

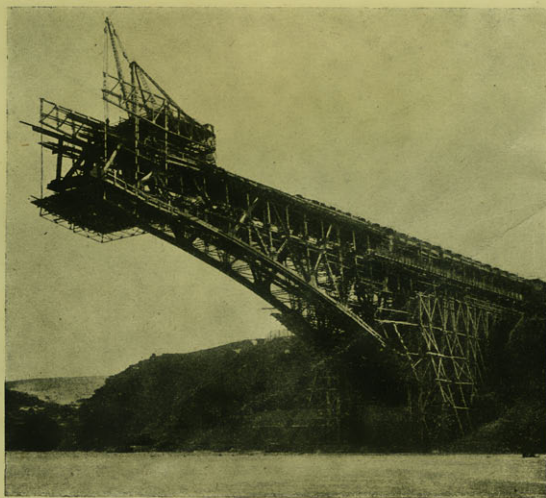
А. И. ТОЛЧИНЪ.

ИНЖЕНЕРЪ-СТРОИТЕЛЬ.

ПОСТРОЙКА МОСТА ЧЕРЕЗЪ РѢКУ ДНѢПРЪ

У „ВОЛЧЬЯГО ГОРЛА“

НА II-ОЙ ЕКАТЕРИНИНСКОЙ ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГѢ,
ПОДЪ ДВА ЖЕЛѢЗНОДОРОЖНЫЕ ПУТИ
И ЭКИПАЖНУЮ ВЪЗДУ.



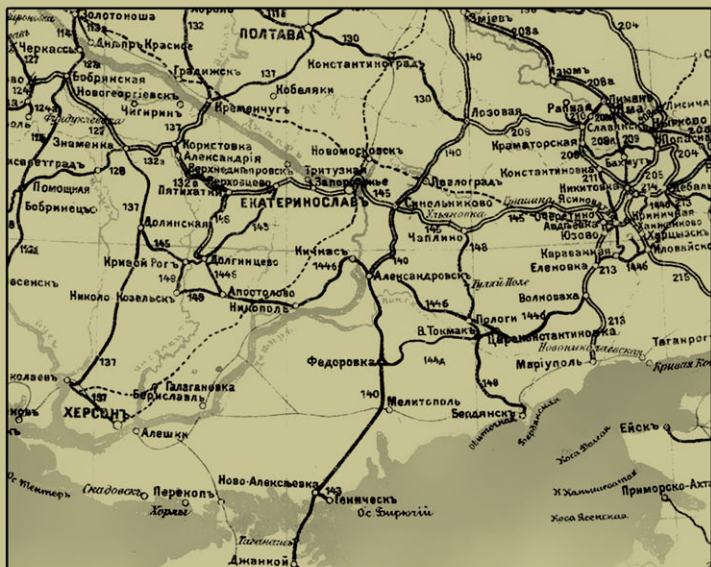
Кіевъ.

Лито-Типографія „С. В. Кульженко“ Пушкинская ул. № 4, соб. домъ.

1911.



Географічна довідка:



ПОСТРОЙКА МОСТА

ЧЕРЕЗЪ РѢКУ ДНѢПРЬ У „ВОЛЧЬЯГО ГОРЛА“
НА II-ОЙ ЕКАТЕРИНИНСКОЙ ЖЕЛѢЗНОЙ ДОРОГѢ,
ПОДЪ ДВА ЖЕЛѢЗНОДОРОЖНЫЕ ПУТИ
И ЭКИПАЖНУЮ ѢЗДУ.

Инж. А. И. ТОЛЧИНЪ.

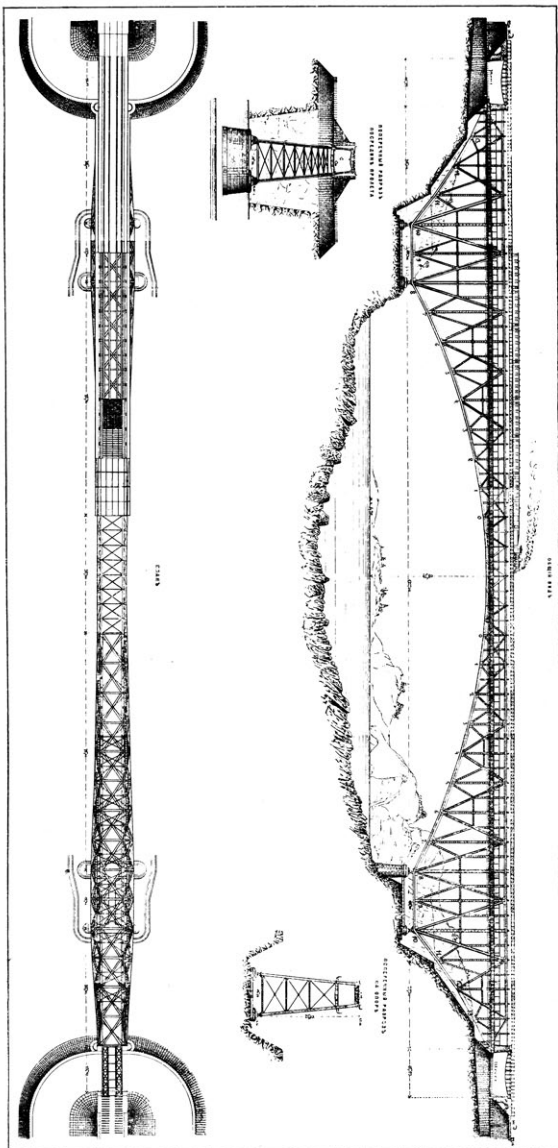
Предисловіе.

Постройка моста черезъ рѣку Днѣпръ у „Волчьяго Горла“ на II-ой Екатерининской желѣзной дорогѣ подѣ два желѣзнодорожные пути и экипажную ѣзду представляетъ интересъ по слѣдующимъ причинамъ. Средній пролетъ моста въ 190 метр. перекрываетъ всю ширину рѣки Днѣпра и является самымъ большимъ пролетомъ въ Россіи. При постройкѣ примѣнялась впервые въ Россіи сборка на вѣсу при помощи Деррикь-крана и подвѣсной рабочей платформы. Сборка на подмостяхъ производилась желѣзнымъ порталнымъ краномъ съ подъемной силой въ 1800 тон.. При сборкѣ примѣнялась пневматическая кленка.

§ 1. Общее описаніе моста.

Днѣпръ въ мѣстѣ постройки моста имѣетъ крутые, скалистые берега и глубокое, узкое русло. Это мѣсто носитъ названіе „Волчьяго Горла“. Рѣка при горизонтѣ меженнихъ водъ имѣетъ ширину около 82 саж., при горизонтѣ высокихъ водъ около 89 саж.. Наибольшая глубина равна 11 саж..

Мостъ трехпролетный съ консольными фермами. Средній пролетъ въ 190 метр. перекрываетъ всю ширину рѣки и является самымъ большимъ пролетомъ въ Россіи. Береговые пролеты по 57 метр.. Полная длина каждой консольной фермы=133 метр., длина консоли=76 метр.. Пролетъ средней подвѣшенной фермы=38 метр.. Мостъ назначается подѣ двухпутное желѣзнодорожное движеніе и экипажную ѣзду. Полотно желѣзной дороги возвышается надъ горизонтомъ меженнихъ водъ на 20,2 саж.. Желѣзнодорожные пути расположены по верху моста. Полотно подѣ экипаж-



Фиг. 1.
Общий видъ моста.

ную базу находится подъ железнодорожными путями на 3,55 саж. ниже подошвы рельсовъ. Тротуары для пѣшеходовъ устроены снаружи фермъ на консоляхъ.

Для пропуска шоссе подъ железнодорожными путями съ обоихъ концовъ моста устроены пролеты по 16,87 метр., перекрытые сплошными фермами (фиг. 1).

Верхній поясъ фермъ въ среднемъ и береговыхъ пролетахъ—горизонтальный. Очертаніе нижняго пояса въ среднемъ пролетѣ—по дугѣ круга ($r=207,7$ метр.). Въ береговыхъ пролетахъ нижній поясъ имѣетъ отъ 8-го до 10-го узла (фиг. 1) горизонтальное направленіе, отъ 10-го до 14-го узла криволинейное—по дугѣ круга ($r=133,44$ метр.). Переломъ нижняго пояса въ узлѣ № 10 объясняется тѣмъ, что первоначально предполагалось устроить въ этомъ мѣстѣ опору для воспріянія положительной реакціи концевой опоры № 14, которая могла передавать только отрицательныя реакціи; но во время постройки концевая опора № 14 была перепроектирована такъ, чтобы она могла передавать, какъ положительныя (+37 тон.), такъ и отрицательныя (—665 тон.) опорныя реакціи; вслѣдствіе этого опора въ узлѣ № 10 оказалась лишней и не была осуществлена, но измѣнить въ этомъ мѣстѣ очертаніе нижняго пояса фермъ уже не удалось.

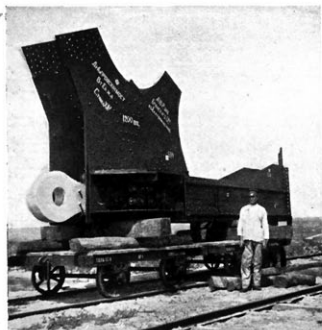
Теоретическая высота фермъ надъ опорой въ узлѣ № 8 равна 29 метр., надъ концевой опорой въ узлѣ № 14 высота равна 6 метр., по серединѣ рѣчного пролета (середина подвѣшенной фермы) высота равна 6 метр., въ концѣ консоли 6,87 метра.

Чтобы пролетному строенію придать надлежащую устойчивость, фермы установлены съ уклономъ въ $\frac{1}{10}$. Разстояніе между осями верхнихъ поясовъ фермъ = 6,90 метр.; разстояніе между осями нижнихъ поясовъ, въ предѣлахъ отъ 8-го до 10-го узла равно 12,70 метр..

Система рѣшетки фермъ треугольная съ дополнительными стойками и шпренгелями. Консольная ферма имѣетъ 14 панелей длиною по 9,50 метр.; каждая панель раздѣлена шпренгелемъ на двѣ полупанели по 4,75 метр.. Подвѣшенная ферма имѣетъ 8 панелей длиною по 4,75 метр..

Каждая подвѣшенная ферма опирается на концы консолей при помощи одной неподвижной и одной подвижной катковой опоры съ шаровымъ шарниромъ. Эти опоры помѣщаются въ верхнемъ концѣ трубчатыхъ стоекъ надъ узлами № 0 (фиг. 1). Каждая консольная ферма опирается на быкъ при помощи неподвижной опоры и на устой (противовѣсный быкъ) при помощи подвижной качающейся опоры. Качающаяся опора спроектирована по типу опоры моста черезъ Миссисипи въ Мемфисѣ и служитъ для воспріянія наибольшей положительной реакціи въ + 37 тон. и наибольшей отрицательной реакціи въ 665 тон.. Главныя части этой опоры слѣ

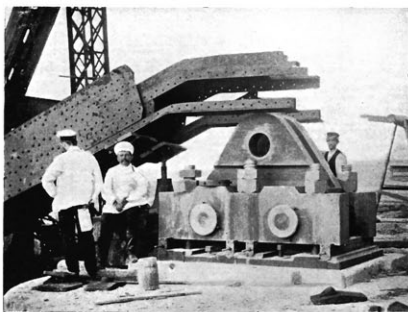
дующія. Качающійся стержень состоитъ изъ четырехъ сболченныхъ стальныхъ полосъ, шириною 32,5 см., толщиною 56 мм. каждая. Верхній конецъ стержня пропущенъ внутрь опорной стойки фермы и соединяется съ ней цилиндрическимъ шарниромъ ($d=32$ см.), проходящимъ черезъ стѣнки



Фиг. 2.
Опорная стойка № 14 съ качающимся стержнемъ.

стойки (фиг. 2). Нижній конецъ качающагося стержня соединяется такимъ же шарниромъ съ нижней частью опоры, которая посредствомъ шести анкерныхъ болтовъ ($d=135$ мм., длиною около 10 метр.) прикрѣпляется къ противобѣсному быку (фиг. 3). Длина качающагося стержня между центрами шарнировъ равна 2,12 метр.. Нижнюю часть опоры (фиг. 3) составляютъ: стальная доска (подушка) съ уложенными на ней четырема стальными брусьями, состоящими каждый изъ трехъ клиньевъ, служащихъ для правильной установки опоры; двѣ фасонныхъ балки и двѣ фасонныхъ доски, соединенныя тремя цилиндрическими шарнирами.

Такъ какъ качающіяся опоры въ узлахъ № 14 не могутъ воспринять давленія вѣтра, то для этой цѣли устроена особая вѣтровая опора,

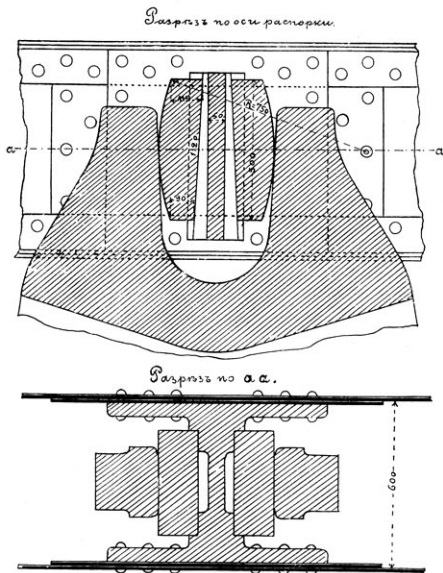


Фиг. 3.
Нижняя часть подвижной опоры № 14.

расположенная по оси моста, въ серединѣ нижней распорки опорной рамы № 14. Устройство верхней части вѣтровой опоры слѣдующее. Къ вертикальнымъ стѣнкамъ нижней распорки (сѣченіе нижней распорки двустѣнчатое) приклепана двутавровая стальная діафрагма, въ пазы которой входятъ упорныя подушки (фиг. 4). Эти подушки имѣютъ клиновидную форму, вслѣдствіе чего онѣ всегда прижаты къ верхней стальной подушкѣ вѣтровой опоры и

предупреждаютъ возможность малѣйшихъ горизонтальныхъ передвиженій. Упорныя подушки, имѣя выпуклую цилиндрическую поверхность, соприкасаются со щеками вѣтровой опоры по прямой линіи. При измѣненіи

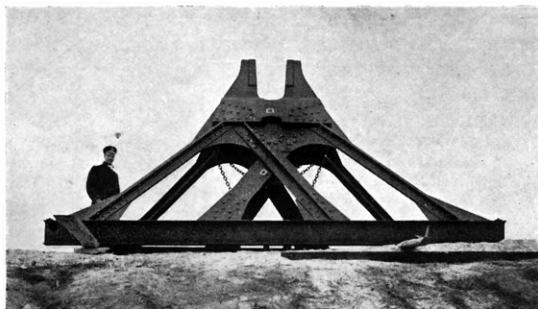
температуры вызывается сила трения между упорными подушками и щеками вѣтровой опоры; чтобы от дѣйствія этой силы не изгибалась



Фиг. 4.

Верхняя часть вѣтровой опоры.

распорка опорной рамы № 14, въ первой подунанели устроена горизонтальная ферма. Верхняя подушка вѣтровой опоры поддерживается восемью



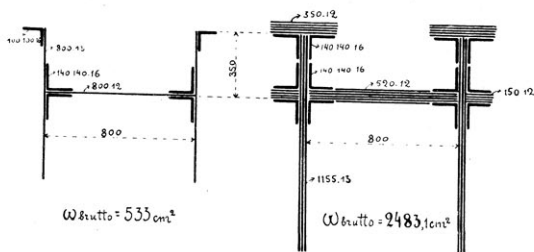
Фиг. 5.

Вѣтровая опора.

жесткими подкосами (фиг. 5), укрепленными на ростверк из продольных и поперечных двутавровых балок; ростверк заделан в каменную кладку противобашного быка.

Береговые фермы, перекрывающія экипажный проѣзд, опираются съ одной стороны на опорную раму консольныхъ фермъ (неподвижныя опоры), а съ другой стороны на устой (подвижныя, катковыя опоры). Давленіе береговыхъ фермъ на опорную раму консольныхъ фермъ передается посредствомъ особой опорной балки, которая уложена на консоляхъ, приклепанныхъ къ опорнымъ стойкамъ № 14.

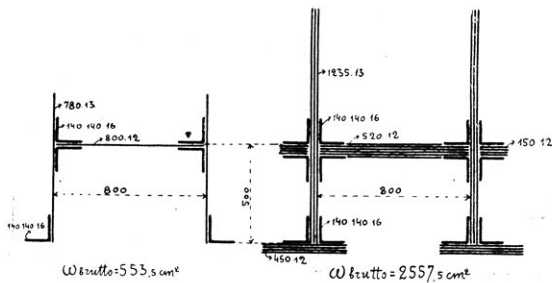
Поясамъ консольныхъ фермъ, испытывающимъ усилія до 2300 тон., придано несимметричное *H*-образное сѣченіе. Каждая вертикальная стѣнка составлена изъ 1, 2 или 3-хъ листовъ, толщиной по 13 мм., высотой въ верхнемъ поясѣ отъ 800 мм. до 1155 мм., въ нижнемъ поясѣ отъ 780 мм.



Фиг. 6.

Сѣченія верхняго пояса.

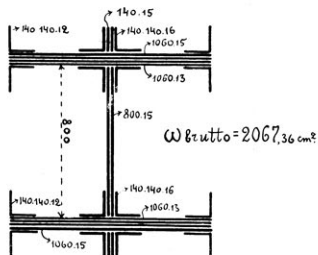
до 1280 мм.. Разстояніе въ свѣту между вертикальными стѣнками=800 мм.. Поясные и средніе уголки—140.140.16 мм.. Горизонтальные листы толщиной 12 мм.. Площадь сѣченій верхняго пояса (фиг. 6) измѣняется въ предѣлахъ отъ 533 см.² до 2483 см.². Площадь сѣченій нижняго пояса (фиг. 7) измѣняется въ предѣлахъ отъ 533 см.² до 2557 см.².



Фиг. 7.

Сѣченія нижняго пояса.

Раскосы и стойки исполнены открытаго трубчатого сѣченія. Наибольшіе раскосы снабжены поперечными листами (фиг. 8) и имѣют *H*-образное сѣченіе. Наибольшая площадь сѣченія раскоса равна 2067 см.². Наибольшіе размѣры фасонныхъ вставокъ въ узлахъ не выходятъ изъ предѣльной ширины листовъ въ 2,8 метр.. Диаметръ заклепокъ=23 мм.. Сѣченіе поясовъ подвѣшенной фермы коробчатое; вертикальныя стѣнки составлены каждая изъ двухъ листовъ ($\delta=12$ мм.), разстояніе между ними=350 мм.; поясные уголки 100.100.12 мм..



Фиг. 8.
Сѣченіе раскоса.

Профзжая часть для двухъ желѣзнодорожныхъ путей состоитъ изъ поперечныхъ балокъ, 4-хъ продольныхъ балокъ и желѣзныхъ поперечницъ (Vautherin). Поперечн. балки имѣютъ сквозную стѣнку съ криволинейнымъ нижнимъ поясомъ; онѣ расположены на взаимномъ разстояніи въ 4,75 метр. (длина полупанели) надъ узлами фермъ и опираются на верхній поясъ фермъ посредствомъ опорныхъ диафрагмъ. Высота поперечной балки по серединѣ=1,44 метр.. Продольныя балки двутавроваго сѣченія, со сплошной стѣнкой. Верхнія вѣтровыя связи состоятъ изъ жесткихъ діагоналей и распорокъ трубчатого сѣченія, расположенныхъ на взаимномъ разстояніи 9,50 метр.. Нижний поясъ поперечныхъ балокъ, находящихся надъ распорками верхнихъ связей, проходитъ на протяженіи своей средней горизонтальной панели внутри трубчатой распорки. Нижний поясъ поперечныхъ балокъ, находящихся надъ пересѣченіемъ діагоналей верхнихъ связей, проходитъ внутри трубчатыхъ діагоналей.

Постройка моста производилась Александровскимъ заводомъ Брянскаго Общества въ городѣ Екатеринославѣ. Сборка пролетнаго строенія моста продолжалась почти годъ съ Февраля мѣсяца 1907-го года до Февраля 1908-го года.

§ 2. Оборудование работъ.

Сборка моста велась одновременно съ обоихъ береговъ (фиг. 9) и поэтому для каждаго берега требовалось отдѣльное оборудование подмостями, кранами, компрессорами и различными механизмами.

Такъ какъ къ началу сборки моста постройка II-ой Екатерининской жел. д. была окончена и оба берега оказались соединенными непрерывнымъ рельсовымъ путемъ съ Александровскимъ заводомъ въ Екатеринославѣ, то доставка частей пролетнаго строенія производилась заводомъ на каждый берегъ отдѣльно.

На лѣвомъ берегу были устроены мастерскія, оборудованныя необходимыми станками и машинами (сверлильныя, рѣзальныя, клепальныя и др.); въ мастерскихъ производилась починка инструментовъ и механизмовъ. Кромѣ зданія мастерскихъ, на территоріи постройки были возведены: зданіе для конторы и технического отдѣла, бараки для рабочихъ и десятниковъ и, ближе всего къ постройкѣ, зданіе для помѣщенія компрессора, доставляющаго сжатый воздухъ (7 атмосферъ) для пневматической кленки.

Рядомъ съ двумя главными жел. дор. путями, по которымъ доставлялось съ завода желѣзо, были уложены боковые пути, вдоль которыхъ располагались на деревянныхъ подкладкахъ доставленные съ завода части моста. Одинъ изъ боковыхъ путей спускался до уровня экипажной проезжей части; по этому пути подавались части, собиравшіяся на вѣсу.

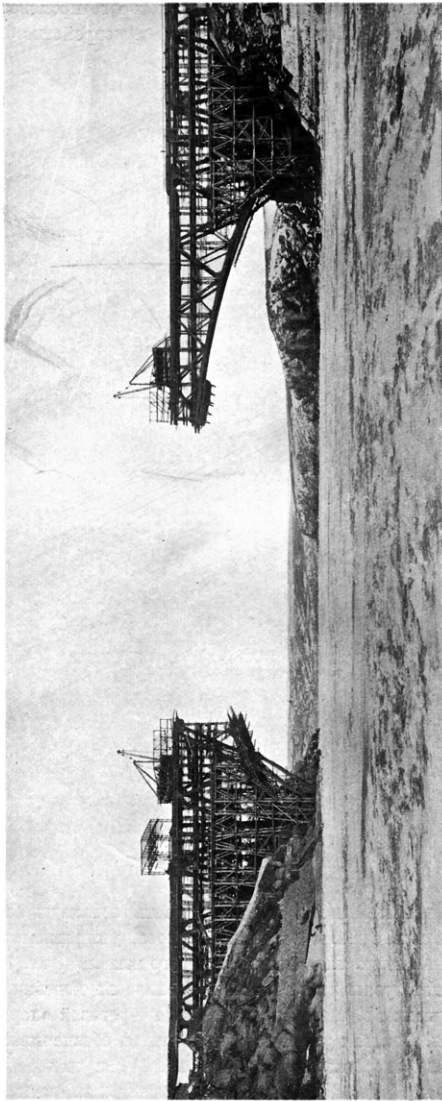
Для разгрузки и передвиженія доставленнаго съ завода желѣза служили путевые краны—по два на каждомъ берегу.

Сборка моста производилась на каждомъ берегу двумя кранами: порталнымъ краномъ и Деррикъ-краномъ (фиг. 9). Портальный кранъ служилъ для сборки на подмостяхъ и передвигался по специально устроеннымъ эстакадамъ. Деррикъ-кранъ служилъ для сборки на вѣсу и передвигался по верхнимъ поясамъ фермъ. Описание крановъ и работы ихъ оцѣлено ниже. Береговой пролетъ и панели (6—7—8) консоли (фиг. 1) собирались порталнымъ краномъ; консоли на протяженіи (0—1—2—3—4—5—6) панелей и подвѣшенные фермы собирались на вѣсу при помощи Деррикъ-крана.

§ 3. Подмости и эстакады.

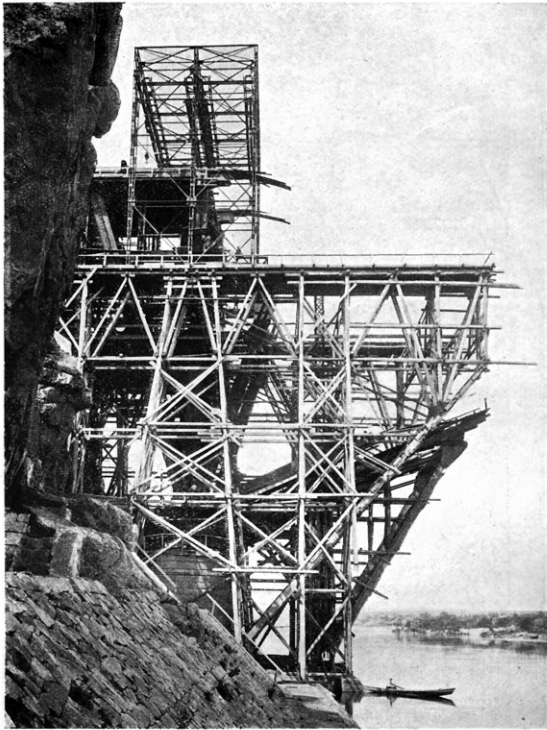
Для помѣщенія береговыхъ пролетовъ моста въ скалистыхъ берегахъ Днѣпра были произведены выемки, дно которыхъ имѣло очертаніе параллельное нижнему поясу фермъ берегового пролета. На этомъ протяженіи фермы моста собирались на днѣ выемокъ, для чего, въ мѣстахъ расположенія нижнихъ узловъ, на скалѣ были возведены каменные столбы. На каждомъ столбѣ было установлено по четыре винтовыхъ домкрата, которые поддерживали узелъ нижняго пояса посредствомъ чугунныхъ или деревянныхъ подкладокъ.

Снаружи фермъ были устроены эстакады, по которымъ двигался порталный кранъ (фиг. 10 и фиг. 11). Каждая эстакада состояла изъ ряда двойныхъ быковъ, на которыхъ были расположены прогоны. По серединѣ пролета прогоны поддерживались подкосами, упиравшимися въ быки. Распоръ отъ подкосовъ воспринимался затяжками. Быки расположены противъ узловъ фермъ; они состояли изъ четырехъ двойныхъ стоекъ, разстояніе между которыми въ поперечномъ направленіи = 3 метр.. Стойки закрѣплены въ скалѣ при помощи вдѣланныхъ въ скалу желѣзныхъ,



Фиг. 9. Общій видъ постройки.

штырей. Такъ какъ узелъ № 6 (фиг. 1), до котораго производилась сборка порталнымъ краномъ, находится надъ водой и устройство быка эстакады



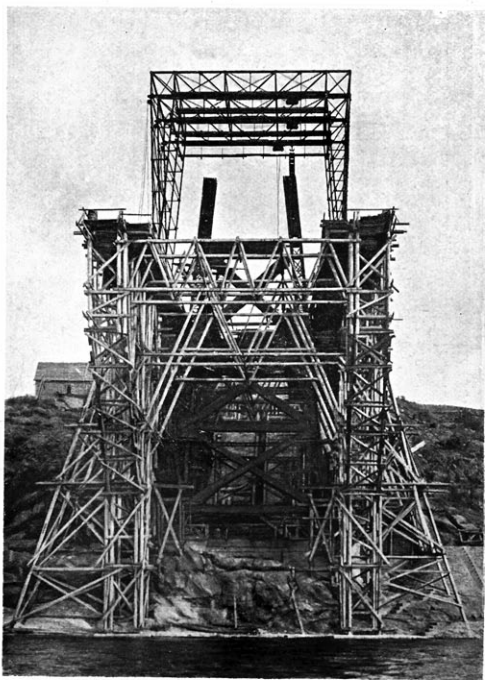
Фиг. 10.

Фасадъ эстакады и подмостей.

въ этомъ мѣстѣ невозможно, то концевая часть эстакады была устроена въ видѣ консоли изъ сжатого длиннаго подкоса, упирающагося въ скалу, и изъ двухъ желѣзныхъ тягъ изъ полосового желѣза (фиг. 10). Въ мѣстѣ присоединенія тягъ, узлы заключены въ желѣзныя коробки, склепанныя изъ листовъ и уголковъ. Тяги продолжены до береговой опоры, на которой были закрѣплены. Боковая устойчивость эстакадъ обезпечивалась устроенными съ наружной стороны подкосами (фиг. 11) и поперечными вертикальными связями (фиг. 12). Поперечныя связи были расположены такъ,

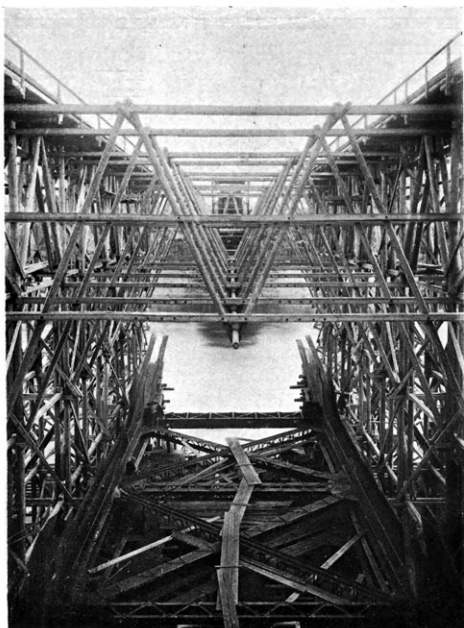
чтобы онѣ не пересѣкали раскосовъ и стоекъ, и не мѣшали опусканію и установкѣ отдѣльныхъ частей при сборкѣ.

Выше указывалось, что сборка моста между узлами № 8 и № 14 (фиг 1) производилась на скалистомъ днѣ береговыхъ выемокъ. Для сборки

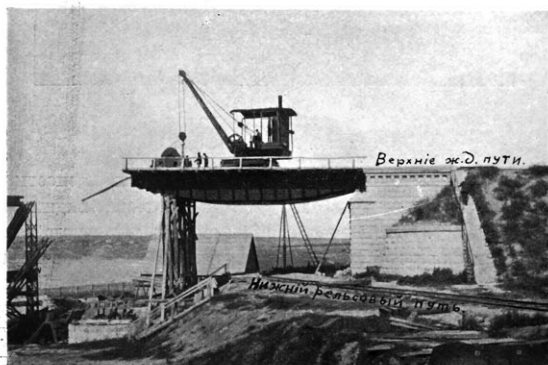


Фиг. 11.
Боковой видъ эстакады.

же между узлами № 8 и № 6 были устроены особыя подмости, которыя помѣщались между эстакадами. На фиг. 10 подмости видны болѣе темными, чѣмъ эстакада. Эти подмости устраивались для каждой изъ фермъ самостоятельно и для устойчивости были соединены поперечными схватками. Устройство подмостей слѣдующее. Прогонъ, имѣющіе уклонъ по направленію нижняго пояса панелей 8—7—6 (фиг. 1), опирались на каменную опору подъ узломъ № 8, на деревянный быкъ подъ № 7 и поддерживались двойнымъ подкосомъ подъ узломъ № 6 (фиг. 10). Этотъ подкосъ составленъ изъ шести бревенъ и принимаетъ сжимающее усиліе отъ



Фиг. 12.
Поперечные связи между эстакадами.
Сборка нижнего пояса и нижн. гориз. связей.



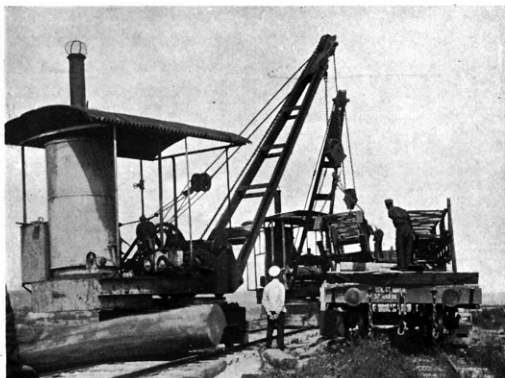
Фиг. 13.
Сплошные фермы на временномъ деревянномъ быкъ.

нагрузки подмостей, а растягивающее усилие воспринимается двумя тягами из подосевого желѣза. Конецъ каждого подкоса заключенъ въ клепаную (изъ листовъ и уголковъ) желѣзную коробку, въ которой закрѣпляется и конецъ желѣзной тяги; другой конецъ тяги закрѣпленъ на опорахъ фермъ въ узлѣ № 8. Эти подмости были изготовлены въ одномъ экземплярѣ и, послѣ окончанія сборки и клепки панелей 8—7—6 на лѣвомъ берегу, были перенесены на правый берегъ.

Материалъ для сборки подавался порталному крану по верхнимъ желѣзнодорожнымъ путямъ (фиг. 13); для укладки этихъ путей надо было прежде всего установить фермы, перекрывающія экипажный проѣздъ. Для этого былъ устроенъ временный деревянный быкъ, который поддерживалъ концы сплошныхъ фермъ до окончанія сборки опорной рамы № 14, служащей ихъ постоянной опорой.

§ 4. Путьевые краны и ихъ работа.

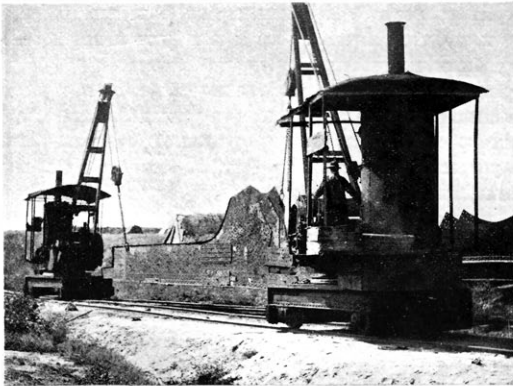
Путьевыхъ крановъ имѣлось по два на каждомъ берегу. Подъемная сила путьевого крана при короткой стрѣлѣ=360 пуд. (6 тон.); при длинной стрѣлѣ съ вылетомъ въ 10 метр. подъемная сила=120 пуд. (2 тон.). Путьевые краны служили главнымъ образомъ для разгрузки доставлявшихся съ завода частей моста (фиг. 14), для отвозки ихъ на мѣсто склада и для подвозки ихъ къ сборкѣ по верхнему или нижнему пути (фиг. 13). Части вѣсомъ менѣе 360 пуд. разгружались и отвозились однимъ краномъ. Части вѣсомъ отъ 360 пуд. до 700 пуд. разгружались и отвозились двумя путе-



Фиг. 14.

Путьевые краны, разгружающіе части, доставленныя съ завода.

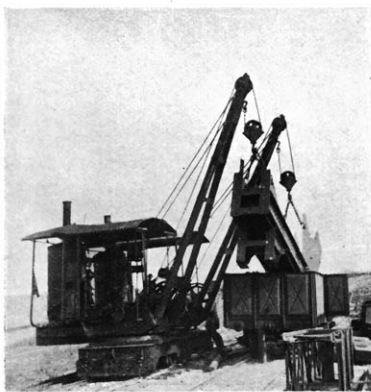
выми кранами (фиг. 15), при соблюдении требованія, чтобы нагрузка каждого крана не превышала 360 пуд. Мостовыя части вѣсомъ свыше 700 пуд. перегружались путевыми кранами съ платформъ на вагонетки, на кото-



Фиг. 15.

Отвозка частей двумя путевыми кранами.

рыхъ и доставлялись къ мѣсту сборки. Выгрузка счеи тяжелыхъ частей производилась съ большимъ трудомъ. Такъ, напримѣръ, съ завода была доставлена въ склепанномъ видѣ стойка № 14 вѣсомъ 1200 пуд. (фиг. 2);



Фиг. 16.

Разгрузка стойки № 14 двумя путевыми кранами.

при этомъ она была погружена въ открытый вагонъ съ штампованными стѣнками, разобрать которыя было нельзя. Разгрузку произвели слѣдующимъ способомъ. При помощи двухъ путевыхъ крановъ поднимали болѣе легкой конецъ стойки выше стѣпекъ вагона и подвигали его изъ вагона пока этотъ конецъ не перевѣшивалъ (фиг. 16), тогда подъ него подвели вагонетку съ подкладками изъ шпаль, подъ середину стойки подкладывали штабель изъ шпаль, вагонъ откатывали и подъ второй конецъ стойки подвели вторую вагонетку (фг. 2). Работа подвигалась медленно.

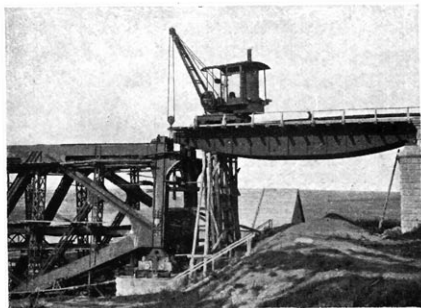
Кромѣ разгрузки и развозки матеріала, путевыми кранами пользовались еще для опусканія на мѣсто анкерныхъ болтовъ опоры № 14



Фиг. 17.

Опусканіе путевымъ краномъ анкернаго болта.

(фиг. 17); вѣсъ анкернаго болта сколо 80 пуд., діаметръ 13,5 см., длина около 10 метр.. Для подвозки и спусканія анкерныхъ болтовъ короткая



Фиг. 18.

Сборка путевымъ краномъ угловыхъ вставокъ опорной рамы.

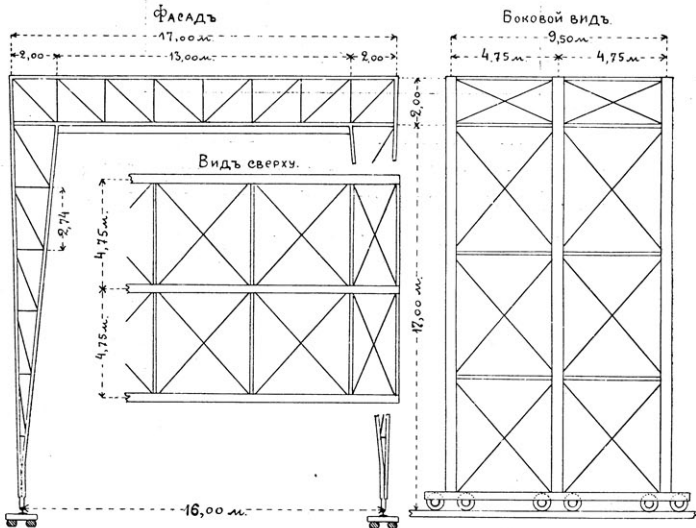
стрѣла путевого крана замѣнялась длинной съ вылетомъ въ 10 метр. съ подъемной силой въ 120 пуд. (2 тон.).

Кромѣ того при помощи путевого крана собирались фасонныя вставки опорной рамы № 14 (фиг. 18). Указанными случаями и ограничивалась работа путевыхъ крановъ.

§ 5. Портальный кранъ.

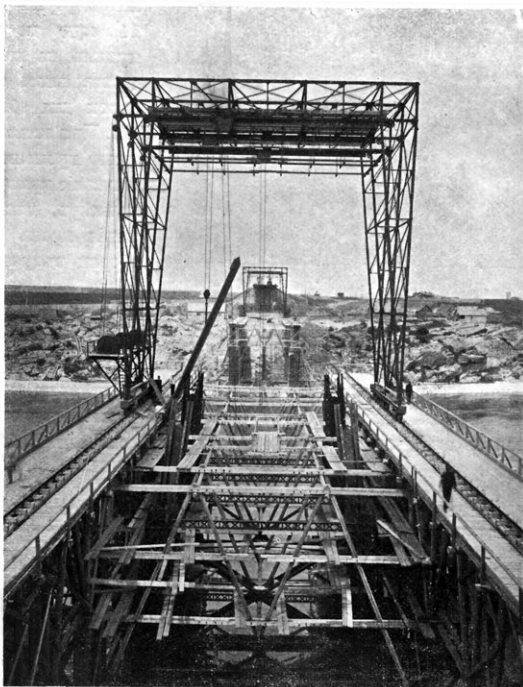
Портальный кранъ (объемлющій кранъ) служилъ для сборки фермъ отъ узла № 14 до узла № 6 (фиг. 1) и былъ разсчитанъ на подъемную силу въ 30 тон. (1800 пуд.). Онъ состоялъ изъ трехъ желѣзныхъ фермъ, расположенныхъ поперекъ моста на взаимномъ разстояніи въ 4,75 метр. и соединенныхъ между собою связями (фиг. 19). Вдоль каждой фермы устроены подвижные блоки съ подъемной силой до 10 тон. (600 пуд.) каждый.

Для движенія портального крана, на эстакадахъ былъ устроенъ рельсовый путь; рельсы уложены на короткія поперечины, приболченныя къ продольнымъ прогонамъ (фиг. 20). По обѣ стороны рельсовъ, на эстакадахъ былъ устроенъ досчатый настилъ.



Фиг. 19.
Портальный кранъ (схема).

Движение портального крана производилось рабочими при помощи зубчатых механизмов, которые находились при передней паре колесъ по одному съ каждой стороны крана; они помѣщались на особыхъ платформахъ, прикрепленныхъ къ крану на уровнѣ колесъ. На каждомъ ме-

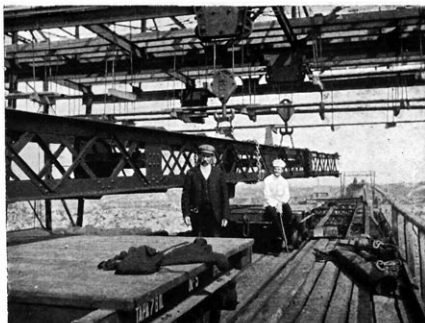


Фиг. 20.
Общій видъ портального крана.

ханизмъ работало 4 рабочихъ. Движение должно было производиться съ одинаковой скоростью на обѣихъ сторонахъ крана во избѣжаніе поломки зубцовъ. При такомъ устройствѣ скорость движенія крана была около 3 метр. въ минуту.

При первоначальномъ проектѣ сборки моста (см. далѣе „порядокъ сборки на подмостяхъ“) такое медленное движение крана не могло вліять на скорость сборки, такъ какъ предполагалось мостовыя части подвозить къ крану и движение крана производить только въ предѣлахъ одной па-

нели (9,5 метр.). Въ дѣйствительности, по этому проекту сборка не производилась и при сборкѣ на лѣвомъ берегу порталный кранъ приходилось

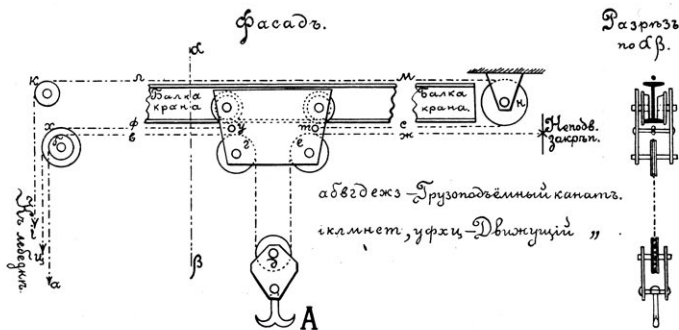


Фиг. 21.

Прицѣпка стойки къ блокамъ порталнаго крана.

двигать за каждой отдѣльной частью отъ мѣста сборки до самаго конца фермъ (узелъ № 14), куда по верхнимъ путямъ на вагонеткахъ доставлялись отдѣльныя части для сборки (фиг. 21). При этомъ терялось много времени на передвиженіе крана; такъ, на примѣръ, для передвиженія крана отъ мѣста сборки въ узелъ № 8 до конца фермъ на протяженіи 57 метр., требовалось около 20 минутъ и столько же на возвращеніе крана обратно въ узелъ 8-ой. Чтобы сократить время, легкія части вѣсомъ менѣе 10 тон. (600 пуд.) перевозились краномъ одновременно по двѣ или даже по три части, прицѣпляя къ каждому блоку отдѣльную часть. При этомъ, пока устанавливалась одна часть, другія ожидали своей очереди. Такой способъ

двигать за каждой отдѣльной частью отъ мѣста сборки до самаго конца фермъ (узелъ № 14), куда по верхнимъ путямъ на вагонеткахъ доставлялись отдѣльныя части для сборки (фиг. 21). При этомъ терялось много времени на передвиженіе крана; такъ, на примѣръ, для передвиженія крана отъ мѣста сборки въ узелъ № 8 до конца фермъ на протяженіи 57 метр., требовалось



Фиг. 22.

Система изъ блоковъ, роликовъ и канатовъ для перемѣщенія груза.

доставки былъ не всегда возможенъ и, кромѣ того, при небольшомъ разстояніи между блоками (4,75 метр.), одніе части мѣшали сборкѣ другихъ

Когда на лѣвомъ берегу выяснилась задержка въ сборкѣ отъ медленнаго движенія порталнаго крана, то на правомъ берегу, гдѣ сборка отставала отъ лѣваго берега, рѣшили подвозить мостовыя части непосредственно къ порталному крану. Для этого на эстакадахъ, между рельсомъ порталнаго крана и фермой моста, уложили боковой рельсовый путь, по которому мостовыя части подвозились на вагонеткахъ къ порталному крану. На боковой путь мостовыя части доставлялись путевыми кранами по нижнему береговому пути. Такъ какъ береговой путь проходилъ выше рельса порталнаго крана и мѣшалъ движенію крана, то въ береговомъ пути была устроена подъемная часть.

Выше было упомянуто, что подъемная сила порталнаго крана (1800 пуд.) распределялась на три блока по 600 пуд.. Эти блоки (фиг. 22) могли перемѣщаться, какъ по вертикальному, такъ и по горизонтальному направленію поперекъ моста. Каждый блокъ обслуживался отдѣльною лебедкою. Всѣ три лебедки помѣщались на платформѣ, прикрѣпленной къ крану на высотѣ около 3,3 метра отъ головки рельса (фиг. 20). Для осмотра, исправленія и смазыванія роликовъ и блоковъ, къ крану были подвѣшены на желѣзныхъ подвѣскахъ легкіе деревянные мостки.

Грузъ подвѣшивался къ крюку А (фиг. 22) при помощи цѣпей съ петлями, причемъ, въ зависимости отъ вѣса, грузъ подвѣшивался къ одному, двумъ или тремъ крюкамъ. Если, при вѣсѣ болѣе 600 пуд., собираемая часть имѣла малые размѣры, напримѣръ, вертикально опускаемая стойка (фиг. 29), нижняя часть опоры № 14 (фиг. 3) и т. п., то непосредственное подвѣшиваніе на два крюка являлось невозможнымъ, ввиду большаго разстоянія между ними въ 4,75 метр.. Въ этихъ случаяхъ примѣнялось особое коромысло, склепанное изъ двухъ двутавровыхъ балокъ, длиною около 5 метр., вѣсомъ около 100 пуд. Концы коромысла подвѣшивались къ двумъ крюкамъ порталнаго крана, а грузъ прицѣплялся къ серединѣ коромысла, которое передавало такимъ образомъ каждому крюку по половинѣ груза. Конструкція коромысла и примѣненіе его видны на фиг. 24, 27, 32 и 38.

Если, при общемъ вѣсѣ менѣе 1200 пуд., одинъ конецъ собираемой части вѣсилъ болѣе 600 пуд., то подвѣшиваніе производилось къ тремъ крюкамъ. Болѣе легкій конецъ подвѣшивался къ одному крюку, а болѣе тяжелый къ коромыслу, подвѣшенному къ двумъ другимъ крюкамъ порталнаго крана. Такъ производилось подвѣшиваніе опорной стойки № 14, вѣсомъ около 1200 пуд., которая опускалась въ горизонтальномъ положеніи (фиг. 37 и 41).

Такъ какъ порталнымъ краномъ пользовались не только для сборки, но и для доставки частей на мѣсто сборки, то часто приходилось дѣлать перецѣпку для возможности опусканія и установки. Напримѣръ, стойки для доставки подвѣшивались къ порталному крану въ горизонтальномъ положеніи (фиг. 21), а опускались въ вертикальномъ положеніи (фиг. 29).

Кромѣ того иногда приходилось прицѣплять второй крюкъ къ опускаемой на мѣсто части, чтобы пропустить ее между поперечными связями эстакады. Прицѣпка крюка показана на фиг. 25 и 26. Такія прицѣпки производились около одной изъ сторонъ порталнаго крана на уровнѣ настила эстакады. Элементы верхняго пояса, верхнихъ связей, поперечныя и продольныя балки и другія болѣе мелкія части не требовали перецѣпки для опусканія и установки.

Продуктивность работы порталнаго крана зависела отъ вѣса отдѣльныхъ частей и отъ удобства сборки. При большомъ вѣсѣ собираемыхъ частей одинъ порталный кранъ могъ собрать до 2000 пуд. въ день. Въ среднемъ продуктивность была значительно менѣе. Въ общемъ двумя порталными кранами (на обоихъ берегахъ) было собрано:

въ іюнѣ мѣсяцѣ 1907-го года	21500 пуд.
„ іюль „ „ „	41500 „
„ августѣ „ „ „	29600 „

§ 6. Клепка.

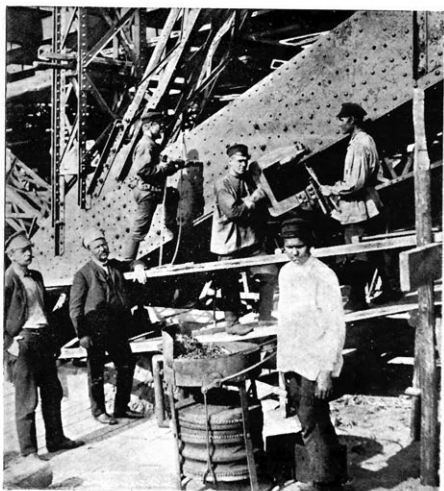
При сборкѣ моста примѣнялась ручная и пневматическая клепка. Ручная клепка производилась бригадами изъ четырехъ рабочихъ. Количество заклепокъ, которое бригада могла поставить въ день зависело отъ условій работъ. При хорошихъ условіяхъ бригада могла ставить въ день до 130 заклепокъ при діаметрѣ 23 мм.

На мѣстѣ работъ принимались, какъ заклепки, поставленныя на заводѣ, такъ и поставленныя на мѣстѣ сборки; первыя принимались сразу по доставкѣ части съ завода. Бракованныя заклепки закрашивались бѣлой краской.

Пневматическая клепка. Для пневматической клепки было устроено отдѣльное оборудованіе на каждомъ берегу. Въ особомъ зданіи помѣщался компрессоръ, доставлявшій воздухъ, сжатый до 7 атмосферъ. Сжатый воздухъ направлялся по трубѣ въ резервуаръ, называемый аккумуляторомъ. Изъ аккумулятора по воздухопроводнымъ трубамъ сжатый воздухъ направлялся на мѣсто работъ. Главная воздухопроводная труба шла вдоль моста; отъ нея отвѣтвлялись второстепенныя трубки въ поперечномъ направленіи, снабженныя кранами. Къ кранамъ присоединялись гибкіе резиновые рукава, проводившіе сжатый воздухъ къ клепальнымъ молотамъ.

Клепальный молотъ вѣсилъ 35 фун. и работа имъ въ томъ положеніи, когда вѣсъ молота передавался на руки рабочаго, была очень тяжела; на примѣръ, при клenkѣ горизонтальныхъ заклепокъ (фиг. 23, слѣва). Для

устраненія этого неудобства примѣнялись скобы или дуги, при помощи которыхъ вѣсь молота и поддержки передавался на ту часть, клепка ко-



Фиг. 23.
Пневматическая клепка.

торой производилась. На фиг. 23 справа показана машина для клепки вертикальныхъ заклепокъ. Для клепки горизонтальныхъ заклепокъ, примѣнялась такая же машина ввидѣ скобы, которая подвѣшивалась или опиралась на верхній край вертикальныхъ листовъ (въ нижнемъ поясѣ) посредствомъ особой подвижной распорки.

Пневматическая клепка производилась бригадами изъ четырехъ рабочихъ. Сравненіе ручной и пневматической клепки было трудно сдѣлать, такъ какъ бригады находились въ разныхъ условіяхъ работы. Наблюденія же относительно одной заклепки показали, что на обжатіи одной головки (при діаметрѣ заклепки 23 мм.) при ручной клепкѣ требовалось вдвое больше времени, чѣмъ при пневматической клепкѣ. При ручной клепкѣ обжатіе головки требовало 40—50 секундъ, при пневматической клепкѣ только 20 секундъ. Несмотря на это, число заклепокъ, которое ставила бригада за рабочій день при пневматической клепкѣ не превосходило числа заклепокъ при ручной клепкѣ и колебалось въ предѣлахъ 100—130 штукъ.

Хотя компрессоръ могъ доставлять сжатый воздухъ въ количествѣ, достаточномъ для работы восьми бригадъ, но его производительность не

была использована вслѣдствіе отсутствія опытныхъ клепальщиковъ и вселѣто на лѣвомъ берегу работало не болѣе трехъ бригадъ. При опытныхъ клепальщикахъ, умѣющихъ обращаться съ пневматическими молотами, пневматическая клепка должна бы идти въ $1\frac{1}{2}$ —2 раза успѣшнѣе ручной и при большихъ работахъ быть выгоднѣе послѣдней. Преимущество пневматической клепки передъ ручной заключается въ томъ, что она не требуетъ размаха молота и можетъ производиться въ такихъ тѣсныхъ мѣстахъ, гдѣ ручная клепка невозможна.

Какъ исключеніе, въ узлѣ № 8 была допущена механическая скленка 9-ти листовъ общей толщиной 140 мм. при діаметрѣ заклепокъ въ 28 мм.; такихъ заклепокъ имѣлось нѣсколько десятковъ на весь мостъ.

Клепка въ узлахъ и стыкахъ производилась только послѣ того, какъ были собраны всѣ элементы панели и произведена повѣрка положенія верхняго пояса фермъ.

§ 7. Порядокъ сборки на подмостяхъ.

Первоначально предполагался слѣдующій порядокъ сборки. Сначала уложить нижній поясъ между узлами 8—9—10 (фиг. 1) и далѣе по направленію къ опорѣ № 14 между узлами 10—14. Затѣмъ собрать элементы панели (14—13) и поперечную конструкцію въ предѣлахъ этой панели; послѣ этого собрать паналь (13—12) и т. д. При этомъ матеріалъ для сборки подавать порталъному крану по временному пути, уложенному на экипажной пробѣжѣе части, и движеніе порталънаго крана при сборкѣ стоекъ, раскосовъ, верхняго пояса и поперечной конструкціи производить только въ предѣлахъ собираемой панели (9,50 метра).

Въ дѣйствительности этотъ проектъ былъ осуществленъ только для сборки нижняго пояса. Послѣ сборки нижняго пояса отъ 8-го до 14-го узла, производилась сборка стоекъ, полураскосовъ, раскосовъ, полустоекъ и поперечной конструкціи между фермами (вертикальныя пролетныя связи и поперечныя балки экипажной ѣзды); причемъ начали съ установки опорной рамы въ узлѣ № 8.

Вслѣдъ за сборкою рѣшетки фермъ, за исключеніемъ опорныхъ стоекъ № 14, доставка которыхъ была задержана заводомъ, производилась сборка верхняго пояса и верхнихъ связей. Для сборки и клепки верхняго пояса, верхнихъ горизонтальныхъ связей, поперечныхъ и продольныхъ балокъ желѣзно-дорожной пробѣжѣе части были устроены подмости со сплошнымъ настиломъ подъ верхними связями (фиг. 47).

По окончаніи сборки фермъ между узлами № 8—№ 14 было приступлено къ сборкѣ консолей на протяженіи двухъ панелей (8—7—6), пользуясь деревянными подмостями, устроенными между эстакадами. Затѣмъ производилась сборка опорной рамы въ узлѣ № 14 съ примыкаю-

щими къ ней частями. На порядок сборки оказывала вліяніе несвоевременная доставка съ завода нѣкоторыхъ мостовыхъ частей, напримѣръ, стоекъ № 14, чертежи которыхъ, вслѣдствіе измѣненія конструкціи, были поздно получены заводомъ.

При такомъ порядкѣ сборки приходилось дѣлать большія передвиженія порталнаго крана, что при медленности движенія отнимало много времени. Во избѣжаніе этого, на правомъ берегу былъ устроенъ боковой путь для доставки матеріала къ порталному крану, о чемъ упоминалось выше.

Желѣзныя части доставлялись съ завода склепанными и на мѣстѣ постройки производилась клепка только въ узлахъ и стыкахъ, за исключеніемъ нѣкоторыхъ частей нижняго пояса и всего верхняго пояса. Нижний поясъ на протяженіи отъ 6-го до 10-го узла собирался изъ трехъ частей: двухъ вертикальныхъ стѣнокъ (вертикалы) съ фасонными вставками и горизонтальныхъ листовъ. Весь верхній поясъ собирался изъ слѣдующихъ отдѣльныхъ частей: вертикальныя фасонныя вставки, вертикальныя стѣнки каждая отдѣльно, средніе горизонтальные листы съ уголками, верхніе горизонтальные листы съ уголками. Длинные раскосы составлялись по длинѣ изъ двухъ частей со стыкомъ въ среднемъ узлѣ. Сборка производилась на болтахъ. Клепка стыковъ и узловъ производилась только послѣ приведенія элементовъ въ треугольную связь и повѣрки положенія верхняго пояса. Передъ сборкой всѣ соприкасающіяся поверхности тщательно очищались отъ ржавчины и смазывались масломъ.

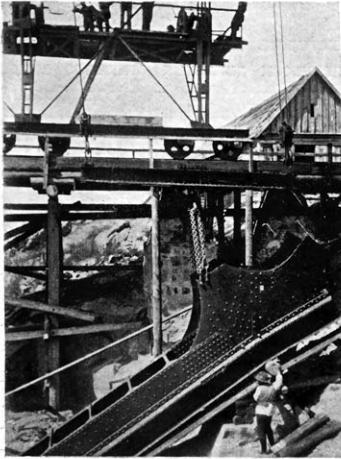
По мѣрѣ того, какъ производилась сборка поперечныхъ связей между стойками, повѣрялось совпаденіе середины распорокъ съ осью моста. Для повѣрки правильности положенія верхняго пояса до клепки его, производилась тщательная нивеллировка узловыхъ точекъ.

§ 8. Сборка нижняго пояса.

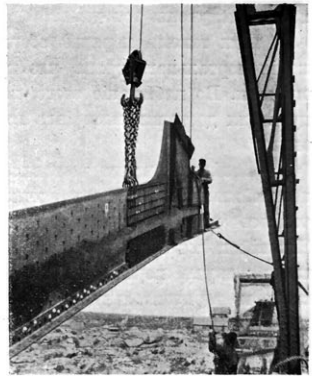
Сборка нижняго пояса начиналась съ панелей 8—9—10 (фиг. 1). Элементы нижняго пояса на этомъ протяженіи составлялись изъ трехъ частей, а именно: вертикальныхъ стѣнокъ и горизонтальныхъ листовъ съ уголками. Одновременно съ нижнимъ поясомъ собирались и нижнія продольныя связи (фиг. 12). Во время сборки элементы нижняго пояса поддерживались деревянными клѣтками, которыя послѣ окончанія сборки замѣнялись четырьмя винтовыми домкратами въ узлѣ № 9, а въ узлахъ № 8 и 10 нижній поясъ опирался непосредственно на опорныя части.

Послѣ сборки нижней горизонтальной рамы въ предѣлахъ 8—10 узловъ, производилась сборка нижняго пояса отъ 10-го до 14-го узла на скалистомъ днѣ береговыхъ выемокъ. Элементы нижняго пояса на этомъ

протяженіи были доставлены съ завода склепанными и на мѣстѣ постройки приходилось производить сборку и клепку только въ узлахъ. Узлы во



Фиг. 24.
Сборка нижняго пояса.

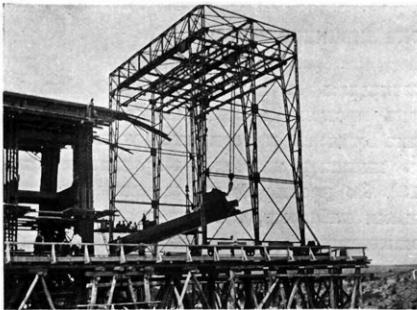


Фиг. 25.
Прицѣпка крюка.

временнѣе поддерживались деревянными клѣтками (фиг. 24), а по окончаніи сборки четырьмя винтовыми домкратами на каменныхъ столбахъ. Нижний поясъ опирался на домкраты посредствомъ приболченныхъ къ нему чугунныхъ подушекъ, снабженныхъ внизу горизонтальными приливами, для того, чтобы домкратамъ передавалось исключи-

тельно вертикальное давленіе, несмотря на наклонное положеіе нижняго пояса.

Опусканіе и установка этихъ элементовъ нижняго пояса производилась при помощи коромысла (фиг. 24), подвѣшеннаго къ двумъ блокамъ порталнаго крана. Чтобы достигнуть плотнаго примыканія въ стыкахъ требовалась значительная сила для преодоленія тренія, для этого пользовались собственнымъ вѣсомъ элемента и движущей силой



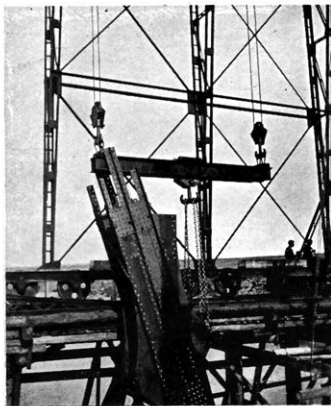
Фиг. 26.
Прицѣпка крюка для опусканія нижняго пояса.

портального крана, сообщая ему движение по направлению къ стыку; причѣмъ стальные канаты крана принимали слабо-наклонное положеніе.

Сборка нижняго пояса между узлами 8—6 производилась, уже послѣ сборки рѣшетки и верхняго пояса фермъ берегового пролета, на описанныхъ выше деревянныхъ подмостяхъ. Нижній поясъ между узлами 8—6 собирался изъ трехъ составныхъ частей: вертикальныхъ стѣнокъ съ нижними уголками и изъ горизонтальныхъ листовъ. Опусканіе частей нижняго пояса на подмости производилось въ наклонномъ положеніи, такъ какъ опусканію въ горизонтальномъ положеніи препятствовали вертикальныя связи между эстакадами. Такое наклонное положеніе достигалось причѣпкою второго крюка портального крана къ концу опускаемой части (фиг. 26). Прицѣпка производилась около эстакады на уровнѣ настила; отъ бокового движенія подвѣшенная часть удерживалась канатами съ эстакады (фиг. 25).

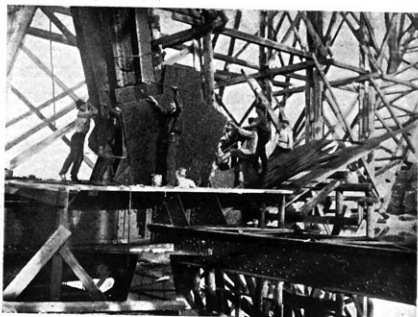
§ 9. Сборка стоекъ, раскосовъ и опорной рамы № 8.

Короткія стойки и раскосы, полустойки и полураскосы доставлялись съ завода склепанными въ видѣ одной части. Длинные стойки и раскосы составлялись по длинѣ изъ двухъ частей. Стойки собирались попарно и соединялись распорками и діагоналями поперечныхъ связей. При доставкѣ портальнымъ краномъ, стойки подвѣшивались къ двумъ крюкамъ крана въ горизонтальномъ положеніи (фиг. 21). Для установки стойки на мѣсто, опускали крюкъ, ближайшій къ нижнему концу стойки и она постепенно принимала вертикальное положеніе.



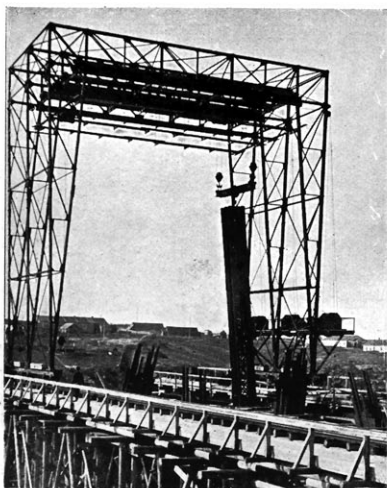
Фиг. 27.
Опусканіе нижней половины раскоса.

Раскосы въсомъ болѣе 600 пуд. устанавливались при помощи трехъ крюковъ порталнаго крана, къ двумъ изъ которыхъ подвѣшивалось ко-



Фиг. 28,
Установка раскоса.

ромысло (фиг. 27). Много времени и труда требовала работа по установкѣ нижняго конца раскосовъ между фасонными листами узла, несмотря на то, что сила тренія преодолѣвалась собственнымъ въсомъ раскоса. Одновременно съ раскосами и стойками собирались полураскосы, полустойки

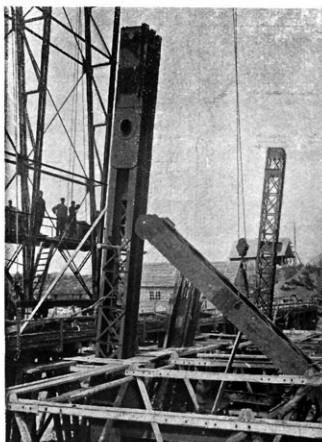


Фиг. 29.
Установка верхней половины стойки опорной рамы № 8.

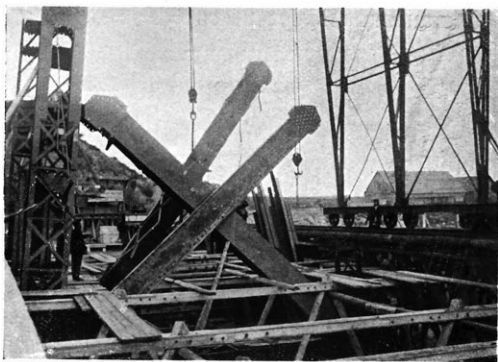
и средние горизонтальные пояски. На фиг. 43 показанъ общій видъ собранныхъ раскосовъ и стоекъ.

Опорная рама въ узлѣ № 8 раздѣлена распорками на четыре яруса; въ трехъ нижнихъ ярусахъ устроены перекрестныя діагонали, верхній ярусъ служитъ для пропуска шоссе и представляетъ раму съ жесткими углами. Сборка опорной рамы производилась въ слѣдующемъ порядкѣ. Сначала устанавливалась нижняя половина опорной стойки одной фермы и къ ней присоединялись діагонали и распорки; послѣ этого устанавливалась нижняя половина стойки другой фермы. Затѣмъ переходили къ сборкѣ верхней половины опорной рамы. При помощи коромысла устанавливалась верхняя половина опорной стойки (фиг. 29). Затѣмъ устанавливалась первая діагональ (фиг. 30), которая приболчивалась въ нижнемъ узлѣ.

Такъ какъ вторая діагональ состояла изъ двухъ половинъ, обхватывающихъ первую діагональ, то сначала устанавливалась одна половина, послѣ этого другая, соединяющаяся съ первой половиной рѣшеткою изъ планокъ (фиг. 31). Послѣ сборки второй діагонали устанавливалась распорка

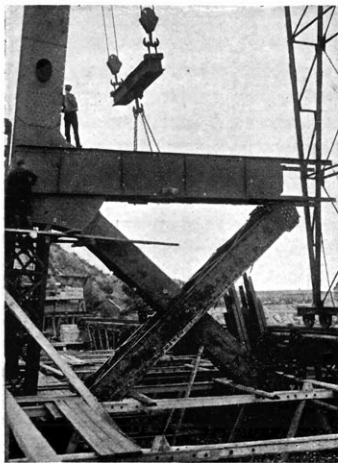


Фиг. 30.
Установка первой діагонали
опорной рамы № 8.



Фиг. 31.
Установка второй діагонали опорной рамы № 8.

вмѣстѣ съ фасонными вставками на одномъ концѣ. Распорка устанавливалась при помощи коромысла (фиг. 32). Чтобы привести распорку въ



Фиг. 32

Установка распорки опорной рамы № 8.

Затѣмъ устанавливалась верхняя половина опорной стойки второй фермы; для сборки фасонныхъ вставокъ въ мѣстѣ пересѣченія этой стойки съ діагональю и распоркой приходилось устраивать легкія подмости (фиг. 33).



Фиг. 33.

Устройство подмостей для сборки фасонныхъ вставокъ.

надлежащее положеніе, блокамъ сообщалось движеніе по направ-

§ 10. Установка поперечныхъ балокъ экипажной проѣзжей части.

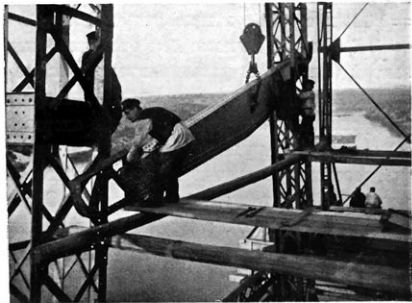


Фиг. 34.

Установка поперечной балки безъ подмостей.

Поперечныя балки экипажной проѣзжей части доставлялись съ завода вмѣстѣ съ приклепанными къ нимъ тротуарными кронштейнами. Опорами поперечныхъ балокъ служили желѣзныя діафрагмы, приклепанныя внутри трубчатыхъ стоекъ фермъ (фиг. 34 и 35). Установка балокъ производилась слѣдующимъ способомъ. Сначала одинъ конецъ балки

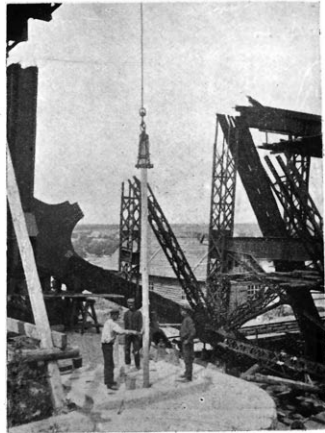
пропускался между уголками стойки (фиг. 34) настолько, чтобы кронштейны на другомъ концѣ балки могъ быть введенъ между уголками второй стойки; затѣмъ поперечная балка продвигалась назадъ и устанавливалась на мѣсто. На фиг. 35 показана установка поперечной балки въ узлѣ № 6 съ временныхъ подмостей; въ предыдущемъ случаѣ (фиг. 34) подмостями служила рѣшетка стоекъ, что конечно является нежелательнымъ. Установка производилась при помощи одного блока портального крана; во избѣжаніе потери времени на лишнюю передвижку крана, къ двумъ другимъ блокамъ подвѣшивались слѣдующія двѣ поперечныя балки, что видно на заднемъ планѣ фиг. 34.



Фиг. 35.
Установка поперечной балки съ временныхъ подмостей.

§ 11. Установка опоры № 14.

Общее описаніе опоры помѣщено въ § 1. Установка отдѣльныхъ частей опоры производилась въ слѣдующемъ порядкѣ. Прежде всего путевымъ краномъ опускались анкерные болты въ отверстія, оставленныя въ каменной кладкѣ противовѣснаго быка (фиг. 17). Передъ опусканіемъ болты смазывались растворомъ чистаго цемента (фиг. 36). Анкерные болты (шесть штукъ для каждой опоры) вѣсятъ каждый около 80 пуд., при длинѣ около 10 метр. и діаметрѣ среднихъ болтовъ 135 мм., крайнихъ 120 мм.. Послѣ установки анкерныхъ болтовъ, укладывалась нижняя стальная подушка. Между подферменникомъ и подушкой былъ проложенъ свинцовый листъ. На фиг. 3 показана установленная на мѣсто нижняя часть опоры № 14. Общій вѣсъ этой части составляетъ около 1080 пуд.; она опускалась двумя блоками портального крана при помощи коромысла. Опора была подвѣшена къ коромыслу че-

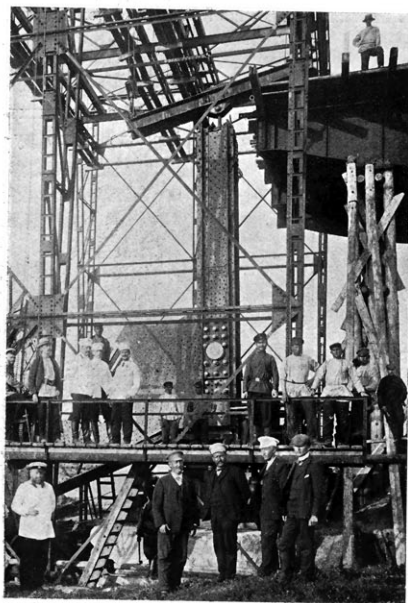


Фиг. 36.
Опусканіе анкернаго болта.

тырьмя цѣпями, такъ что на каждую цѣпь приходилось по 270 пуд.=4,5 тон. При діаметрѣ цѣпного желѣза $d=1,8$ см., наибольшая допускаемая нагрузка на цѣпь по Баху равна $1000d^2=3240$ клгр. Слѣдовательно цѣпи, при опусканіи опоры, работали съ перенапряженіемъ въ $\frac{4,5-3,24}{3,24}=0,39$, т. е. 39% выше допускаемаго.

Стальной качающійся стержень былъ приболченъ къ стойкѣ еще на заводѣ (фиг. 2) и устанавливался вмѣстѣ съ нею. Нижний шарниръ вкладывался послѣ точной установки отверстия качающагося стержня между отверстиями фасонныхъ досокъ опоры. Натяженіе анкерныхъ болтовъ производилось при наибольшей положительной реакціи опоры № 14, которой соответствовало загрузеніе всего берегового пролета и перекрытія надъ проѣздомъ шоссеиной дороги. Оба желѣзнодорожные пути были загрузены поѣздами, а проѣзжая часть для экипажей загрузена мѣшками со шлакомъ.

§ 12. Сборка опорной рамы № 14.



Фиг. 38.

Установка опорной стойки.

Передъ сборкой опорной рамы № 14 была опущена на мѣсто вѣтровая опора (фиг. 5). Окончательная же установка вѣтовой опоры производилась совмѣстно съ установкой нижней распорки опорной рамы.

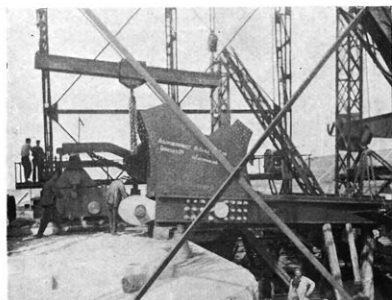
Сборка опорной рамы № 14 велась въ слѣдующемъ порядкѣ: сначала устанавливалась одна изъ опорныхъ стоекъ и къ ней присоединялась нижняя распорка рамы, затѣмъ устанавливалась вторая опорная стойка и, наконецъ, послѣ установки верхнихъ угловыхъ фасонныхъ листовъ, присоединялась верхняя распорка рамы. Опорная стойка № 14 была доставлена съ завода въ склепанномъ видѣ съ приболченными внутри ее стальнымъ качающимся стержнемъ (фиг. 2); общій вѣсъ стойки составлялъ 1200 пуд.;

для удобства сборки пришлось отклепать верхние фасонные листы, отчего общий вѣсъ стойки немного уменьшился. Стойка сначала была



Фиг. 39.

Сборка частей въ опорномъ узлѣ № 14.



Фиг. 37.

Опускание опорной стойки.

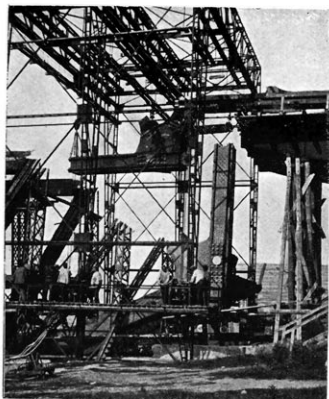


Фиг. 40.

Установка нижней распорки.

опущена съ верхнихъ путей внизъ въ горизонтальномъ положеніи при помощи трехъ блоковъ порталнаго крана, причемъ болѣе тяжелый нижній конецъ стойки поддерживался двумя блоками, соединенными коромысломъ (фиг. 37). Затѣмъ была произведена перецѣпка; верхній конецъ стойки былъ прицѣпленъ къ коромыслу и она была поднята въ вертикальное положеніе двумя блоками порталнаго крана; при этомъ оказалось, что нельзя поднять стойку на необходимую высоту для установки на опору № 14 и что необходимо укоротить цѣпи, подвѣшивающія стойку къ коромыслу. Для этого стойку отвели къ фермѣ, оперли на нее и укоротили цѣпи. Послѣ этого стойка была установлена надъ опорой № 14 и опущена на мѣсто (фиг. 38). На окончательную установку стойки № 14

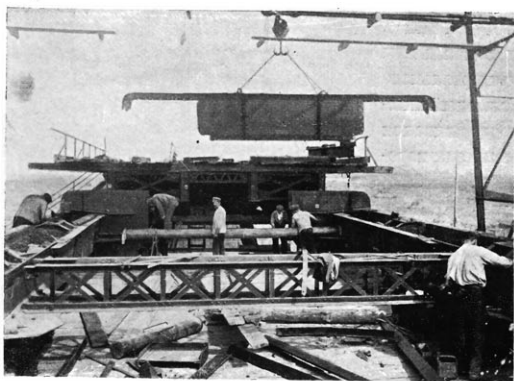
пошло много времени, такъ какъ требовалась пригонка фасонныхъ листовъ стойки къ соответствующимъ частямъ нижняго пояса. Кромѣ того надо



Фиг. 41.

Опускание опорной стойки.

вторая стойка опорной рамы. Опускание стойки производилось въ горизонтальномъ положеніи тремя блоками порталнаго крана (фиг. 41), затѣмъ



Фиг. 42.

Установка верхней распорки опорной рамы.

кой для желѣзнодорожныхъ путей, устанавливалась на мѣсто уже послѣ сборки верхняго пояса (фиг. 42).

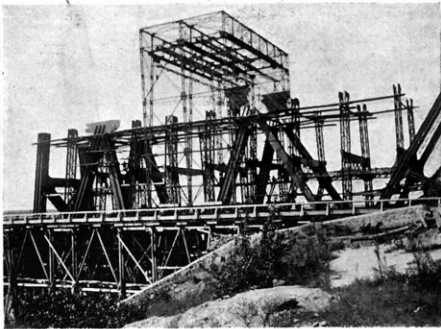
было пропустить шарниръ черезъ вертикальныя доски опоры и черезъ проушину стального качающагося стержня (фиг. 39). Установку стоекъ облегчало то, что клиновые брусья допускали небольшія вертикальныя перемѣщенія опоры № 14, а нижній конецъ качающагося стержня допускалъ горизонтальныя перемѣщенія вдоль моста. Послѣ установки первой опорной стойки къ ней присоединялась нижняя распорка (фиг. 40). Одновременно съ установкой нижней распорки производилась окончательная установка вѣтровой опоры такъ, чтобы средняя стальная діафрагма нижней распорки проходила между щеками верхней части вѣтровой опоры (фиг. 4). Затѣмъ опускалась и устанавливалась

дѣлалась перещѣпка, стойкѣ придавалось вертикальное положеніе и она устанавливалась на мѣсто. Послѣ этого къ верхнимъ концамъ стоекъ присоединялись угловыя фасонн. вставки и консоли. Для сборки этихъ частей пользовались путевыми кранами.

Верхняя распорка опорной рамы, служащая также поперечной бал-

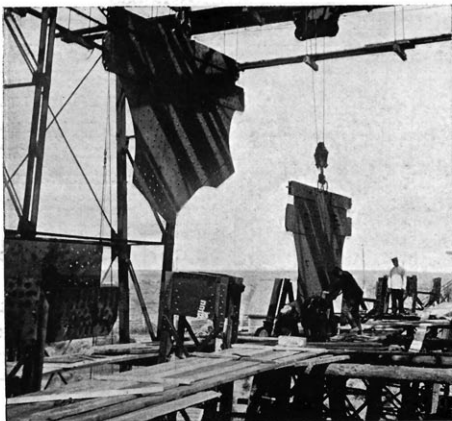
§ 13. Сборка верхнего пояса.

Элементы верхнего пояса не склепывались на заводе и на мѣсто сборки доставлялись отдѣльно: 1) горизонтальные листы съ уголками



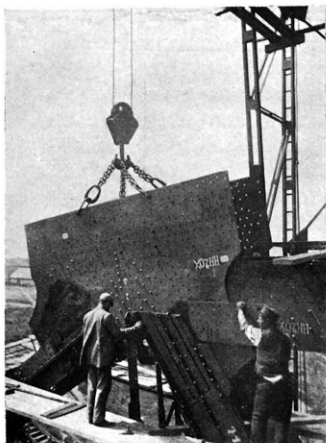
Фиг. 43.
Общій видъ сборки.

для ихъ прикрѣпленія, 2) вертикальныя стѣнки (вертикалы) и 3) верхніе поясные уголки. Это было необходимо для возможности сборки верхнихъ



Фиг. 44.
Сборка фасонныхъ вставокъ.

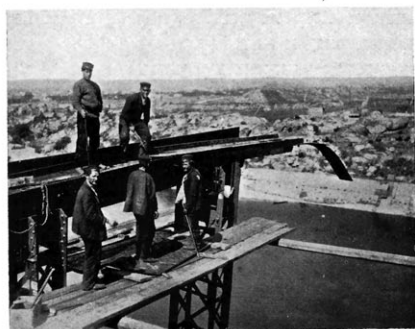
горизонтальных связей и установки поперечных диафрагм, служащих опорами для поперечных балок железнодорожных путей.



Фиг. 45.

Установка фасонных вставок между уголками стоек и раскосовъ.

стѣнокъ верхняго пояса, къ которой присоединялись затѣмъ средніе горизонтальные листы пояса. На фиг. 46 показана сборка горизонтальных листовъ вмѣстѣ съ уголками для прикрѣпленія къ вертикальнымъ стѣнкамъ въ



Фиг. 46.

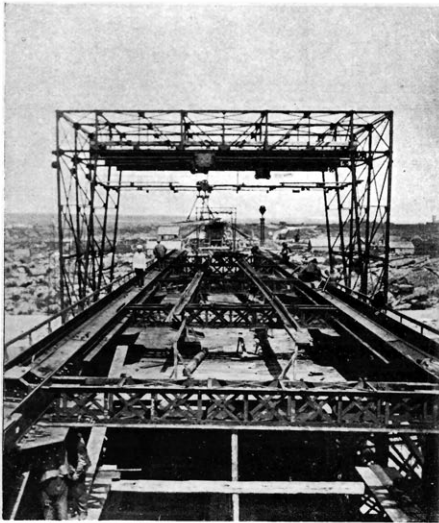
Сборка горизонтальных листовъ.

Сборка верхняго пояса начиналась съ установки при помощи порталнаго крана узловыхъ фасонныхъ вставокъ въ плоскости вертикальныхъ стѣнокъ (фиг. 43). Эти вставки устанавливались или отдѣльно для каждой вертикальной стѣнки пояса (фиг. 44) или вмѣстѣ для обѣихъ стѣнокъ, если вставки были склепаны въ одну коробку (фиг. 45). Для сборки верхнихъ поясовъ первоначально устраивались вдоль поясовъ временныя подмости (фиг. 43, 44 и 46), которыя затѣмъ были замѣнены сплошнымъ настиломъ во всю ширину моста (фиг. 47), служившимъ для сборки и кленки верхнихъ связей и пробѣжей части железнодорожныхъ путей.

Вслѣдъ за установкой узловыхъ фасонныхъ вставокъ производилась установка одной изъ вертикальныхъ стѣнокъ между узлами № 7 и № 6 (последняя панель, собираемая на подмостяхъ). Послѣ установки горизонтальныхъ листовъ къ нимъ присоединялась вторая вертикальная стѣнка верхняго пояса. Верхніе поясные уголки приклепывались къ вертикальнымъ стѣнкамъ уже послѣ сборки верхнихъ вѣтровыхъ связей и установки поперечныхъ диафрагм, служащихъ опорами для поперечныхъ балокъ пробѣжей части железнодорожнаго пути.

§ 14. Сборка верхних вѣтровыхъ связей и поперечныхъ балокъ жел.-дор. пути.

Послѣ установки вертикальныхъ стѣнокъ (вертикаловъ) верхняго пояса, собирались распорки верхнихъ вѣтровыхъ связей. Предварительно къ вертикальнымъ стѣнкамъ пояса приболчивались нижнія узловыя фанонныя накладки, на которыя и укладывались распорки (фиг. 47). Къ этимъ же накладкамъ приболчивались нижніе уголки трубчатыхъ діагоналей; верхніе уголки діагоналей приклепывались уже послѣ установки поперечныхъ балокъ, такъ какъ нижній поясъ этихъ балокъ проходитъ между уголками діагоналей въ мѣстѣ ихъ пересѣченія. Сѣченіе распорокъ трубчатое съ рѣшеткой въ четырехъ плоскостяхъ. Нижний поясъ сквоз-



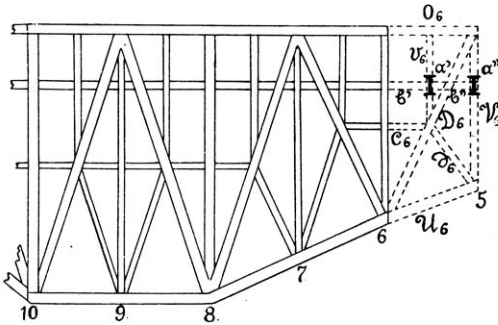
Фиг. 47.
Сборка верхнихъ вѣтровыхъ связей.

ныхъ поперечныхъ балокъ, расположенныхъ надъ распорками, помѣщается на протяженіи средней панели внутри трубчатой распорки. Одновременно со сборкой связей устанавливались внутри верхняго пояса діафрагмы, служащія опорами для поперечныхъ балокъ. Послѣ установки діафрагмъ приклепывались къ вертикальнымъ стѣнкамъ пояса верхніе поясные уголки, затѣмъ устанавливались поперечныя и продольныя балки и заканчивалась сборка верхнихъ вѣтровыхъ связей.

§ 15. Порядок сборки на вѣсу.

Сборка консолей отъ узла № 6 до узла № 0 (фиг. 1) на протяженіи 57 метровъ и подвѣшенныхъ фермъ длиною 38 метр. производилась на вѣсу послѣдовательнымъ наращиваніемъ частей попанельно. Для сборки служили два крана системы Деррика, по одному на каждомъ берегу.

Первымъ собирался на вѣсу элементъ нижняго пояса U_6 между узлами № 6 и № 5 (фиг. 48). Затѣмъ устанавливался средній поясокъ C_6 , далѣе раскосъ D_6 и полураскосъ d_6 . Послѣ полураскоса устанавливалась полустойка v_6 и стойка V_5 . Затѣмъ производилась сборка поперечныхъ



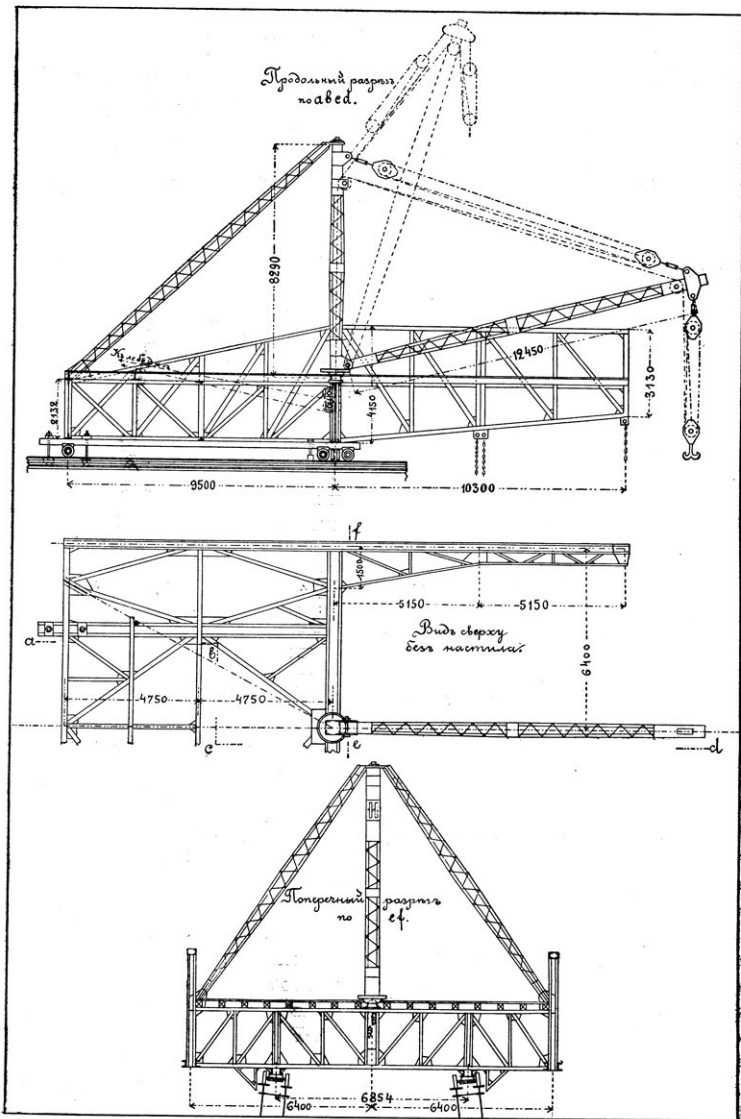
Фиг. 48.

Порядокъ сборки на вѣсу.

балокъ a' и a'' и продольныхъ балокъ b' и b'' для экипажной проѣзжей части. Последнимъ устанавливался элементъ верхняго пояса O_6 . Послѣ окончанія сборки панели (6—5) Деррикъ-кранъ передвигался къ слѣдующей панели (5—4), сборка которой производилась въ той же послѣдовательности. Части для сборки подавались Деррикъ-крану на вагонеткахъ по рельсовому пути, уложенному на балкахъ экипажной проѣзжей части.

§ 16. Деррикъ-кранъ и его испытаніе.

Деррикъ-кранъ состоитъ изъ системы продольныхъ и поперечныхъ сквозныхъ балокъ, на которыхъ укрѣплены стойка, двѣ укосины и стрѣла крана (фиг. 49). Крайнія продольныя балки выступаютъ за предѣлы крана на длину 10,3 метра; къ нимъ подвѣшивается на цѣпяхъ рабочая платформа для производства работъ по сборкѣ и клепкѣ. Рабочая платформа составляется изъ двухъ частей, длиной 12,8 метр. и шириной 5 метр.. Каждая часть состоитъ изъ сквозныхъ желѣзныхъ продольныхъ и поперечныхъ балокъ, связанныхъ горизонтальными связями. На балки укладываются деревянные прогоны и досчатый настилъ; по краямъ платформа ограждается перилами. Рабочая платформа подвѣшивается параллельно нижнему поясу фермъ моста.



Фиг. 49.
Деррик-крань.

Стрѣла крана имѣеть вылетъ 12 метр.. Подъемная сила крана равна 18 тон.. Для расчета частей крана была взята общая нагрузка въ 21 тон., изъ которыхъ 18 тон. приходится на вѣсь поднимаемаго груза, а 3 тон. составляютъ вѣсь различныхъ частей, входящихъ въ составъ подъемныхъ приспособленій. Для расчета частей рабочей платформы была принята общая нагрузка въ 500 к./м.², изъ которыхъ 124 к./м.² собственный вѣсь и 376 к./м.² временная вертикальная нагрузка. Допускаемое напряжение принято 1000 к./см.².

Деррикъ-кранъ собирався при помощи порталнаго крана на верхнихъ поясахъ фермъ моста. Послѣ сборки основанія крана, устанавливались укосины, стойка и стрѣла крана. Деррикъ-кранъ передвигался по верху поясовъ на спаренныхъ колесахъ, причемъ каждое колесо двигалось по верхнему горизонтальному листу надъ вертикальной стѣнкой пояса. Для предупрежденія опрокидыванія крана задніе концы его, послѣ надлежащей установки, прикрѣплялись при помощи анкерныхъ болтовъ къ верхнимъ поясамъ фермъ.

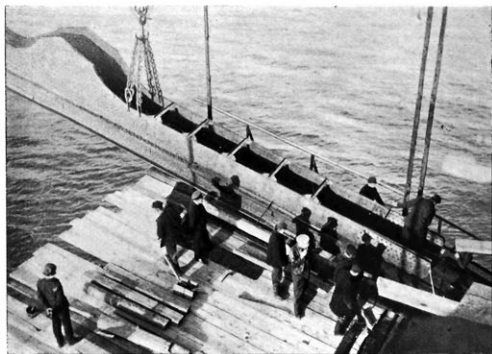
Передъ началомъ работъ производилось испытаніе Деррикъ-крана. Испытаніе производилось при отсутствіи подвѣсныхъ платформъ двумя грузами: 1) наибольшимъ дѣйствительнымъ грузомъ въ 1150 пуд., для чего служилъ нижній поясъ шестой панели и 2) грузомъ въ 1475 пуд., превышающимъ предѣльный грузъ крана на 34%, для чего къ предыдущему грузу добавлялась еще стойка. Во время испытанія кранъ, согласно проекта, былъ освобожденъ отъ переднихъ колесъ и стоялъ на опорныхъ подушкахъ, вставленныхъ между передними колесами. Задній конецъ крана былъ закрѣпленъ при помощи анкерныхъ болтовъ. Грузъ для испытанія былъ подвезенъ на вагонеткахъ по пути, уложенному на уровнѣ экипажной пробѣжной части. При испытаніи были произведены слѣдующія манипуляціи: а) съ грузомъ въ 1150 пуд.: 1) поднимали грузъ при среднемъ положеніи стрѣлы крана относительно стойки, 2) отводили стрѣлу съ грузомъ вбокъ до соприкасанія груза со стѣнками фермъ, 3) опускали стрѣлу съ грузомъ, 4) одновременно опускали стрѣлу и поднимали грузъ, 5) поднимали грузъ при крайнемъ положеніи стрѣлы (уголъ въ 15° съ горизонтомъ); б) съ грузомъ въ 1475 пуд.: 1) поднимали грузъ при среднемъ положеніи стрѣлы, 2) опускали стрѣлу съ грузомъ, 3) одновременно опускали стрѣлу и грузъ.

При всѣхъ этихъ дѣйствіяхъ, лебедки, установленныя для подъема груза и опусканія стрѣлы, работали вполнѣ исправно, причемъ подъемъ груза въ 1475 пуд., хотя и съ трудомъ, но все же могъ быть произведенъ восемью рабочими. Дальнѣйшимъ осмотромъ составныхъ частей крана замѣтныхъ деформаций обнаружено не было. Во время испытанія наблюдались напряжения въ стрѣлѣ и стойкѣ крана тремя приборами системы „Manet-Rabut“. Наибольшее напряженіе стрѣлы крана равнялось — 830 к./см.².

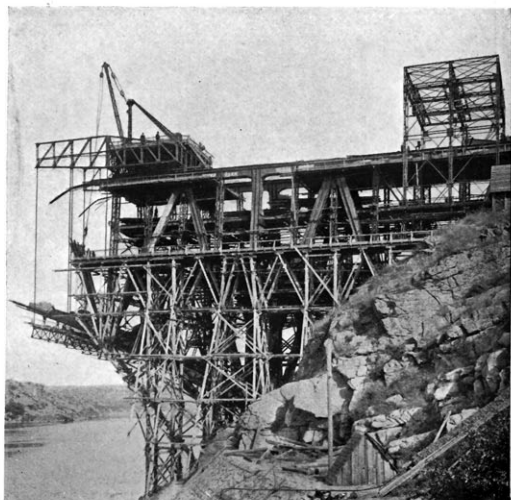
§ 17. Производство сборки на вѣсу.

Послѣ испытанія, Деррикь-кранъ былъ установленъ и закрѣпленъ на верхнихъ поясахъ панели (7—6) и къ нему была подвѣшена рабочая платформа. Обѣ части рабочей платформы опускались краномъ, къ которому онѣ были поданы по экипажной проѣзжей части. При помощи измѣненія длины цѣпей платформа устанавливалась параллельно нижнему поясу, собираемой панели. Затѣмъ укладывались деревянные прогоны, настилались доски, устанавливались перила и опускался элементъ (u_6) нижняго пояса.

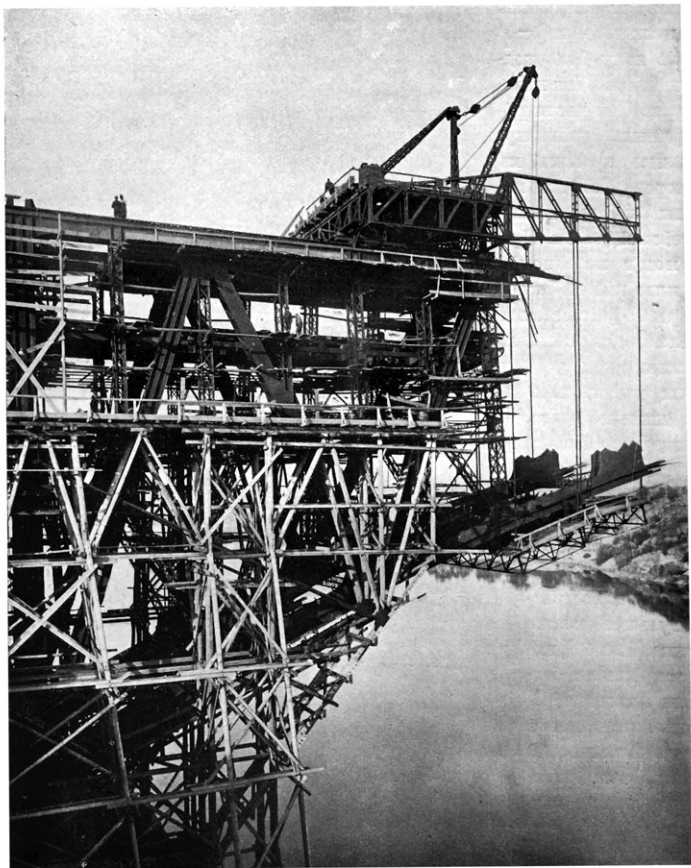
Когда нижній поясъ спускался до надлежащаго уровня, то рабочіе, находившіеся на подвѣсной платформѣ, направляли его на соответствующее мѣсто стыка (фиг. 50), гдѣ и закрѣпляли болтами. Такимъ образомъ нижній поясъ представлялъ собою балку, закрѣпленную однимъ концомъ, пока не былъ приведенъ въ треугольную связь съ раскосами, стойками и верхнимъ поясомъ. Затѣмъ производилась сборка



Фиг. 50.
Работа на подвѣсной платформѣ.



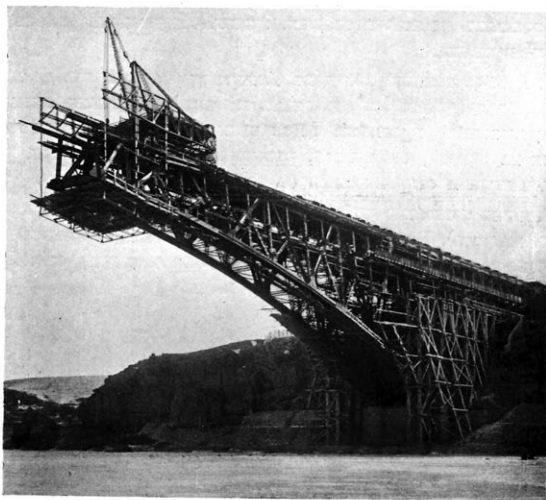
Фиг. 51.
Установка нижней половины раскоса D_6 .



Фиг. 52.

Сборка нижнего пояса и связей в панели (5-4).

прочихъ элементовъ панели (6—5) въ порядкѣ, указанномъ въ § 15. Раскосъ D_6 собирался по длинѣ изъ двухъ частей; на фиг. 51 показана установка нижней половины раскоса. Послѣ окончанія сборки фермъ на протяженіи панели (6—5) и поперечной конструкціи этой панели, Деррикъ-кранъ подвигался впередъ на длину 9,50 метр. для сборки слѣдующей панели (5—4); на фиг. 52 показана сборка нижняго пояса и связей этой панели. На фиг. 53 показана сборка первой панели подвѣшенныхъ фермъ, при нахожденіи Деррикъ-крана надъ узломъ № 0 консольныхъ фермъ.



Фиг. 53.

Сборка подвѣшенныхъ фермъ.

Сборка подвѣшенныхъ фермъ производилась также на вѣсу, для чего ихъ конецъ неподвижно соединялся на время сборки съ концомъ консольныхъ фермъ. Смычка обѣихъ половинъ моста была сдѣлана 20-го Декабря 1907-го года.

§ 18. Испытаніе моста.

Испытаніе моста прозводилось въ началѣ Февраля 1908 года. Результаты испытанія слѣдующіе. Наибольшій прогибъ конца рѣчныхъ консолей отъ временной нагрузки при статическомъ истытаніи равенъ 114 мм., а при динамическомъ испытаніи при скрещеніи поѣздовъ на мосту 85 мм. (расчетный прогибъ при данныхъ условіяхъ 129 мм.). Остающійся прогибъ равенъ 12 мм. Боковыя колебанія конца рѣчныхъ консолей, при скрещеніи поѣздовъ на мосту, до 11 мм..

§ 19. Схемы состоянія работъ.

Во время сборки пролетнаго строенія моста, для сужденія объ успѣхѣ и состояніи работъ, составлялись слѣдующія схемы.

I. Схема количества исполненныхъ работъ по сборкѣ и склепкѣ фермъ на мѣстѣ работъ (періодически черезъ $\frac{1}{2}$ мѣсяца). Въ этой схемѣ графически обозначались вѣса частей, подлежащихъ сборкѣ (по проекту)—чернымъ цвѣтомъ, и вѣса частей, дѣйствительно собранныхъ—краснымъ цвѣтомъ. Эта схема, указывая вѣса назначенныхъ для сборки и дѣйствительно собранныхъ частей, позволяла судить объ успѣхѣ работъ въ данный періодъ времени.

II. Схемы состоянія работъ въ Александровскомъ заводѣ въ Екатеринославѣ (періодически черезъ одинъ мѣсяць). Въ этихъ схемахъ различными условными красками обозначались части пролетнаго строенія: собираемая на заводѣ, собранныя, разсверленные, склепаннныя, разбираемая, разобраннныя и отправленныя съ завода на мѣсто работъ.

III. Схемы состоянія работъ на мѣстѣ постройки (періодически черезъ одинъ мѣсяць). Въ этихъ схемахъ различными условными красками обозначались части пролетнаго строенія: собираемая на мѣстѣ работъ, собранныя, склепываемыя и склепаннныя части.

Bau der Brücke über den Dnjepr bei Kitschkass der II Katharina Eisenbahn.

An der überbrückten Stelle fließt der Dnjepr-Fluss zwischen steilen felsigen Ufern und beträgt die Flussbreite nur 175 m. bei einer grössten Flusstiefe von 23 m.. Die Brücke hat Kragträger mit 3 Oeffnungen, wobei die Mittelöffnung von 190 m. die ganze Flussbreite überspannt (Fig. 1). Die Brücke trägt zwei Eisenbahngleise am Obergurt der Hauptträger und 7,6 m. tiefer eine Fahrbahn für Fuhrwerkverkehr mit zwei Fusswegen.

Die Eisen Konstruktion der Seitenöffnungen wurde auf festen Gerüsten mit Hilfe von Portalkranen errichtet (Fig. 19 u. 20). Die Kragträger, sowie die angehängten Träger der Mittelöffnung wurden freischwebend aufgebaut und dienten dazu zwei Derrick-krane mit angehängter Arbeitsbühne (Fig. 49 u. 52). Die Montage der Eisenkonstruktion dauerte ein Jahr und wurde im Februar 1908 beendet.
