводим эти категории, то только исключительно в видах облегчения работы по описанию некоторых видов установок.

К первой категории могут быть отнесены уже упомянутые бронепоезда. Сюда же относятся орудия небольших калибров, устанавливаемые на специальных железнодорожных платформах.

Общее понятие об установках второй группы не трудно составить из схемы (фиг. 2), на которой представлена 32 см пушка, под-



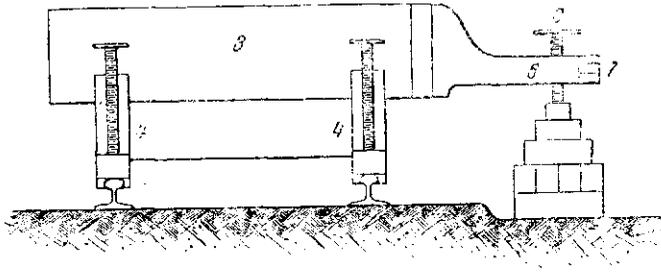
Фиг. 2.—1) Тело орудия; 2) Рама платформа-станок; 3) Тележка; 4) Домкраты; 5) Поперечные шпалы; 6) Шкворни, соединяющие раму с тележками.

готовляемая к переходу в боевое положение: на двух четырехосных тележках расположена платформа — транспортер с станком и орудием. В платформе имеется несколько домкратов, которые поднимают или опускают систему поперечных шпал, лежащих на рельсах пути. Для установки орудия шпалы эти опускаются, почти вся тяжесть установки передается на них, чем уменьшается давление на тележки. При выстреле вся система скользит на своих шпалах по рельсам. Развивающееся трение шпал о рельсы поглощает живую силу отката.

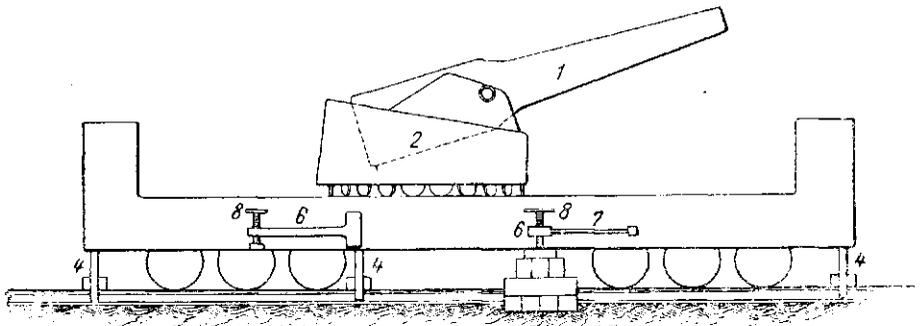
Как представителя третьей группы можно привести установку (фиг. 3) 240-мм пушки.

Рама-платформа поддерживается двумя трехосными тележками. Для закрепления платформы для боя она при помощи домкратов опускается на поперечные бруски, лежащие в свою очередь на рельсы. Кроме того, рельсы за головки захватываются особыми захватами, стягиваемыми винтами. Для предупреждения смещения системы, помимо захватов, ее давление распределяется на особые брусчатые подкладки, устанавливаемые по сторонам пути главным образом в сто-

рону отката. На эти подкладки платформа упирается помощью винтовых домкратов, укрепляемых в шарнирных лапах. Во время похода лапы притягиваются к продольным брускам рамы-платформы.



К фиг. 3.



Фиг. 3.—1) Тело орудия; 2) Станок; 3) Платформа; 4) Домкраты с поперечными брусками и захватами рельс; 5) Рельс; 6) Шарнирные лапы: левая в походном положении, правая в боевом; 7) Тяга. 8) Домкраты в лапах.

Наконец как четвертый тип можно привести установку 240-мм пушки большой силы. Эта установка отличается тем, что к ее раме внизу приспособлены тележки с 4 осями для 60 см колеи, которые при движении по государственной колее находятся в поднятом положении. Вблизи места установки с государственной колеи делаются ответвления 60 см железной дороги. По прибытии к этому месту платформа ставится при помощи особого крана, имеющегося на ней на тележки узкой колеи и по этой узкоколейной дороге подвозится к месту установки. На месте установки устраивается особое основание.

Этот тип имеет собственно характер не железнодорожной артиллерии, а обычной. Но его можно здесь упомянуть потому, что вся платформа составляет часть орудийной установки и приспособлена для быстрого перехода из одного положения в другое, не требуя разгрузки и погрузки, а имея на себе все необходимые приспособления, почему время перехода из походного положения в боевое всего только около 1 часу, если основание подготовлено заблаговременно.

Установка артиллерии для боя на путях государственной дороги представляет то неудобство, что путь закупоривается. Поэтому, более

правильным нужно считать устройство специальных веток. Это тем более правильно, что в большинстве систем стрельба допускается по оси дороги с небольшими отклонениями от него, до $5-10^\circ$, в ту или другую сторону, что, конечно, не всегда представляется достаточным. При устройстве специальной ветки, ее ведут по кривой. Перемещая установку по этому ответвлению, тем самым достигают увеличения угла обстрела в горизонтальной плоскости.

Но устройство ответвлений демаскирует расположение этих весьма ценных орудий. Воздушная разведка может по ним заблаговременно обнаружить намерения противной стороны и лишить возможности воспользоваться этими ветками. Поэтому нужно принять все меры маскировки мест установки этих дорогих, по своим боевым качествам и по денежным затратам на них, орудий.

Считаем бесполезным привести некоторые числовые данные об рельсовых орудиях французской артиллерии, которые применялись во время минувшей войны.

ТАБЛИЦА II.
Данные рельсовой артиллерии.

Название орудия	Вес системы в тоннах	Длина системы в метрах	Время перехода в боевое пол. в минутах
19-см пушка	60	13,5	10
24 " "	90	12,9	10
240-мм скорострельная пушка	50	5	60
274 " пушка	120	19	120
200 " гаубица	38 $\frac{1}{2}$	9,5	10
370 " "	130	—	—

Во время войны вопросы устройства железнодорожных установок, как уже замечено выше, решались исходя из необходимости использования существующих орудий, почему получались весьма разнообразные конструкции. После мировой войны вопрос этот получил более систематическое разрешение.

Прежде всего выявилась тенденция устанавливать на железнодорожных транспортерах лишь такие системы орудий, которые по своим высоким боевым свойствам, главным образом большей дальности, представляются весьма ценными, а, с другой стороны, по их большому весу представляющие большие затруднения при перевозке другими способами.

Затем, системы с ограниченным обстрелом, как требующие больших подготовительных работ по устройству специальных веток

и мешкотности их установки, признаются неудовлетворительными и ныне предъявляются требования более широкого обстрела на своей платформе: в горизонтальной плоскости до 360° и в вертикальной до $60 - 65^\circ$.

По этим основаниям железнодорожные установки разрабатываются преимущественно для орудий больших калибров. Подобные орудия, по своим боевым свойствам, оказываются вполне пригодными для действий по судам морского флота. Благодаря этому береговая оборона, занимавшая до сих пор обособленное положение, может быть объединена с армейской артиллерией, составляя мощную часть резерва главного командования. С другой стороны, введение подобных орудий придает береговой артиллерии подвижность, требование до сих пор к береговым орудиям не предъявлявшееся. Таким образом, повидимому, намечается разрешение вопроса об едином резерве артиллерии и об активной обороне берегов. Это решение вопроса особенно настойчиво проводится в Соединенных Штатах Северной Америки.

Правда, такое решение связано со значительным повышением веса систем и увеличением нагрузки на ось, как это видно из данных, приведенных в таблице III, для некоторых орудий, разработанных в последнее время.

ТАБЛИЦА III.

Данные об орудиях на железнодорожных установках, разработанные после мировой войны.

Название орудий	Транспортер		Вес системы в т	Наибольшая нагрузка на ось в т	Время перехода в боевое положение в час.	Примечание
	Длина в м	Число тележек и число осей в них				
14-дм. пушка обр. 1919 г. (САСШ)	22	2/4	200	25,0	ок. 2 дней	Задние тележки о 3-х осях каждая.
14-дм. пушка обр. 1920 г. (САСШ)	25,5	4/4	318	22,7	1	
16-дм. гаубица обр. 1920 г. (САСШ)	25,5	4/4	295	21,8	1	
520-мм гаубица Шнейдера (Франция)	30,5	4/4	265	16,5	2	

Рельсовая артиллерия в известной степени примирила противоречивые требования мощности и подвижности от артиллерийского орудия. Кроме того, применение этой артиллерии имеет еще выгоду по сравнению с другими видами артиллерии в уменьшении числа людей, которое на походе сводится к обычному железнодорожному обслуживающему персоналу. В бою число людей также может быть меньше, вследствие легкого применения в этом случае разных механизмов, облегчающих работу с орудием.

Но к недостаткам рельсовой артиллерии следует отнести ее привязанность к определенным дорогам; она может проходить не по всяким дорогам.

Таким образом рельсовая артиллерия обладает следующими качествами:

1. Большой подвижностью орудий самых крупных калибров, допускающей их переброску в течение одного-двух дней на сотни километров.

2. Быстротой перехода из походного положения в боевое и обратно.

3. Как следствие первых двух—внезапностью появления на полях сражения.

4. Небольшой численностью личного состава.

5. Привязанностью к железным дорогам.

Благодаря этим своим свойствам, кроме последнего, артиллерия на рельсах является в руках высшего командования весьма действительным средством для нанесения внезапных мощных ударов противнику. Внезапность появления этой мощной артиллерии и ее грозное действие на большие расстояния являются важнейшим залогом успеха.

Примеры удачного применения артиллерии на рельсах во время мировой войны многочисленны.

В сентябре 1918 г. в Шампани было сосредоточено частью в ночь предшествующую, а частью в ночь самой атаки около 100 орудий рельсовой артиллерии. Очень удачны были действия артиллерии на рельсах в апреле и мае на железных дорогах, ведущих к Амьену.

В 1917 г. три дивизиона¹ рельсовой артиллерии в течение трех дней были перебросены из Шампани в Триент, на расстояние свыше 1200 км, и на четвертый день уже открыли огонь.

Д. Козловский.

ARTILLERY ON RAILS.

By D. E. Kozlovsky.

Artillery on rails is, as far as we can infer from the modern press, developing rapidly. There are several reasons for this: 1. Artillery on rails unites to a certain extent two opposite qualities which modern military science exacts viz., great might and great facility of movement. 2. Owing to the latter, it easily allows to surprise the enemy, which is one of the most important principles of warfare. 3. It permits to concentrate in a very short time a mighty artillery fire on any section of the front. 4. It realizes to a certain extent the long sought—for principle of a universal weapon; artillery on rails may be used in all kinds of warfare: for coast defense, during battles on land, and for anti-air craft defense as well.

It has, however, one defect, viz., it is tied to railway lines.

¹ Дивизион 2—3 батареи по 2 орудия в каждой.

- Г. А. Рождественский.*—Очередные задачи статистики грузовых перевозок на железных дорогах 15 к.
Проф. Е. В. Михальцев.—Железная дорога, как транспортное предприятие 50 к.
Проф. В. Е. Ляницкий.—Работы по закрытию и частичной засыпке Южно-Голландского моря (Зюдерзее) 65 к.
Проф. Н. А. Рынин.—Метеорологическая трасса авролинии 1 р. 30 к.
Проф. А. А. Саткевич.—О распределении скоростей внутри вихря кругового сечения 35к.
В. И. Дудаков.—Расчет земных пробегов аэроплана перед взлетом и после посадки. 60 к.
Е. Е. Дубровин.—Определение грузоподъемности самолета для борьбы с саранчей. 20 к.
В. А. Константинов.—О влиянии удлинения крыльев на потолок самолета 50 к.
Б. П. Гуцин.—Указатель статей, вошедших в сто выпусков 50 к.

Вып. 101. — Прикладная механика. Геодезия. Математика — 327 стр, 156 черт. и рис. Л. 1929. Цена 5 р.

- Проф. В. В. Арнольд.*—Кинематический анализ рабочего механизма одноковшевого экскаватора 50 к.
Проф. Б. Ю. Калинович.—Тяговые характеристики буксирного парохода 50 к.
Проф. Н. А. Рынин.—Теория реактивного движения 1 р. 30 к.
А. Г. Воробьев.—Очерки по строительной механике воздушных кораблей. Расчет балонных проволок жестких кораблей . 65 к.
Е. В. Красноперов.—О сопротивлении пластинок 25 к.
Н. Н. Костромитин.—Выбор типа оборудования подстанций 80 к.
А. М. Годыцкий-Цвирко.—Юбилей веревочного многоугольника 50 к.
А. Н. Адамович.—Исследование базисных приборов Едерина 40 к.
П. Г. Сидоренко.—Тахеометрия на изысканиях дорог 45 к.
Д. И. Каргин.—О точности графических расчетов 40 к.
Б. Н. Николаев.—Новое доказательство теоремы Польке 20 к.
Б. П. Гуцин.—Станок для вычерчивания кривых 20 к.
Проф. Н. М. Гюнтер.—О системах линейных ур-ий первого порядка в частных производных с двумя переменными независимыми 20 к.

Вып. 102. — Железнодорожный транспорт. Военные сообщения. — 214 стр., 63 черт. и рис. Цена 3 р. 50 к.

- В. И. Ледовской.*—Формы управления железными дорогами в первые годы революции 30 к.
Проф. А. Н. Фролов.—Теория обращения поездов на однопутном участке 45 к.
Проф. К. Н. Кашкин.—О сверхмагистралах и „сверхмагистрализации“ железных дорог 30 к.
П. Г. Сидоренко.—Определение строительной стоимости железных дорог по формулам 1 р. 20 к.
Проф. В. А. Глазырин.—Поселки-сады и поселки на путях сообщения 65 к.
Проф. Н. М. Беляев.—Вычисление наибольших расчетных напряжений при сжатии соприкасающихся тел 45 к.
Проф. А. В. Сапожников.—Окраска металлических мостов и гражданских сооружений. 65 к.
Д. Е. Козловский.—Артиллерия на рельсах 15 к.

Вып. 103. — Работы Механической Лаборатории им. проф. Н. А. Белелюбского—234 стр. Цена 3 р. 50 к.

- В. С. Блинов.*—Сводка результатов испытания обыкновенных и силикатных кирпичей 15 к.
Проф. Н. М. Беляев и В. Н. Щепочкин.—Опыты над сопротивлением замерзших грунтов раздроблению 20 к.
В. П. Петров.—К гранулометрической характеристике песка 10 к.
И. П. Александрин.—Влияние загрязнения инертных материалов органическими примесями на качества растворов и бетонов . 15 к.
А. В. Гаген-Торн.—Усадка бетонов и цементов и влияние усадочных напряжений на прочность цементных образцов 35 к.
В. П. Петрова.—Швейцарские нормы на бетонные трубы 15 к.
Проф. Н. М. Беляев.—Метод подбора состава бетона 2 р. 65 к.
П. А. Клауз и Д. В. Ковалевский.—Исследование вопроса о способах забивки костылей в шпаль. (Предварительное просверливание отверстий) 75 к.

Заказы направляйте по адресу:

Ленинград, Международный проспект, д. № 9.

Склад изданий Института.