

624.4/5  
Б43

№ 87

# ЖЕЛѢЗНЫЕ МОСТЫ

для

*В. 167.*

БНЫ СУЩЕСТВУЮЩИХЪ ДЕРЕВЯННЫХЪ  
ОСТОВЪ НА НИКОЛАЕВСКОЙ ЖЕЛѢЗНОЙ  
ДОРОГѢ.

*Степанъ*

СОСТАВИЛЪ

Инженеръ Николай Бѣлелюбскій.

(Съ тремя листами чертежей.)

ПОГАСИТЕ

САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Императорской Академіи Наукъ.

(Вас. Остр., 9 лив., № 12.)

1873.



62

Б



1991

Департамент издательско-технической литературы  
Дата 2004

624

5

13.167

1.

# ЖЕЛѢЗНЫЕ МОСТЫ

ДЛЯ

ЗАМѢНЫ СУЩЕСТВУЮЩИХЪ ДЕРЕВЯННЫХЪ  
МОСТОВЪ НА НИКОЛАЕВСКОЙ ЖЕЛѢЗНОЙ  
ДОРОГѢ.

СОСТАВИЛЪ

Инженеръ Николай Бѣллюбскій.



САНКТПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія Императорской Академіи Наукъ.  
(Вас. Остр., 9 лин., № 12.)

1873.

БИБЛИОТЕКА





Николаевская дорога, открытая въ 1851 и переданная главному обществу російскихъ желѣзныхъ дорогъ въ 1868 г., существовала безъ капитальнаго ремонта (за нѣкоторыми исключеніями) въ теченіи 17 лѣтъ. Благодаря съ одной стороны обилію строительнаго лѣса въ Россіи и сравнительной меньшей затратѣ капитала, съ другой слабому примѣненію желѣза для искусственныхъ сооруженій въ сороковыхъ годахъ, строители николаевской дороги перешли чрезъ овраги рѣчекъ Веребы и Сходни, чрезъ рр. Мсту, Волховъ, Тверцу, Волгу и большое количество среднихъ и малыхъ рѣкъ деревянными мостами улучшенной системы Гау, одновременно разрабатывая и повѣряя опытами и самую теорію системы, столь пригодной для покрытія большихъ пролетовъ.

Не смотря однакожъ на экономичность и достоинства этой системы, не затрудняющей ремонтъ частей, эксплуатація дороги не обезпечена непрерывностью движенія, чему нагляднымъ примѣромъ служить мстинская катастрофа.

Развившееся до обширныхъ размѣровъ товарное движеніе по дорогѣ, связывающей столицу съ внутренностью и окраинами государства, требовало привести все части пути въ такое состояніе, при которомъ не было бы ни малѣйшаго перерыва въ сообщеніи въ слѣдствіе какихъ либо случайныхъ обстоятельствъ. Это заставило при передачѣ дороги въ частныя руки обратить съ тѣмъ вмѣстѣ



вниманіе на необходимость замѣнить деревянные мосты сооружениями болѣе прочной конструкціи, не страдающими отъ пожара и гніенія. За исключеніемъ нѣсколькихъ мостовъ, заново перестроенныхъ, прочность остальныхъ поддерживалась по настоящее время или частнымъ ремонтомъ отдѣльныхъ частей фермъ или подведеніемъ подмостей, гдѣ уже нельзя было полагаться на самыя фермы.

Всѣхъ мостовъ среднихъ и большихъ, за исключеніемъ деревянныхъ балочныхъ, на всемъ протяженіи дороги имѣется 60 системы Гау и одинъ арочный деревянный (Ижора). Изъ нихъ два моста (черезъ обводный каналъ и Славянку), снабженные желѣзными поясами, три большихъ (черезъ Цну, Осѣченку и Волгу) и два среднихъ (черезъ Ланышенку, Керестъ и б. Тигомку) возобновлены въ недавнее время; остальные же 53 американскихъ и одинъ арочный требовали болѣе или менѣе быстрой перестройки.

При составленіи условій для передачи дороги въ частныя руки опредѣлена была приблизительная стоимость перестройки мостовъ, при чемъ предположено было деревянные мосты замѣнить частью желѣзными мостами, частью каменными виадуками и трубами, а малые мосты деревянными балочными на сваяхъ съ чугунными муфтами (въ предѣлахъ измѣненія горизонта водъ). При составленіи проектовъ замѣны мостовъ предстояло прежде всего выяснить условія возможно быстрой перестройки въ виду наименьшаго стѣсненія движенія по дорогѣ и за тѣмъ разработка типовъ должна была сообразоваться съ этими условіями. Мы и перейдемъ теперь къ разсмотрѣнію принятыхъ способовъ замѣны мостовъ и согласно этому проектированныхъ типовъ мостовыхъ сооружений.



## I.

Типы мостовыхъ сооружений (\*). Не входя въ обсужденіе вопроса о лучшемъ способѣ перехода чрезъ р. Мсту и оврагъ р. Веребы, такъ какъ система перестройки этихъ мостовъ до сихъ поръ еще не рѣшена окончательно, мы займемся изложеніемъ принятыхъ типовъ перестройки остальныхъ 59 мостовъ (считая въ томъ числѣ и 8 мостовъ, которые хотя недавно возобновлены, но въ виду устраненія опасности отъ пожара также предполагается замѣнить въ слѣдъ за другими). Тотъ или другой способъ замѣны деревяннаго моста зависитъ отъ величины сооруженія, расположенія полотна (по верху фермъ или между ними), разстоянія между фермами, а также положенія послѣднихъ относительно рельсовъ (съ бока или непосредственно подъ рельсами). Сообразно этому всѣ мосты мы раздѣлимъ на серіи сооружений съ болѣе или менѣе общимъ характеромъ, при чемъ для каждой серіи возможно было бы произвести перестройку по одному и тому же типу. Общія условія, приложимыя къ каждой серіи, заключаются въ томъ, чтобы а) опорами для вновь устраиваемыхъ мостовъ служили существующіе устои и быки и б) чтобы движеніе не прекращалось по крайней мѣрѣ по одному изъ путей; остановка же движенія по другому пути должна быть возможно меньшая.

1. Первая серія. Деревянные мосты значительныхъ отверстій съ ѣздою по низу. Сюда относятся мосты чрезъ р. Волховъ, Тверцу, Шошу (а также Цну, Осѣченку и Волгу)

	Число пролетовъ.	Чистое отверстіе.
Волховъ . . . . .	5	саж. 23,98 × 5
Тверца . . . . .	3	» 27,77 + 27,52 + 28,12
Шоша . . . . .	2	» 25,81 × 2

мостъ чрезъ Тверцу косый, уголъ косоности 60°.

(\*) Читано въ техническомъ обществѣ въ мартѣ 1872.



Означенные мосты, различающіеся другъ отъ друга величиною и числомъ пролетовъ, одинаковаго типа, состоятъ изъ 3 непрерывныхъ фермъ Гау, взаимно отстоящихъ на 14 ф.; полотно устроено изъ подрельсовыхъ брусьевъ и деревянныхъ поперечницъ, опирающихся на нижніе поясы фермъ; внутреннія грани крайнихъ фермъ взаимно отстоятъ на 30,3 — 30,5 ф.; толщина деревянныхъ фермъ  $2\frac{1}{3}$  —  $2\frac{1}{2}$  ф.

Первоначально предполагалось, устраивая желѣзные мосты на тѣхъ же каменныхъ опорахъ, воспользоваться существующими мостами какъ подлестями для сборки новыхъ фермъ, а бѣду во все время сборки производить по временно-сооруженнымъ объѣзднымъ мостамъ; но это предположеніе при болѣе подробномъ разсмотрѣніи вопроса оказалось не удовлетворительнымъ, такъ какъ оно повлекло бы къ излишнимъ затѣмъ издержкамъ по причинѣ значительнаго протяженія эстакады и большой глубины рѣкъ (въ особенности Волкова), а потому предпочтено было придать желѣзному строенію такой поперечный профиль, чтобы собирая мостъ по частямъ на мѣстѣ существующаго, возможно было въ тоже время не прекращать движенія по одному изъ путей деревяннаго моста, переводя движеніе въ случаѣ надобности во время сборки съ одного пути на другой. При такомъ способѣ перестройки необходимо было имѣть въ виду слѣдующія обстоятельства: а) оба пути расположить только на двухъ фермахъ (что съ другой стороны уменьшило количество желѣза въ сравненіи съ устройствомъ трехъ фермъ); б) во избѣжаніе значительнаго вѣса желѣзныхъ частей полотна, фермы новаго моста помѣстить между крайними деревянными, что при разстояніи между послѣдними до 30,5 ф. и устройствѣ карбачныхъ поясовъ позволило принять разстояніе между осями желѣзныхъ фермъ до 28,5 ф.; в) такъ какъ деревянные фермы могутъ быть удалены только по окончаніи сборки желѣзнаго моста, то верхніе поясы послѣдняго слѣдовало помѣстить выше верхнихъ поясовъ существующаго моста, а нижніе ниже таковыхъ



же послѣдняго (и при томъ, какъ уже сказано было, съ бока ихъ); при такомъ расположеніи, желѣзныя поперечины между нижними поясами фермъ новаго моста оказалось возможнымъ пропустить подъ среднюю деревянную ферму, раньше разборки послѣдней; при упомянутомъ же помѣщеніи верхнихъ поясовъ, сборка ихъ могла быть произведена помощью помоста, устроеннаго съ верха деревяннаго моста; d) высоту поперечинъ, составляющую опредѣленную часть ширины полотна, полезно по возможности увеличить въ мостахъ съ ѣздою по низу какъ для большой жесткости пути, такъ и въ слѣдствіе отсутствія вертикальныхъ діагональныхъ связей; но при принятомъ выше относительномъ расположеніи поясовъ, высота фермъ вышла гораздо болѣе обыкновенно допускаемой по отношенію къ пролету и какъ сверхъ того желательно было уменьшить объемъ разламываемой кладки подъ опорами, то было бы нераціонально нижніе поясы помѣстить значительно ниже поясовъ деревянной фермы; а потому, придавъ поперечинамъ высоту большую высоты поясовъ фермъ, оставалось или нижній ихъ поясъ изогнуть или, продолживъ подъ поясы фермъ, подвѣсить къ послѣднимъ; въ дѣйствительности принято послѣднее устройство, при чемъ верхняя грань поперечины не выше верхняго ребра коробчатого нижняго пояса желѣзной фермы. Наконецъ, еще одно условіе требовалось имѣть въ виду: во избѣжаніе пониженія полотна съ обѣихъ концовъ моста, уровень полотна положено было оставить тотъ же, что и въ настоящее время, а какъ верхняя грань желѣзныхъ поперечинъ помѣщается подъ поясами деревянныхъ фермъ, то для заплненія высоты между подошвою рельса и желѣзными поперечинами, пришлось подрельсныя балочки положить на поперечины, устроивъ полотно на подрельсныхъ брусьяхъ и поперечныхъ балкахъ (шпалахъ). Замѣтимъ, что одновременное употребленіе и шпаль и подрельсныхъ брусьевъ оправдывается исключительными условіями и, гдѣ возможно, въ другихъ типахъ устранено; расположеніе пути только на поперечныхъ бал-



кахъ, какъ удобное для ремонта, должно считаться наиболѣе цѣлесообразнымъ.

Изложенныя обстоятельства обусловили типъ перестройки большихъ мостовъ съ ѣздою по низу.

На чер. 4 листа I представлено относительное расположение деревяннаго и желѣзнаго мостовъ. Части новаго моста заштрихованы; *A*, *B* и *C*—старыя деревянные фермы.

Фермы желѣзныхъ мостовъ представляютъ рядъ отдѣльныхъ балокъ, покрывающихъ пролеты независимо одинъ отъ другаго; непрерывность фермъ, не смотря на нѣкоторое сбереженіе въ вѣсѣ, не допущена какъ въ слѣдствіе общихъ недостатковъ неразрѣзныхъ балокъ (отъ неопредѣленности въ распредѣленіи напряженій при малѣйшей неправильности въ положеніи опоръ, а также отъ вліянія нагрузки одного пролета на остальные), такъ и въ частности по затруднительности сборки на опорахъ при существованіи деревяннаго моста.

	Тверца.	Шоша.	Волховъ.
Длина фермъ крайнихъ пролетовъ	206'5"	190'6"	177'4"
Средняго . . . . .	203'9"		
Высота фермъ $h$ . . . . .	29 ф.	27,6 ф.	27,6 ф.
Отношеніе $\frac{h}{l}$ . . . . . около	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{6,9}$	$\frac{1}{6,45}$

Переходя за тѣмъ къ выбору системы фермъ, замѣтимъ, что въ слѣдствіе исключительныхъ условій расположенія частей и сборки, наиболѣе удобны фермы съ прямолинейными поясами (хотя при столь значительной высотѣ фермъ срѣзка верхняго пояса по концамъ доставила бы сбереженіе матеріала). Изъ двухъ системъ рѣшетчатой (съ равнонаклоненными раскосами) и раскосной (съ восходящими раскосами и стойками) отдано предпочтеніе послѣдней; ферма раскосной системы съ горизонтальными поясами, плоскими раскосами и жесткими стойками, позволяя удобнѣе прикрѣпить поперечины и верхнія связи, въ тоже время будетъ жестче и



почти не тяжелѣ рѣшетчатой, такъ какъ въ послѣднемъ случаѣ при столь значительной высотѣ фермы пришлось бы употребить дополнительныя стойки въ пролетѣ для приданія надлежащей жесткости. Увеличивая по возможности величину панели, уменьшаемъ тѣмъ число частей въ пролетѣ, что облегчаетъ сборку.

	Тверца.	Шоша.	Волховъ.
Число системъ раскосовъ	3	2	2
Число панелей	20	17	17
Величина панели	10'4"	11'	10'8"

Дѣленіе на панели произведено такимъ образомъ, чтобы по возможности меньшее количество стоекъ новаго моста совпадало съ болтами существующаго, что имѣетъ значеніе для средней фермы, такъ какъ желѣзныя поперечины помѣщаются противъ стоекъ, и, проходя подъ поясомъ средней фермы, встрѣчаются съ гайками и выступающими концами болтовъ деревянной фермы; при разстояніи между осью стойки и болтомъ менѣе 10 д. полагается въ средней фермѣ болтъ замѣнить на время сборки двумя болтами, помѣщенными по бокамъ. Въ шошинскомъ мостѣ такихъ совпадений по два въ пролетѣ, въ волховскомъ ни одного, а въ тверецкомъ верхъ поперечинъ (и соотвѣтственно нижнихъ поясовъ) на столько опущенъ, что онѣ не встрѣчаютъ болтовъ проходя ниже ихъ.

Не входя въ подробности устройства желѣзнаго моста, упомянемъ о нихъ въ общихъ чертахъ (чер. 4, 6 и 11). Поясы фермъ коробчатые (высотю 2 ф.) изъ вертикальныхъ и горизонтальныхъ листовъ, связанныхъ между собою уголками; стойки сѣченія двойнаго тавра изъ листовъ и уголковъ входятъ во внутрь поясовъ; двойные раскосы, восходя отъ середины пролета въ обѣ стороны къ опорамъ, охватываютъ стойки, будучи съ ними связаны, и прикрѣпляются снаружи поясовъ. По срединѣ пролета имѣются обратные раскосы, необходимыя для подвижной нагрузки. Противъ стоекъ прикрѣплены къ нижнимъ поясамъ поперечины высотю 3 ф.; четыре про-



дольныя балочки (высотю 20 д.), помѣщаясь на поперечинахъ, идутъ непрерывно чрезъ весь пролетъ, проходя безъ перерыва и чрезъ быки съ неподвижными опорами. Балочки приведены въ общую связь охватывающими ихъ уголками надъ поперечинами. Фермы связаны между собою: а) поперечинами между верхними поясами; б) поперечинами между нижними поясами, и в) горизонтальными диагональными связями, въ плоскостяхъ верхнихъ и нижнихъ поясовъ. Фермы своими оконечными стойками опираются на каменную кладку посредствомъ полуцилиндровъ, что содѣйствуетъ равномерной передачѣ давленія на камень; кромѣ того одна оконечность фермы снабжена катками.

Къ этой же серіи мостовъ мы отнесемъ мостъ чрезъ р. Тьмаку, также съ ѣздою по низу, отверстіемъ 15,78 с. въ одинъ пролетъ. Деревянный мостъ, по системѣ и расположенію, совершенно одинаковъ съ предъидущими. Слѣдуя тѣмъ же соображеніямъ, онъ замѣняется желѣзнымъ раскосной системы о двухъ фермахъ; но какъ въ верху по малости высоты фермъ связи нельзя помѣстить, то для большей боковой жесткости: 1) при коробчатыхъ поясахъ стойки обращены уголками въ наружу, охватывая вертикальные листы поясовъ, чѣмъ достигается большая ширина стоекъ; и 2) нижніе поясы на столько опущены подъ пояса деревяннаго моста, что поперечины (высотю 3 ф.) нижнею гранью опираются на горизонтальные листы нижняго пояса, будучи зажаты между уголками стоекъ. Части полотна расположены согласно предъидущему, но высота балочекъ, также помѣщенныхъ на поперечинахъ, всего 16 д. (чер. 9 и 12).

Высота фермъ по возможности уменьшена до 14 ф., при чемъ отношеніе  $\frac{h}{l} = \frac{1}{8,3}$ .

Разстояніе между осями фермъ . . . . .	28'3"
Число панелей . . . . .	17
Величина панели . . . . .	7 ф.



Число системъ раскосовъ . . . . .	2
Длина фермы . . . . .	119'5"
Разстояніе между осями опоръ . . . . .	$l = 116,15$ ф.

Поперечины снабжены наугольниками.

2) Вторую серію составляютъ мосты системы Гау въ одинъ пролетъ съ чистымъ отверстіемъ отъ 175 до  $87\frac{1}{2}$  ф. (24,86—12,5 саж.). Сюда относятся мосты чрезъ Валдайку, Перетну, Шегринку, Березайку, Лихоборку, Вялку, Тигоду, Алешенку и Коломенецъ. Каждый изъ нихъ состоитъ изъ трехъ деревянныхъ фермъ, взаимно отстоящихъ на 11 ф. ось отъ оси, при толщинѣ ихъ отъ 2 до  $2\frac{1}{4}$  ф.; полотно расположено надъ фермами, рельсы каждаго изъ путей помѣщены между крайнею и среднею фермою; оба пути взаимно отстоятъ на 6 ф.; отъ уровня полотна до дна рѣки вообще отъ  $4\frac{1}{2}$  до 8 саж.

Предположеніе замѣнить деревянные мосты каменными виадуками, устраивая, гдѣ нужно, два или три быка, не смотря на выгоду отъ долговѣчности такихъ сооруженій, было бы сопряжено съ неудобствами относительно самаго производства работъ; пришлось бы на довольно продолжительное время во многихъ мѣстахъ дороги одновременно прекращать движеніе по одному изъ путей, за тѣмъ, какъ быки на высоту деревянныхъ фермъ, такъ и своды необходимо возводить по ширинѣ изъ двухъ частей, помѣщая внутренній рельсъ перваго пути (когда удалена будетъ только одна крайняя ферма) близко къ внутреннему краю первой изъ выведенныхъ частей свода. По обсужденіи съ г. главнымъ инженеромъ дороги, А. И. Вержбовскимъ, различныхъ способовъ замѣны деревянныхъ мостовъ, при условіи прекращать движеніе по одному изъ путей на возможно короткое время, наиболѣе удобнымъ признано: три фермы существующаго моста замѣнить четырьмя желѣзными, по двѣ подъ каждый путь, помѣщая ихъ внутри между среднею и каждою изъ крайнихъ деревянныхъ; фермы собирать цѣликомъ внѣ



мѣста установки; а за тѣмъ, склепавъ ихъ попарно, подвозить на платформахъ къ мѣсту назначенія и разобрать полотно одного пути, спускать ихъ на подготовленные подушки помощью особыхъ подъемныхъ механизмовъ. Такой способъ производства работъ, принятый въ основаніе проектированія, какъ показали въ послѣдствіи примѣры уже въ настоящее время установленныхъ мостовъ (изъ вышеозначеннаго числа ихъ), заставляетъ прекращать движеніе по каждому изъ путей на весьма непродолжительное время.

Послѣ установки одной пары фермъ и устройства полотна открывается движеніе по немъ и приступаютъ къ установкѣ второй половины моста. Въ виду уменьшенія вѣса одновременно опускаемой пары фермъ, полное отверстіе между устоями означенныхъ девяти мостовъ раздѣлено на два пролета съ устройствомъ быка по срединѣ моста. Впрочемъ, при дальнѣйшимъ проектированіи, признано возможнымъ не дѣлать двухъ пролетовъ, пока отверстіе между устоями не превышаетъ 100 ф. Что касается до быковъ, то избѣгая производство кладки по частямъ между деревянными фермами, можно было бы или устроить быки въ видѣ чугунныхъ свай, ввинченныхъ въ грунтъ (весьма распространенный типъ въ англійскихъ колоніяхъ и примѣненный у насъ на поти-тифлисской дорогѣ), или выводя каменный фундаментъ не много выше горизонта весеннихъ водъ, установить на немъ желѣзные столбы, поддерживающіе концы фермъ. Последнему устройству отдано предпочтеніе, такъ какъ а) употребленіе чугуна въ быкахъ въ слѣдствіе дурнаго вліянія на него сильнаго холода и ледохода рѣшено было избѣгать; и б) самое завинчиваніе свай могло бы быть затруднительно при встрѣчѣ спиленныхъ свай, оставшихся отъ первоначальныхъ подмостей.

Сравненіе каменныхъ виадуковъ, однопролетныхъ и двухпролетныхъ желѣзныхъ мостовъ показало, что стоимость послѣдняго типа не дороже (за малымъ исключеніемъ) первыхъ двухъ типовъ.

Наконецъ желѣзныя фермы обоихъ пролетовъ представляютъ разнѣзныя балки, какъ по удобству опусканія ихъ при меньшемъ вѣсѣ,



такъ и во избѣжаніе вліянія на желѣзные быки перемѣщенія фермъ отъ измѣненій температуры и отъ односторонней нагрузки пролетовъ.

Въ разсматриваемыхъ девяти мостахъ длина желѣзныхъ фермъ измѣняется отъ 91 до 48 ф. (13—6,86 с.), высота отъ 9,33 до 6,25, что составляетъ  $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{8}$  пролета; отношеніе это взято больше обыкновеннаго для уменьшенія стрѣлы прогиба фермъ при проходѣ поѣздовъ (въ валдайскомъ мостѣ, какъ исключеніе,  $\frac{h}{l} = \frac{9,33}{91}$  около  $\frac{1}{10}$ ) (Чер. 2).

Фермы всѣхъ мостовъ этой серіи рѣшетчатой системы, поясы тавроваго сѣченія соединены между собою жесткими и плоскими раскосами, число системъ которыхъ измѣняется отъ 4 до 5 (чер. 1а, 1б, 1с). Фермы одного пути связаны между собою горизонтальными распорками и діагональными связями въ вертикальныхъ и горизонтальныхъ плоскостяхъ, а обѣ среднія фермы только распорками между верхними и нижними поясами. Рельсы опираются на деревянные поперечины непосредственно, безъ подрельсныхъ брусевъ, поперечины же лежатъ на верхнихъ поясахъ фермъ во взаимномъ разстояніи не болѣе 2 ф. ось отъ оси, при чемъ величина панели около 4 ф; такъ что поочередно одна поперечина помещается противъ угловъ (пересѣченій раскосовъ), другая по срединѣ панелей и вертикальный листъ верхняго пояса продолженъ до перваго пересѣченія раскосовъ, во избѣжаніе какого бы то ни было мѣстнаго прогиба; впрочемъ въ слѣдующихъ типахъ оба пояса предпочтено дѣлать одинаковой высоты, не стѣняясь этимъ условіемъ (такъ какъ, чѣмъ выше поясъ при сравнительно не высокихъ фермахъ, тѣмъ неравномѣрнѣе распредѣленіе усилій въ поясѣ), а поперечины располагать по бокамъ каждаго узла. Такъ какъ продолжая фермы на устояхъ вплоть до заднихъ стѣнъ, увеличили бы количество желѣза при широкихъ существующихъ площадкахъ, то для перехода пути съ моста на устои, верхніе поясы фермъ продолжены въ видѣ



балочекъ (длиною отъ 3 до  $4\frac{1}{4}$  ф.) и поддержаны наугольниками; балочки эти опираются концами на мауерлатъ помощью чугунныхъ прокладокъ. Въ общемъ видѣ на чер. 1<sub>a</sub>, 1<sub>b</sub>, 1<sub>c</sub>, 2 (листъ I) представлены фасадъ, поперечный разрѣзь и планъ одного изъ мостовъ этой серіи (\*) Каменные фундаменты высотой, считая отъ основанія, отъ 1,6 до 3,5 саж., при толщинѣ отъ 6 до 8 ф., снабжены ледорѣзами въ видѣ вертикальнаго закругленія и будучи основаны или на сваяхъ или на слоѣ бетона, устроены изъ бутовой кладки съ гранитною облицовкою на портландскомъ цементѣ. Желѣзные столбы имѣютъ высоту отъ 14 до 30 ф., состоятъ каждый изъ 4 стоекъ (соответственно 4 фермамъ) шириною параллельно оси моста до 4 и 4,5 ф., связанныхъ между собою горизонтальными распорками и плоскими діагоналями. Каждая стойка образуется (по фасаду быка) изъ двухъ полустоекъ, составленныхъ изъ вертикальнаго листа и 4 уголковъ и скрѣпленныхъ между собою параллельно оси моста угловыми діагоналями и распорками. Каждая стойка вставлена въ чугунную коробку, будучи связана съ нею 6 болтами, а послѣдняя укрѣплена въ кладкѣ 4 болтами, длиною до 10 ф.

Головы стоекъ снабжены чугунными подушками; фермы, будучи на устояхъ свободными, прикрѣплены къ головнымъ подушкамъ быка помощью двухъ болтовъ, чрезъ что оба пролета моста приведены въ общую связь съ быкомъ и все сооруженіе получаетъ болѣе устойчивый видъ. Впрочемъ въ первыхъ, уже установленныхъ мостахъ этого типа вышеупомянутое прикрѣпленіе фермъ къ быку не было сдѣлано, но вредныхъ послѣдствій отъ этого не оказалось.

Фермы каждаго пути взаимно отстоятъ на 6,5 ф., а среднія фермы другъ отъ друга на 4 ф. 10,5 д. Это взаимное располо-

---

(\*) Въ настоящей статьѣ, имѣющей цѣлью объяснить только типы перестройки и способы сборки, говорится объ устройствѣ самыхъ мостовъ на столько подробно, сколько необходимо для очертанія типа.



женіе обусловливается поперечнымъ разрѣзомъ деревяннаго моста; относительное расположеніе, въ случаѣ ѣзды по верху, въ обоихъ мостахъ показано на чер. 2.

3. Третья серія, одинъ мостъ (Равань), отверстіемъ 136,6 ф. (19,43 с.), однопролетный съ ѣздой по низу; 3 фермы деревяннаго моста взаимно отстоятъ на 14 ф.; полотно расположено на нижнихъ поясахъ фермъ. Отъ уровня рельсовъ до горизонта высокихъ водъ до  $2\frac{1}{3}$  с.

Раздѣляя отверстіе на два пролета (чер. 3, листъ I) и выводя каменный быкъ вплоть до фермъ желѣзнаго моста, оказалось возможнымъ, сохраняя тотъ же уровень полотна, замѣнить деревянный мостъ желѣзнымъ о 4 фермахъ, съ расположеніемъ полотна по верху ихъ; фермы также рѣшетчатой системы, длиною 72 ф. 7 д., высотой 7 ф. Замѣтимъ при этомъ, что какъ въ данномъ случаѣ, такъ и во всѣхъ нижеслѣдующихъ мостахъ, гдѣ только горизонтъ весеннихъ водъ позволялъ располагать полотно по верху фермъ, тамъ этому устройству отдано предпочтеніе, что значительно облегчило установку моста и уменьшило количество желѣза. Хотя разстояніе отъ рельсовъ до горизонта высокихъ водъ позволило бы устроить однопролетный желѣзный мостъ, но это, во первыхъ, обошлось бы дороже на 15—20% и, во вторыхъ, затруднило бы пользованіе для установки фермъ механизмами, уже имѣвшимися для другихъ мостовъ меньшихъ пролетовъ. Для удобства установки фермъ оба пути предположено оставить въ раздвинутомъ положеніи, разставляя среднія фермы на 10 ф.

Каменный быкъ толщиной 6,5 ф. (въ верху) утолщается у горизонта низкихъ водъ до  $7\frac{1}{2}$  ф.; онъ устраивается на свайномъ основаніи съ заливкою бетономъ между стѣнками и перемычкой; въ предѣлахъ измѣненія горизонтовъ воды облицованъ гранитомъ, а выше плитою.

4. Къ четвертой серіи относятся 27 деревянныхъ мостовъ (въ томъ числѣ и арочный), изъ которыхъ въ настоящее время 2



съ ѣздою по низу (Вехлинка, Ямога), 4 съ ѣздою по срединѣ (Тосна, большая Вишера, Таратынскій ручей, Кошенецъ) и 21 съ ѣздою по верху (Лобынецъ, Черная, м. Тигомка, Торбино, Боровенка, Нурецъ, Кренишенка, Званка, Тюзневка № 1, Ижора, Соснинка, м. Вишера, Суйска, Бурга, Хуба, Болотница, Липня, Любенка, Маринскій ручей, Жабня, Задеринаго).

Отверстіе между устоями измѣняется въ этихъ мостахъ отъ 101,3 ф. до 33,5 ф. (14,47—4,79 с.). Всѣ деревянные мосты имѣютъ по три фермы; въ мостахъ съ ѣздою по верху, разстояніе между осями фермъ 11 ф. (исключая арочнаго ижорскаго и лобынецкаго, гдѣ наружныя арки и фермы приходятся почти подъ рельсами); въ мостахъ же съ ѣздою по срединѣ и по низу, внутреннія грани крайнихъ фермъ взаимно отстоятъ на 14 ф. (чер. 2 и 7, л. II). Сообразуясь со всѣми замѣчаніями относительно мостовъ предъидущихъ типовъ и имѣя въ виду, что въ мостахъ съ ѣздою по низу и по срединѣ полотно расположено достаточно высоко надъ горизонтомъ высокихъ водъ, всѣ 29 мостовъ рѣшено замѣнить желѣзными мостами рѣшетчатой системы о 4 фермахъ, располагая во всѣхъ полотно надъ фермами, при сохраненіи вездѣ теперешняго уровня рельсовъ и измѣняя только разстояніе между средними фермами, сообразно расположенію фермъ стараго моста.

Длина фермъ измѣняется отъ 108' до 40', высота 10,2 ф. до 4,8 ф.; число системъ раскосовъ по мѣрѣ уменьшенія отверстій отъ 4 до 2; въ двухраскосной системѣ раскосы направлены подъ угломъ около  $60^{\circ}$  для сближенія узловъ; поясы тавроваго сѣченія. Фермы приведены между собою въ неизмѣняемую систему помощью горизонтальныхъ распорокъ, жесткихъ вертикальныхъ крестовъ и частью жесткихъ, частью плоскихъ (въ малыхъ мостахъ) горизонтальныхъ крестовъ между обоими поясами.

Что касается опорныхъ частей въ желѣзныхъ мостахъ, замѣтимъ, что вообще не сдѣлано различія между подвижными и неподвижными опорами и только для большихъ пролетовъ одинъ конецъ



фермы опирается на рядъ катковъ, а именно въ мостахъ чрезъ р. Равань (3 серія), Валдайку (2 с.), Тосну, Лобынецъ и большую Вишеру (4 с.), при чемъ въ послѣднихъ четырехъ мостахъ въ виду болѣе равномерной передачи давленія на камень (а въ валдайскомъ и на желѣзный быкъ), какъ подвижныя, такъ и неподвижныя опоры снабжены шарнирами съ балансирами (полуцилиндрами),

5. Пятая серія, три моста, изъ нихъ два съ ѣздою по срединѣ (Десенка и Борниковскій ручей), одинъ съ ѣздою по низу (галашевская канава) съ отверстіемъ между устоями 47,5—35,1 ф. (6,79 до 5 с.). Въ слѣдствіе необходимости сохранить подъ мостомъ достаточный просвѣтъ или по причинѣ незначительнаго разстоянія до горизонта высокихъ водъ, или по случаю имѣющейся подъ мостомъ проѣзжей дороги, замѣнить эти мосты, по примѣру предъидущаго типа, мостами съ ѣздою по верху невозможно, а потому, устраивая подъ каждый путь по двѣ желѣзныя фермы, полотно рѣшено расположить между фермами на желѣзныхъ поперечинахъ и продольныхъ балочкахъ. Для упрощенія детальныхъ частей и самой работы желѣзныя фермы проектированы съ сплошною стѣнкою; взаимное разстояніе между фермами одного и того же пути принято въ 13 ф., что возможно было допустить, такъ какъ ни въ одномъ изъ 3 мостовъ верхняя грань фермы не выше 2 ф. надъ рельсами и слѣдовательно не нарушено предѣльное очертаніе мостоваго профиля. Поперечины желѣзныя, зажатая въ уголкахъ вертикальной стѣнки фермъ (высотю 2 ф.), размѣщены чрезъ 6,3 и 6,67 ф.; продольныя балочки закрѣплены между поперечинами и поддерживаютъ путь посредствомъ шпаль. Длина фермъ измѣняется отъ 54,3 ф. до 39,3, при высотѣ ихъ отъ 6 ф. до 4,5 ф. (Относительное расположеніе мостовъ видно на чер. 5 листа I).

6. Къ шестой серіи принадлежатъ 4 моста, изъ нихъ 3 съ ѣздою по срединѣ (локотенскій ручей, старицкій и селецкая канава) и одинъ съ ѣздою по верху (гуменская канава); разстояніе между устоями 29,5—24,25 ф. Желѣзные мосты о 4 фермахъ



въ видѣ балокъ съ сплошною стѣнкою проектированы съ ѣздою по верху, по примѣру мостовъ четвертой серіи. Длина фермъ 43,5—30 ф. при высотѣ ихъ въ 3 ф. (чер. 8).

Все мосты, за исключеніемъ серій № 1, 2, 5 и 6, снабжены съ обѣихъ сторонъ желѣзными перилами, укрѣпленными на концахъ деревянныхъ поперечинъ.

Наконецъ а) мостъ чрезъ Прутомойку замѣненъ каменною трубою, отверстіемъ въ 1,25 с.; б) чрезъ московскій каналъ и Тюзневку № 2 чугунными трубами съ возведеніемъ насыпи въ пространствѣ между устоями.

И такъ въ означенныхъ 7 серіяхъ заключается 51 мостъ. Остальные, не названные здѣсь мосты будутъ отнесены къ какой либо изъ разсмотрѣнныхъ серій, сообразно теперешнему ихъ расположенію.

## II.

Разсмотрѣвъ въ общихъ чертахъ системы перестройки деревянныхъ мостовъ, изложимъ теперь способы сборки и установки желѣзныхъ мостовъ различныхъ серій.

1. Сборку большихъ мостовъ съ ѣздою по низу, каковы мосты первой серіи чрезъ Тверцу, Волгу, Шошу и пр., какъ уже выше сказано, предполагается произвести на мѣстѣ, не прекращая движенія, по очередно по одному изъ путей (чер. 4. л. 1). Пользуясь существующимъ мостомъ, можно устроить подвѣсныя лѣса вдоль всего пролета для сборки нижнихъ поясовъ, верхній же поясъ собрать на брусчатомъ настилѣ, сдѣланномъ по верхъ деревянныхъ фермъ, для чего имѣется достаточный зазоръ между верхнею гранью послѣднихъ и нижними ребрами желѣзныхъ поясовъ.

Для сборки нижняго пояса къ нижнему поясу крайней и средней деревянныхъ фермъ на болтахъ (въ разстояніи 14 ф. одинъ отъ другаго) подвѣшиваются двойные прогоны *a*, на которыхъ располагаются поперечныя балки *b*; болты, которыми подвѣшивается



прогонъ къ средней фермѣ, размѣщаются такъ, чтобы между каждою парюю болтовъ проходила желѣзная поперечина. Подъ собираемымъ поясомъ полагается проложить на поперечныхъ балкахъ двѣ продольныя, которыя помощью козелъ передаютъ грузъ пояса на прогоны и болты. Для болѣе удобнаго движенія на лѣсахъ, выпускаются концы поперечинъ какъ вверху, такъ и внизу и на нихъ устраиваются проходы съ перилами. Въ виду уменьшенія качки лѣсовъ, не имѣющихъ другихъ связей съ фермами, кромѣ болтовъ, поперечныя балки ихъ связываются съ поперечинами деревяннаго моста помощью схватокъ, прогоны же распираются подкосами противъ деревянной фермы.

Для доставки частей на мѣсто сборки, по верхъ поясовъ деревянныхъ фермъ прокладывается рельсовый путь и на немъ будетъ ходить платформа съ краномъ, могущимъ имѣть поперечное движеніе. На средней фермѣ подрельсный брусъ лежитъ на подставныхъ рамкахъ, вышиною до 3 ф., прикрѣпленныхъ къ поясу схватками. Вышина рамокъ обуславливается высотой верхнихъ поперечинъ желѣзнаго моста. Одновременно собирается только одна ферма пролета.

Порядокъ сборки слѣдующій (чер. 11 *a, b, c*, л. III): лѣса устраиваются, положимъ, въ правой половинѣ моста; движеніе по правому пути прекращается; собираются пояса правой фермы, склепываются съ ними стойки и раскосы и по установкѣ опоръ, правая желѣзная ферма освобождается отъ лѣсовъ, разгружая деревянный мостъ. Тоже повторяется съ лѣвою фермою, переводя движеніе на правый путь, который на сколько возможно отодвигается къ средней деревянной фермѣ (на разстояніе отъ собранной желѣзной фермы по крайней мѣрѣ до 3 ф.). По сборкѣ лѣвой фермы (чер. 11 *b*) и разгрузеніи лѣсовъ, въ виду облегченія деревяннаго моста, подводятся желѣзныя поперечины; пользуясь желѣзными фермами, какъ подмостями, устанавливаются на надлежащихъ мѣстахъ прогоны лѣваго пути и укладывается на поперечныхъ балкахъ и продольныхъ брусьяхъ



лѣвый путь, при чемъ онъ отодвигается къ лѣвой фермѣ, гдѣ для временной поддержки поперечныхъ балокъ, подкладывается у самой фермы два бруса другъ на друга, опираясь на желѣзныя поперечныя; въ тоже время прикрѣпляются верхнія поперечины и связи (чер. 11с). Движеніе переводится на лѣвый новый путь, а въ правой половинѣ устраивается полотно втораго пути на прогонахъ и разбирается средняя деревянная ферма; послѣ чего, замѣнивъ короткія поперечныя балки длинными и сдвинувъ лѣвый путь вправо, движеніе открываютъ по обоимъ путямъ желѣзнаго моста.

Изъ этого видно, что подвѣсныя лѣса должны быть устроены лишь на столько прочно, чтобы выдержать грузъ одной фермы. Въсь лѣсовъ на пог. ф. моста около 14,5 пуд., а съ грузомъ желѣзной фермы на пог. ф. пути около 40 пуд., что преимущественно передается на крайнюю деревянную ферму, не нагруженную временнымъ грузомъ во время сборки соответственной желѣзной фермы.

Сборку моста чрезъ р. Тьмаку (серія № 2) предполагается произвести совершенно въ такомъ же порядкѣ, но замѣтимъ только, что при малой высотѣ фермъ, собирая нижній поясъ на подвѣсныхъ лѣсахъ, верхній удобно будетъ собрать на самомъ полотнѣ деревяннаго моста и за тѣмъ, приподнявъ его цѣликомъ помощью крановъ и лебедокъ, приклепать стойки и раскосы (чер. 12, л. III).

2. Перейдемъ теперь къ другимъ серіямъ мостовъ; изъ предъидущаго объясненія принятаго ихъ устройства легко видѣть, что расположеніе частей по возможности проектировалось такое, чтобы не затруднительно было примѣнить ко всѣмъ однообразный способъ установки, придерживаясь главнымъ образомъ условія кратчайшей задержки движенія по перестраиваемому пути. Въ частности конечно способъ установки будетъ неодинаковъ, такъ какъ общая заводчику общую идею установки, ему предоставляется частности разработать. Такъ какъ въ настоящее время уже установлено 6 двухпролетныхъ и 11 однопролетныхъ, заказанныхъ



Андрью Гандисайду въ Дерби, то мы и изложимъ употребленный имъ способъ, вполне согласный съ общою идеею установки, принятой въ основаніе проектированія.

Части желѣзныхъ мостовъ доставлялись изъ Англіи по обводному каналу къ мѣсту выгрузки противъ казачьихъ казармъ; на соседнемъ пространствѣ, принадлежащемъ николаевской дорогѣ, уложено было два ряда путей и между ними установленъ поворотный кранъ для передачи частей фермъ съ одного пути на платформы, установленныя для сборки на другомъ. Здѣсь же выстроены были и временные сараи для склада матеріаловъ.

Каждая пара фермъ одного пролета собиралась на двухъ или трехъ платформахъ, смотря по отверстію (отъ 55 до 81 фут.), причемъ пролетъ составлялся такимъ образомъ изъ 2 или 3 несклепанныхъ между собою частей, что не затруднило перевозку фермъ по кривымъ станціоннымъ путямъ. Когда такимъ образомъ приготовлена была серія мостовъ, изъ нихъ составлялся поѣздъ, присовокупляя двѣ платформы съ кранами для опусканія фермъ и все это отвозилось на линію, развозя части фермъ по запаснымъ путямъ, ближайшимъ къ мѣсту установки. Здѣсь части фермъ, будучи сближены, склепывались окончательно въ цѣльные пролеты, изъ двухъ фермъ cadaго пути съ горизонтальными и вертикальными связями.

Краны для опусканія фермъ были изготовлены на заводѣ Гандисайда и, по доставкѣ на обводный каналъ, собраны на платформахъ (чер. 13 *a-g*, л. III). Двѣ продольныя желѣзныя балки *A* (взаимноотстоящія на 5 ф.  $2\frac{1}{4}$  д.) высотой 1 ф., связанныя пятью поперечинами *B*, составляютъ основаніе крана; 4 поперечины лежатъ сверху продольныхъ, а пятая, чугунная, у передняго конца помещена между продольными и, будучи широкаго тавроваго сѣченія съ боковыми ребордами, служитъ опорой для горизонтальной оси вращенія наклонной рамы крана. Рама состоитъ изъ двухъ взаимноотстоящихъ тоже на 5 ф.  $2\frac{1}{4}$  д. желѣзныхъ двутавроваго сѣченія ста-



нинь (высотой 12 д.), надѣтыхъ внизу на ось и связанныхъ между собою коробкообразными распорками (разрѣзъ по *kl* чер. 13 *d*) и раскосами; верхніе концы станинъ стянуты брусковымъ желѣзомъ; на концахъ послѣдняго надѣты кольца для толстыхъ цѣпей, которыя, будучи прицѣплены къ заднимъ концамъ продольныхъ балокъ, удерживаютъ раму въ требуемомъ наклонномъ положеніи; кромѣ того внутри рамы къ брусковой связи прикрѣплены два кольца для привѣски двухъ полиспастовъ; послѣдніе о 6 облакахъ служатъ для опусканія фермъ, при чемъ послѣднія подвѣшиваются помощью цѣпей, охватывающихъ концы верхнихъ поясовъ; цѣпи же полиспаста, направляясь около барабановъ *D*, надѣтыхъ на ось вращенія рамы, приводятся въ движеніе двумя лебедками, станины которыхъ привинчены къ поперечинамъ основанія крана; лебедки могутъ работать съ двойною и тройною передачею. Для уравновѣшенія передней части крана, во время опусканія фермъ, задняя часть нагружается рельсами и кромѣ того подъ переднюю часть подкладываютъ шпалы, распредѣляя тѣмъ и давленія на большую длину пути.

Самый способъ опусканія фермъ помощью двухъ такихъ крановъ, устроенныхъ на подвижныхъ платформахъ, слѣдующій (чер. 10 *a—d*, л. II). Положимъ двѣ фермы однопролетнаго моста помѣщаются на трехъ платформахъ. Поѣздъ составляется изъ двухъ платформъ съ кранами, изъ трехъ платформъ съ фермами, помѣщенныхъ между двумя первыми и изъ паровоза. Положимъ, сперва устанавливаются фермы петербургскаго пути; предварительно устраиваются переводы на московскій путь, отдирается обшивка съ настила и снимается самый настилъ съ половины моста. Поѣздъ устанавливается на петербургскій путь въ такомъ положеніи, чтобы концы фермъ приходились надъ подготовленными для нихъ подушками. Для послѣднихъ между деревянными фермами надстраивается кирпичная кладка на устояхъ, кладутся гранитные подферменные камни и сверху чугунныя подушки, врубая въ камни и промазывая цементомъ.



При содѣйствіи лебедокъ, рамы поднимаются въ надлежащее наклонное положеніе, закрѣпивъ ихъ удерживающими цѣпями (во время перевозки до моста рамы были опущены вплоть до фермъ, упираясь въ поперечный брусъ, лежащій на концахъ фермъ) и въ тоже время приводятъ въ порядокъ полиспасты.

Далѣе а) подводятъ два домкрата между платформами № 1 и 3 и освободивъ такимъ образомъ платформу № 1, выводятъ ее съ краномъ, устраивая немедленно городокъ изъ шпальъ подъ лѣвыми концами фермъ (чер. 10 б); кранъ возвращается на мѣсто.

б) Подводятъ домкраты между платформами № 2 и 3, выводятъ платформу № 2, за тѣмъ правый кранъ возвращается, подвѣшивается къ нему ферма на столбко, чтобы освободить среднюю платформу; тогда передвигаютъ ее вправо, по возможности дальше, и дѣлаютъ второй городокъ, стараясь оставить возможно меньшій конецъ фермъ справа втораго городка (чер. 10 с).

с) Подвѣшиваютъ фермы къ обоимъ кранамъ, охватывая привѣсною цѣпью полиспаста за брусъ, подложенный подъ вертикальный листъ верхняго пояса и въ тоже время, снявъ рельсы и поперечины заранѣе перешипенныя, очищаютъ такимъ образомъ все пространство между деревянными фермами. Связи между ними снимаются во время устройства переводовъ. Тогда наместивъ, въ видахъ предосторожности на случай разрыва крюка или цѣпей, городки изъ шпальъ отъ опорныхъ подушекъ почти до низа подвѣшенныхъ фермъ, производятъ опусканіе послѣднихъ помощью лебедокъ, разбирая постепенно городки. Послѣ этого привинчиваются короткія поперечины, кладутся рельсы и по пропускѣ товарнаго поѣзда, открывается движеніе. Въ слѣдъ за тѣмъ, устроивъ переводы съ московскаго на петербургскій путь, повторяется тотъ же процессъ установки второй половины моста.

Въ мостахъ двухпролетныхъ съ желѣзнымъ быкомъ, первоначально устанавливаются, не прекращая движенія, 4 стойки быка, спуская ихъ на подушки, закрѣпленныя на каменномъ фундаментѣ;



спускъ стоекъ дѣлается тѣмъ же краномъ въ промежутки между проходами поѣздовъ, дѣлая прорѣзь настила между рельсами пути; удерживаемые канатами въ вертикальномъ положеніи, стойки соединяются между собою (временно на болтахъ) въ тѣхъ частяхъ, гдѣ деревянныя фермы не препятствуютъ, и по склепкѣ частей приступаютъ къ установкѣ фермъ тѣмъ же способомъ, при чемъ сперва ставится, на примѣръ, одинъ пролетъ петербургскій, разбирая полотно на половину пролета между устоями, за тѣмъ второй петербургскій, пользуясь готовымъ полотномъ перваго пролета и т. д.

Для безопасности движенія у каждаго устраиваемаго моста помещается временный телеграфъ, самое же росписаніе поѣздовъ остается безъ измѣненія.

По установкѣ обоихъ путей, часть короткихъ поперечинъ замѣняется длинными подъ оба пути.

Деревянныя фермы разбирались постепенно (уже во время движенія по желѣзному мосту); исключеніе составляетъ арочный мостъ на Ижорѣ, гдѣ арки стараго моста приходятся подъ самыми рельсами и для установки новыхъ требовалось, подвѣсивъ пару фермъ кранами, установленными на устояхъ, разобрать арки, вынуть подферменные камни, наддѣлать кладку и уложить другіе камни; разборка эта была облегчена третьимъ краномъ обыкновеннаго устройства, устанавливая его на открытомъ пути въ свободное отъ движенія время. Тоже предстоитъ и для мостовъ чрезъ Лобынецъ (с. № 4) и Гуменскую канаву (с. № 6).

Въ числѣ 17 мостовъ, установленныхъ заводомъ Andrew Napdyside, наибольшая длина фермы въ мостѣ чрезъ р. Черную, именно 81 ф. =  $l$ ; вѣсъ двухъ фермъ съ связями до 27 тоннъ, слѣдовательно на каждый кранъ приходился грузъ до 14 тоннъ; сила же крана заводомъ считается до 20 тоннъ (\*). Полагая вѣсъ двухъ

---

(\*) Въ каждой лебедкѣ крана имѣется тройная передача; обозначая чрезъ  $P$ —дѣйствующее усиліе,  $Q$ —полезное сопротивленіе,  $p$ —радіусъ рукоятки (16 д.),  $q$ —радіусъ вала (10 д.),  $r_1$  и  $r_2$  — радіусы шестеренъ и



фермъ съ связями, при допущенномъ для желѣза напряженіи круглымъ числомъ  $= 0,22—0,25 l^2$  пуд., гдѣ  $l$  пролетъ въ футахъ, оказывается, что парю означенныхъ крановъ возможно поднимать мосты длиною до 15 саж.

Продолжительность установки фермъ одного моста зависла отъ типа его и относительнаго расположенія деревяннаго и желѣзнаго мостовъ. Установка пары фермъ каждаго пути арочнаго ижорскаго моста, въ слѣдствіе выше объясненныхъ причинъ, потребовала около недѣли; что же касается остальныхъ 16 мостовъ, то установка ихъ продолжалась несравненно скорѣе, въ особенности послѣ того, какъ, опустивъ нѣсколько первыхъ, рабочіе свыклись съ дѣломъ и всѣ предварительныя работы стали оканчиваться раньше привоза фермъ (укладка переводовъ, снятіе обшивки, пере-пиливаніе поперечинъ надъ среднею фермою и пр.). Такъ по одно-пролетному мосту чрезъ Кренышенку прекращено было движеніе по каждому изъ путей въ теченіи полутора сутокъ, при чемъ собственно на работу потребовалось 11 часовъ; пара фермъ опущена была въ 45 минутъ (1 ф. въ 4 минуты). Это былъ первый мостъ по времени установки (2 іюня 1871). Мосты чрезъ Званку и Тюзневку № 1, потребовавшіе каждый по 24 часа, устанавливались одновременно; такъ поставили одинъ путь Званки, и тотъ же путь Тюзневки; за тѣмъ второй путь Званки и опять второй путь Тюзневки.

$R_1$  и  $R_2$  — радіусы зубчатыхъ колесъ, будемъ имѣть  $\frac{q}{p} = \frac{5}{8}$ ,  $\frac{r_1}{R_1} = \frac{1}{6}$  и  $\frac{r_2}{R_2} = \frac{2}{9}$ , слѣдовательно  $P = \frac{Qq \cdot r_1 r_2}{p R_1 R_2} = Q \cdot \frac{5}{8} \cdot \frac{1}{6} \cdot \frac{2}{9} = \frac{Q}{43,2}$ . На каждой лебедкѣ могутъ работать 4 человекъ; считая силу каждаго при непродолжительности работъ въ  $\frac{3}{4}$  пуда и полагая 20% на бесполезныя сопротивленія, найдемъ

$$Q = P \cdot 43,2 = 2,4 \cdot 43,2 = 104 \text{ пуд.},$$

а на крюкъ полиспаста  $Q_1 = 104,6 = 648$ , на двухъ полиспастахъ крана  $Q_{11} = 1248$  или около 20 тоннъ.



Установка каждой пары фермъ моста чрезъ Хубу, отверстіемъ 55 ф., продолжалось до 8 часовъ, а мостовъ чрезъ Бургу, Суюску и Соснинку до 4 часовъ, при чемъ, въ слѣдствіе малаго вѣса, пара фермъ опускалась съ готовымъ полотномъ (со шпалами и рельсами); еще замѣтимъ, что для моста чрезъ Бургу устроены были только одинъ переводъ, такъ какъ другая половина моста установлена была въ промежутокъ между проходами поѣздовъ. Мосты двухпролетные съ желѣзнымъ быкомъ потребовали для обоихъ путей отъ 5 до 7 сутокъ (Шегринка и Перетна по 6 сутокъ; изъ этого 2 сутокъ на опусканіе и поднятіе желѣзныхъ стоекъ быка, 2 сутокъ на связываніе и склепываніе колоннъ и 2 сутокъ на опусканіе фермъ обоихъ путей). Обыкновенно на лебедкахъ работали по 2 человѣка, всего 8, да еще 4 человѣка держали концы цѣпей, смазываемыхъ съ лебедокъ,

Послѣдній изъ 17 мостовъ установленъ 31 декабря 1871 г.

И такъ разсмотрѣнные два способа установки и сборки большихъ и малыхъ мостовъ удовлетворительно разрѣшаютъ задачу замѣны деревянныхъ мостовъ; сборка перваго моста изъ большихъ съ ѣздою по низу (чрезъ р. Шошу, заказаннаго заводу Кокерилля въ Seraing) выяснитъ, какія возможно будетъ сдѣлать упрощенія при дальнѣйшихъ работахъ.

### III.

Оставляя въ сторонѣ вопросъ о стоимости мостовъ до времени заказа всѣхъ выше разсмотрѣнныхъ по серіямъ, мы ознакомимъ съ результатами испытаній 17 мостовъ, исполненныхъ Гандисайдомъ, и приведемъ для наглядности полную таблицу вѣса 48 мостовъ.

Испытанія матеріаловъ (желѣза и чугуна) и оконченныхъ мостовъ производится согласно контракту, заключаемому обществомъ съ подрядчикомъ. Приводимъ нѣкоторыя положенія контракта. Желѣзо для мостовъ при вытягиваніи должно выдерживать не менѣе 22 тоннъ (1375 пуд.) на кв. д. безъ разрыва, а при нагрузкѣ



въ 600 пуд. сопротивляться, не обнаруживая никакого постоянного измѣненія. Брусокъ чугуна при квадратномъ сѣченіи въ сторонѣ  $1,5 \times 1,5$  д., положенный на опоры въ разстояніи 3 ф., долженъ выдержать по срединѣ нагрузку въ 75 пуд., Желѣзо для заклепокъ пробуется между прочимъ такъ, чтобы въ заготовленныхъ заклепкахъ высота ихъ въ 2 діаметра была расклепана до  $\frac{2}{3}$  діаметра.

Относительно продолжительности прекращенія движенія по одному изъ путей (исключая большихъ мостовъ съ ѣздой по низу) ставится въ условіе, чтобы оно продолжалось не болѣе 48 часовъ для каждаго пути перестраиваемаго моста.

Висячія подмости въ большихъ мостахъ могутъ быть устроены одновременно только для одного пути; для сборки же поперечинъ, онѣ могутъ быть сдѣланы одновременно для обоихъ путей, но подвѣшаны къ желѣзнымъ фермамъ.

По установкѣ металлической части моста, соответствующей одному пути, воспрещается приступать къ установкѣ другой, пока установленная будетъ достаточна раскрѣплена для безопаснаго движенія.

Замѣтимъ при этомъ, что затруднительнѣе всего удовлетворить этому условію въ желѣзныхъ быкахъ, ибо движеніе по первому оконченному пути приходится открывать ранѣе разборки средней деревянной фермы, отчего стойки смежныхъ путей въ верхнихъ частяхъ будутъ еще не связаны между собою. Впрочемъ при медленной ѣздѣ вреднаго вліянія на части быка, не вполне связанная, не оказалось въ установленныхъ уже мостахъ.

По окончаніи моста производится испытаніе его; первая проба: мостъ подвергается нагрузкѣ 100 пудъ на пог. ф. пути, равномерно распределенной по всему пролету; нагрузка остается въ теченіи 8 часовъ и снимается не ранѣе 2 часовъ по прекращеніи увеличенія прогиба.

Вторая проба: по оконченной половинѣ моста пропускается со скоростью 20 до 30 верстъ въ часъ поѣздъ изъ трехъ паровозовъ,



вѣсомъ съ тендеромъ каждый до 60 тоннъ (средній паровозъ обращенъ въ противоположную сторону отъ двухъ крайнихъ); остальная нагрузка состоитъ изъ вагоновъ съ грузомъ до 10 тоннъ въ каждомъ. Выдержавшія эту пробу части моста предоставляются движенію правильныхъ поѣздовъ не менѣе какъ въ теченіи 15 дней: это третья проба. Наконецъ по совершенномъ окончаніи моста и истеченіи срока третьей пробы, производится окончательная проба, состоящая въ пропускѣ поѣзда изъ двухъ пассажирскихъ паровозовъ николаевской дороги и нагруженныхъ вагоновъ, со скоростью отъ 40 до 60 верстъ въ часъ, пуская поѣздъ отдѣльно по каждому пути и одновременно по обоимъ.

Конечно, на дѣлѣ исполненія всѣхъ этихъ условій пробы должно сообразоваться съ мѣстными обстоятельствами, наименьшимъ стѣсненіемъ движенія и пр.

Окончательная проба установленныхъ 17 мостовъ произведена была одновременно; поѣздъ состоялъ изъ двухъ паровозовъ Кайля съ тендерами, сцепленныхъ передками. Паровозы были съ четырьмя осями, тендеры съ тремя; разстояніе между колесами паровоза по 4'7", тендера—5'8", между крайними колесами сцепленныхъ паровозовъ 15'4", между крайними колесами паровоза и тендера 15'.

При такомъ расположеніи разстояніе между первыми крайними колесами обоихъ тендеровъ будетъ 72'10", такъ что на устроенныхъ мостахъ, имѣющихъ пролеты въ 47—80 ф., могутъ помѣститься вообще два паровоза. Испытаніе производилось обоихъ путей; прогибъ опредѣлялся помощью вертикальныхъ планокъ, одной, прикрѣпленной къ фермѣ по срединѣ ея, и другой, прибитой къ свайкѣ, пропущенной сквозь ледяную кору рѣки (это было въ февралѣ).

Производилось два испытанія: статическое, устанавливая паровозы на пролетѣ, и динамическое движеніемъ ихъ со скоростью до 40 верстъ.

Въ прилагаемой таблицѣ сопоставлены результаты окончатель-



ной пробы 17 мостовъ. Здѣсь же приведена нагрузка на пог. футъ пути, полученная, если временный грузъ прямо распредѣлить по пролету. (Таблица I).

Сравнивая полученные результаты для фермъ обоихъ путей при теоретическихъ пролетахъ отъ 80 до 47 ф., прогибъ получался  $\frac{3}{8}$  до  $\frac{1}{4}$  дюйма, что вообще составляетъ отъ  $\frac{1}{2500}$  и  $\frac{1}{2200}$  пролета.

Въ заключеніи прилагаемъ таблицу вѣса желѣзныхъ мостовъ всѣхъ серій, обозначая и принятую систему моста и расположеніе полотна. При этомъ замѣтимъ, что вѣсъ мостовъ показанъ въ окончательномъ видѣ для сдачи въ заказъ; къ теоретическому вѣсу металла (полученному, полагая вѣсъ 1 куб. ф. желѣза = 13,31 пуд. и чугуна 12,45 п.) прибавлено 2<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, допускаемыхъ въ видѣ льготы (Таблица II).

Октябрь 1872.

Инженеръ Н. Бѣлелюбскій.



## ТАБЛИЦА I.

Результаты испытаній, произведенныхъ надъ мостами,  
установленными заводомъ Гандисайда.

Число мостовъ равнаго отверстія.	Отверстія мостовъ l въ футахъ.	Статическое испытаніе.		Динамическое испы- таніе.		Нагрузка, сосредото- ченная прямо распредѣл. на пог. футъ пути.
		Наибольшая осадка въ дюймахъ f.	Отношеніе ея къ пролету $\frac{f}{l}$ .	f.	$\frac{f}{l}$ .	
1	80	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2560}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2560}$	(кр. ч.) 81
3	73	$\frac{5}{16}$ — $\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2803}$ — $\frac{1}{2336}$	$\frac{5}{16}$ — $\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2803}$ — $\frac{1}{2336}$	83
6	64	$\frac{5}{16}$ — $\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2472}$ — $\frac{1}{2048}$	$\frac{5}{16}$ — $\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2472}$ — $\frac{1}{2048}$	86
5	53	1 — $\frac{5}{16}$	$\frac{1}{2544}$ — $\frac{1}{2035}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{2035}$	103
2	47	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2256}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2256}$	116



**ВСЬ ЖЕЛЪЗНЫХЪ МОСТОВЪ (ПОДЪ ДВА ПУТИ).**

Система желѣзныхъ мостовъ.	№№	Название мостовъ.	Расстояние между устоями въ фут.	Длина желѣзныхъ фермъ въ фут. и дюйм.	Высота фермъ не бѣды въ деревян. мостахъ.	Расположе- не бѣды въ желѣзныхъ мостахъ.	Весь металлешхъ частей въ пудахъ.							
							Желѣза.	Чугуна.	Желѣза.	Чугуна.	Всего.			
Раскосная.	1	Тверца (три пролета) (косый, уголъ 60°)	194,39+192,64 +196,84	206'3" + 203'9" + 206'5"	29'	по низу.	по низу.	1182 чугуна 361 стали	60433	1182 чугуна 361 стали	60433	1182 чугуна 361 стали	310	
	2	Шоша (два пролета)	по 180,67 ф.	190'6"	27'6"			916	34970	916	34970	916	916	
	3	Волховъ (пять пролет.)	по 167,83	177'3"	27'6"			2442	81486	2442	81486	2442	2442	
	4	Тьмака (одинъ пролет.)	110,48	119'3"	14'			340	8516	340	8516	340	340	
Рѣшетчатая. Два пролета съ желѣзными выкомъ.	5	Валдайка	175	91'	9'4"			334	7127	1175	188	8302	522	
	6	Перетна	143	74'	9'21"			90	5951	924	200	6875	290	
	7	Шегринка	142	74	9'21"			90	5944	1364	200	7308	290	
	8	Березайка	141	74	9'21"			90	5951	719	200	6670	290	
	9	Лухоборка	120	65	8'			90	4560	1364	200	5924	290	
	10	Вялка	105	56'3,5"	6'5"			67	3289	818	296	4107	363	
	11	Тигода	104,83	56'3,5"	6'5"			84	3417	818	296	4235	380	
	12	Алешенка	89,67	47'10,5"	6'3"			86	2768	869	200	3637	286	
	13	Коломенецъ	87,42	47'10,5"	6'3"			86	2768	645	200	3413	286	
	14	Равань	136,58	72'7"	7'		по срединѣ	по верху	250	5296			5296	250
	Съ сплошною стѣлкою.	15	Десенка	47,5	54'4"	6'	по срединѣ	по верху	39	2431			2431	39
		16	Галашевская	39,75	44'10"	4'9"	по низу		36	1926			1926	36
		17	Борниковскій Р.	35,1	39'4"	4'6"	по срединѣ		36	1571			1571	36
18		Локотенскій.	29,5	34'6"	3	"		36	830			830	36	
19		Старлицкій.	28	32'10"	3	"		36	830			830	36	
20		Гуменскій.	27	30'	3	по верху		36	791			791	36	
21		Селецкій	24,25	30'	3	по срединѣ		36	637			637	36	
22		Лобынѣдъ	101,33	108'	10'2,5"	по верху		297	4928			4928	297	
23		Тосна	99,40	108'	10'2,5"	по срединѣ		297	5076			5076	297	
24		Большая-Вилера	84'	91'	9'4"	по срединѣ		297	3638			3638	297	
25		Черная	75,5	81	10	по верху		90	3463			3463	90	
26	М. Типомка	57	63	7'7"	по верху		66	2065			2065	66		
27	Торблно	57	63	7'7"	по верху		66	2065			2065	66		
28	Боровенка	55,33	63	7'7"	по низу		67	2031			2031	67		
29	Вехлинка	57,12	63	7'7"	по низу		67	1991			1991	67		
30	Нурѣдъ	60	60		по низу		90	2323			2323	90		
31	Кренъшенка	60	60		по низу		90	2323			2323	90		
32	Званка	60	66'	8'	по верху		90	2323			2323	90		
33	Тюэневка 1.	60	60		по верху		90	2323			2323	90		
34	Ижора	60	60		по верху		90	2323			2323	90		
35	Соснинка	48,5	48,5		по верху		86	1711			1711	86		
36	М. Вилера	48,5	48,5		по верху		86	1711			1711	86		
37	Сойска	48,5	55'11"	6'3"	по верху		86	1711			1711	86		
38	Бурга	48,5	48,5		по верху		86	1711			1711	86		
39	Хуба	48,5	48,5		по низу		86	1711			1711	86		
40	Ямога	45	51	5'81"	по низу		58	1423			1423	58		
41	Болотница	41,83	47'10,5"	6'3"	по низу		74	1363			1363	74		
42	Липня	37,42	42'6"	6'	по верху		38	1053			1053	38		
43	Любенка	36,5	40'2"	5'5"	по верху		38	1053			1053	38		
44	Марьинскій Р.	33,75	40'2"	5'5"	по верху		38	1007			1007	38		
45	Жабня	33,5	40'2"	5'5"	по верху		38	1007			1007	38		
46	Задериного	33,5	40'2"	5'5"	по верху		38	1007			1007	38		
47	Таратынскій Р.	34	39'10"	4'10"	по срединѣ		44	885			885	44		
48	Кошенецъ	33,5	39'10"	4'10"	по срединѣ		44	885			885	44		

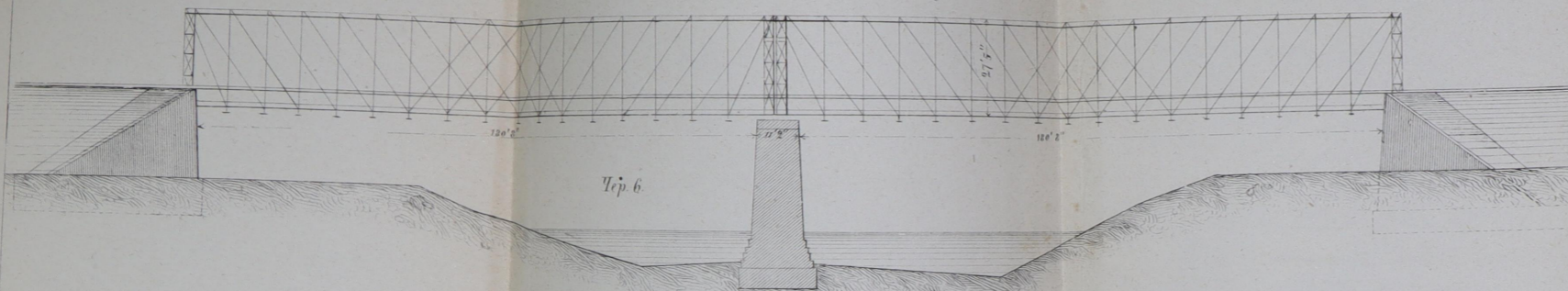
Примѣчаніе. Безопасное напряженіе въ мостахъ № 1—4 для вытянутою пояса допущено 280 пуд. на кв. дюймъ; въ остальныхъ же частяхъ мостовъ № 1—4 и во всѣхъ частяхъ остальныхъ мостовъ 250 пуд. на кв. дюймъ. Временная нагрузка для мостовъ № 1—4 допущена 80 пуд. на пог. футъ пути; для № 5—48 принята нагрузка, сообразная съ первою таблицею Шмидта (см. брошюру: Внешнія силы, дѣйствующія на мостовья сооружения).





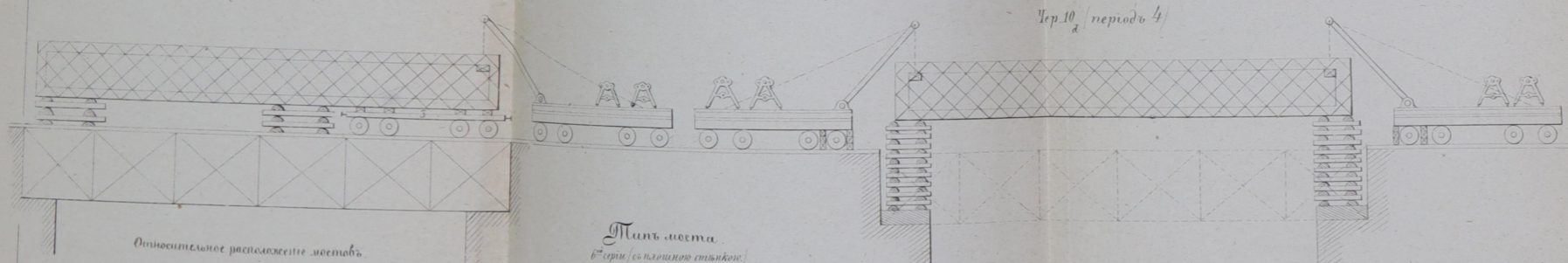


Мостъ раскосной системы чрезъ р. Шену.



Чер. 6.

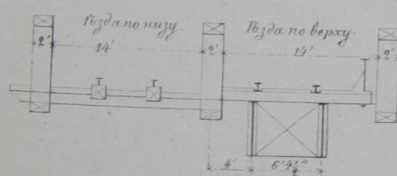
Чер. 10<sub>с</sub> / периодъ 1/



Чер. 10<sub>а</sub> / периодъ 4/

Относительное расположение шпалъ.

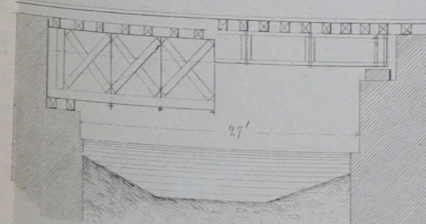
Чер. 7.



Планъ моста.

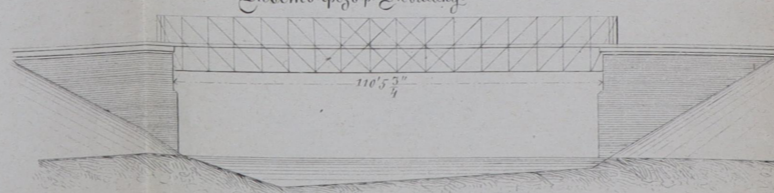
6-й серии (въ плоскости стѣнокъ).

Чер. 8.



Чер. 9.

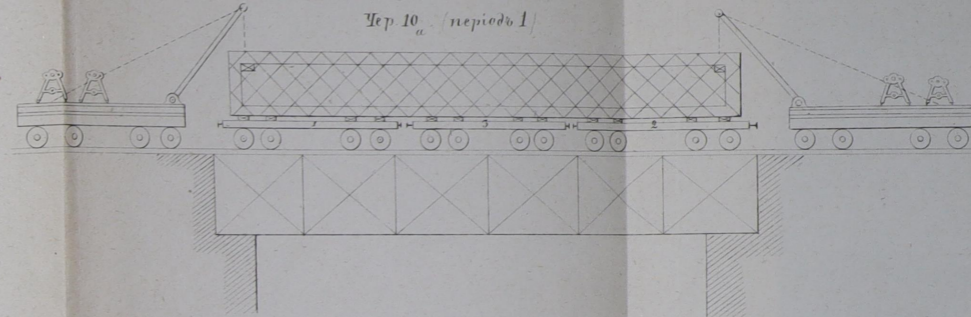
Мостъ чрезъ р. Поканку.



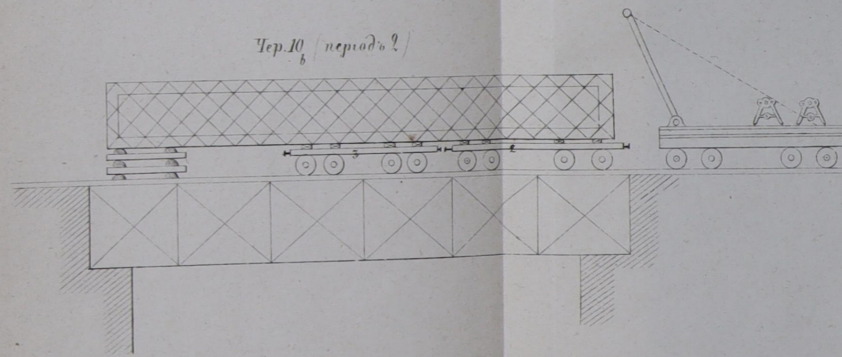
Планъ моста Поканки, по в. р. 6-го в.

Опускание фермы.

Чер. 10<sub>а</sub> / периодъ 1/



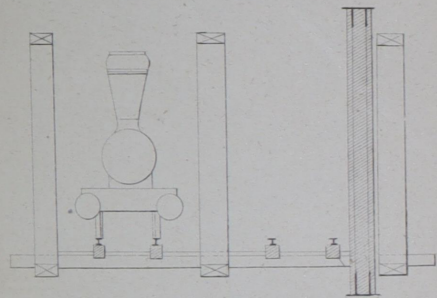
Чер. 10<sub>б</sub> / периодъ 2/



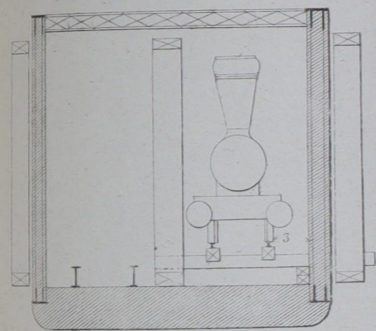
Чер. 10<sub>в</sub> / периодъ 3/



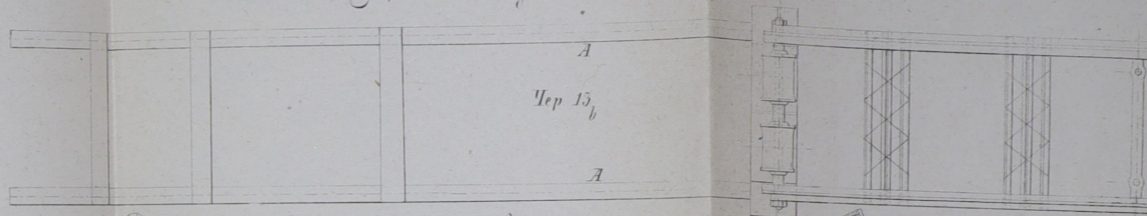
Чер. 11<sub>а</sub> / периодъ 1/



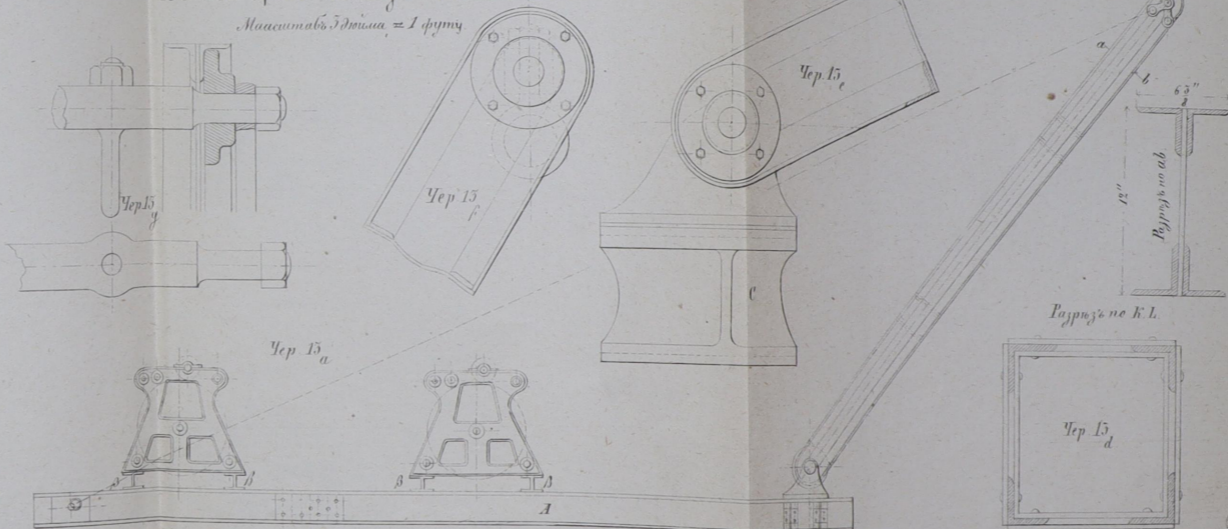
Чер. 11<sub>б</sub> / периодъ 2/



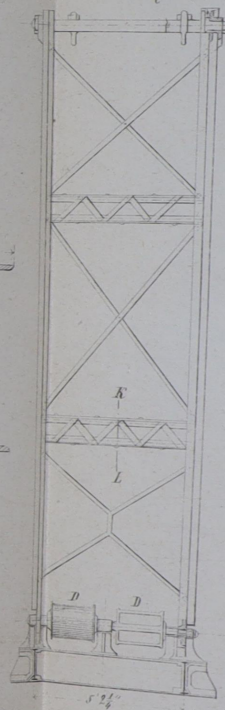
Кранъ для спуска мостовъ



Детали крана для спуска мостовъ  
Масштабъ 1 дюйма = 1 футу

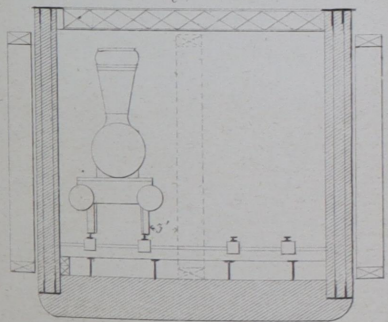


Чер. 15<sub>е</sub>

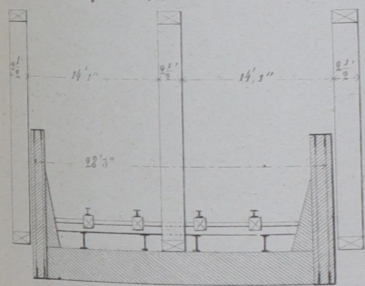


Сборка мостовъ съ воздою по низу в 2<sup>ю</sup> фермахъ

Чер. 11<sub>с</sub> / периодъ 3/



Чер. 12



Относительное расположение мостовъ  
призъ р. Мьянку

Масштабъ 1/2" = 1'