

Изданіе Правленія Общества Владикавказской желѣзной дороги.

КРАТКОЕ ОПИСАНІЕ

10-ти колеснаго танковаго паровоза

для

МИНЕРАЛОВОДСКОЙ ВѢТВИ

Владикавказской жел. дороги.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

1896.

ИЗДАНИЕ ПРАВЛЕНИЯ ОБЩЕСТВА ВЛАДИКАВКАЗСКОЙ ЖЕЛ. ДОРОГИ.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ

10-ТИ КОЛЕСНАГО ТАНКОВАГО ПАРОВОЗА

ДЛЯ

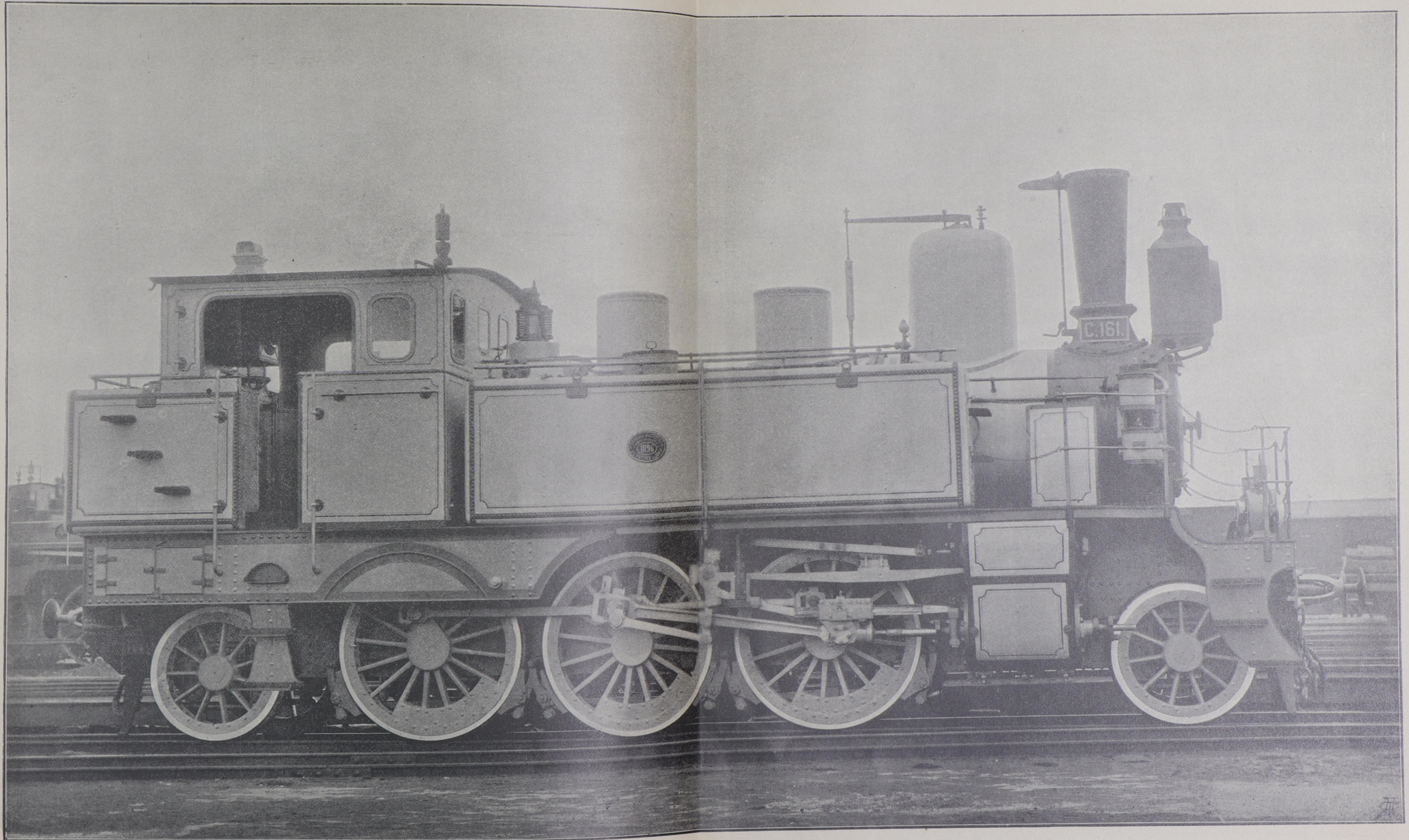
МИНЕРАЛОВОДСКОЙ ВѢТВИ

ВЛАДИКАВКАЗСКОЙ ЖЕЛ. ДОРОГИ.

С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

1896.

73172

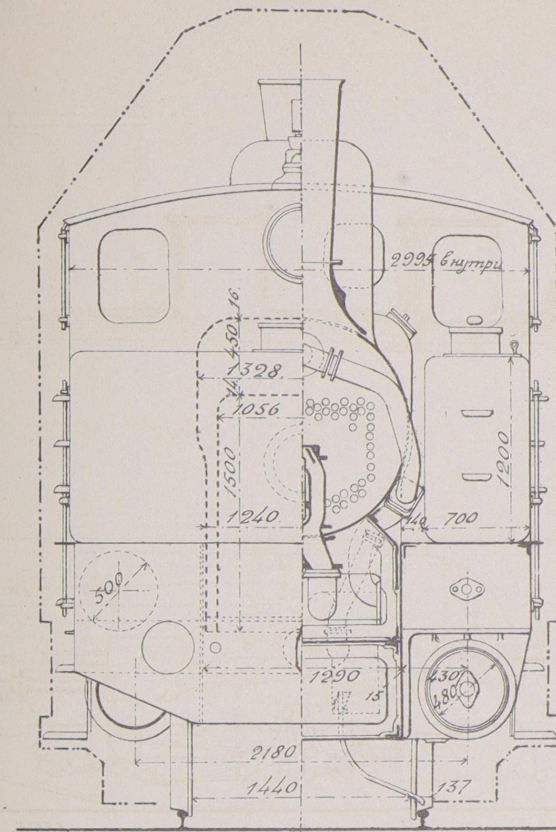
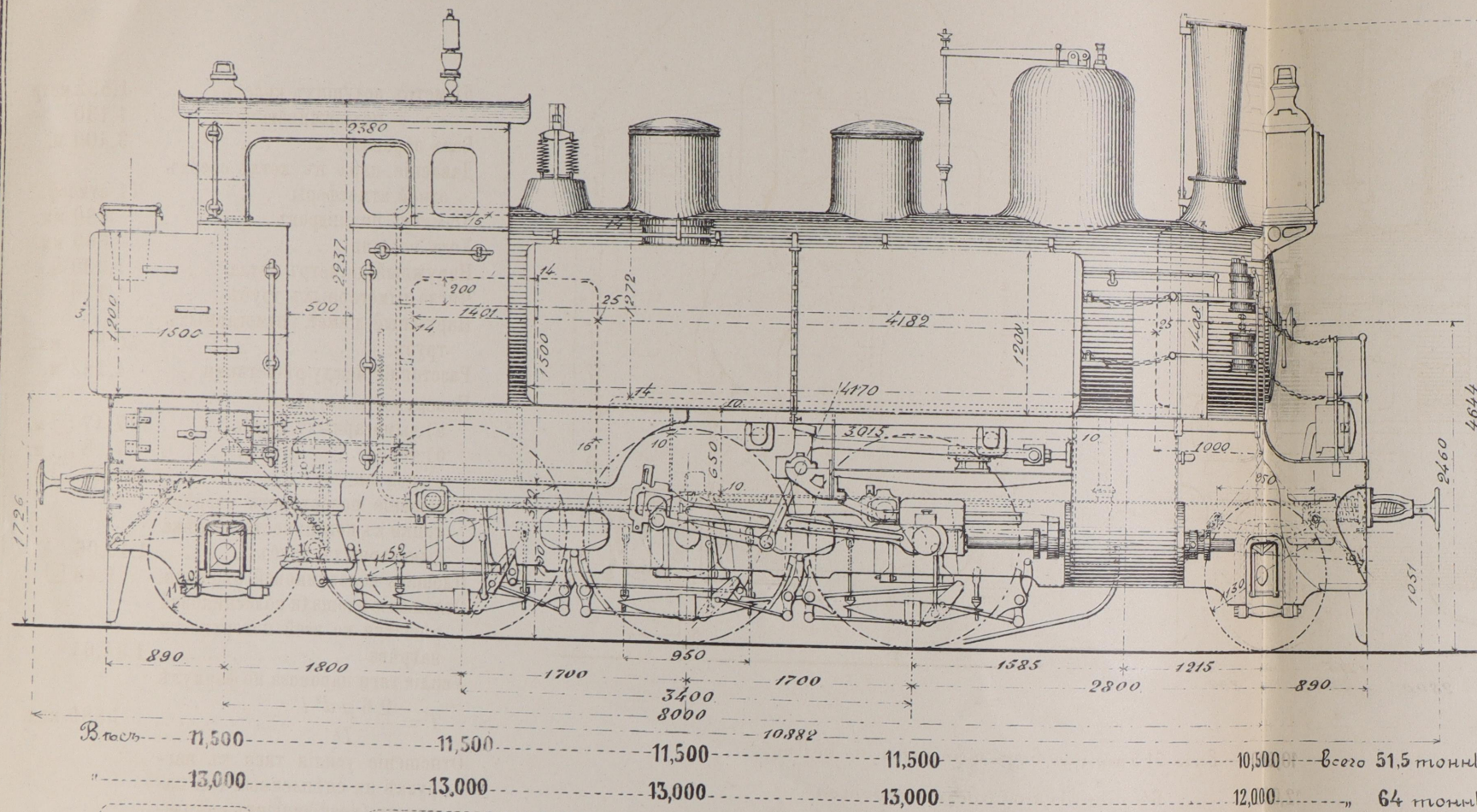


Десятиколесный танковый паровозъ для междугруппнаго движенія по Минераловодской вѣтви.

Владикавказская ж. д.

Пассажирскій десятиколесный танкъ-паровозъ

Построенъ въ главныхъ Ростовскихъ мастерскихъ
Владикавказской жел. дороги.



| | |
|--|--------------|
| Диаметръ ведущихъ колесъ . . . | 1,552 метр. |
| » поддерживающихъ . . . | 1,130 |
| База паровоза | 3,400 м. |
| Давленіе пара въ котлѣ сверхъ одной атмосферы | 11 атмосфер. |
| Диаметръ цилиндровъ | 480 мм. |
| Ходъ поршня | 600 мм. |
| Наружный диаметръ котла | 1,300 м. |
| Число дымогарныхъ трубъ | 176 |
| Наружный диамет. дымогарныхъ трубъ. | 50,8 мм. |
| Разстояніе между рѣшетками . . . | 4,182 м. |

Поверхность нагрѣва:

| | |
|--------------------------------|-------------|
| а) дымогарныхъ трубъ | 117,47 □ м. |
| б) топки | 7, 8 □ м. |
| в) полтая | 125,27 □ м. |

Отношеніе поверхности нагрѣва
топки къ поверхности нагрѣва
дымогарныхъ трубъ 1:15.06

Площадь колосниковой рѣшетки. 1,48 □

Отношеніе площади колосниковой
рѣшетки ко всей поверхности
нагрѣва 1:84.64

Усиліе тяги паровоза по формулѣ
 $T = \frac{0.6 p d^2 l}{D}$ 5880 кил.

Отношеніе усилія тяги къ на-
грузкѣ на сдѣленные оси па-
ровоза (коэффициентъ сдѣпле-
нія) 1:6.63

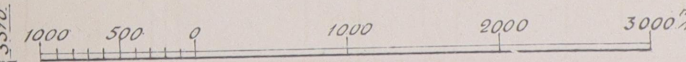
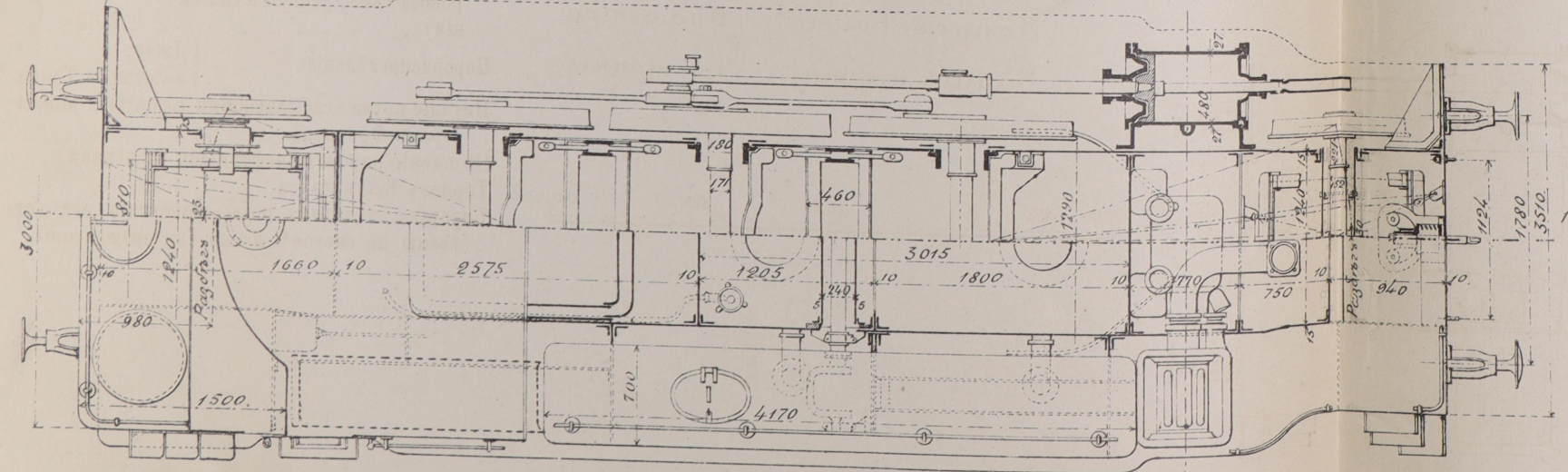
Парораспредѣленіе { Джня,
золотники Трика.

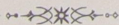
Питаніе котла всасывающими Restarting инжек-
торами Фридмана.

Отопленіе паровоза нефтяными остатками.

Тормазъ Вестингауза.

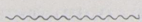
Передняя и задняя поддерживающія оси уст-
роены по системѣ Ленца (видоизмѣненіе).





КРАТКОЕ ОПИСАНІЕ

10-ти колеснаго танковаго паровоза для Минераловодской вѣтви.



Цѣль постройки 10-ти-колесныхъ танковыхъ паровозовъ этого типа.

Въ настоящее время пассажирскіе поѣзда Минераловодской вѣтви обслуживаются двухъ-спаренными танковыми паровозами серіи АТ, передѣланными въ мастерскихъ Общества изъ товаро-пассажирскихъ. При трудномъ профилѣ названной вѣтви, имѣющей длинныя подъемы въ 25 тысячныхъ и одновременно кривыя, описанныя радіусомъ 150 саж., эти паровозы могутъ возить не болѣе пяти пассажирскихъ вагоновъ облегченнаго типа.

Желая предоставить больше удобствъ публикѣ—увеличеніемъ состава поѣздовъ, а также понизить расходы эксплуатаціи упомянутой вѣтви, Общество рѣшило построить, средствами собственныхъ мастерскихъ и для опыта, болѣе сильныя танковые паровозы, съ тремя спаренными осями, которые были бы въ состояніи возить на Минераловодской вѣтви, по крайней мѣрѣ, восемь пассажирскихъ вагоновъ и совершали бы весь путь отъ станціи Минеральныя-Воды до Кисловодска (61 верста) въ теченіи не болѣе 1 часа 40 минутъ.

При этомъ, для облегченія и удешевленія постройки, было признано желательнымъ воспользоваться существующими запасными колесными скатами паровозовъ серіи Б, а также вообще, по возможности, меньше уклоняться отъ существующихъ типовъ запасныхъ частей имѣющихся на Владикавказской желѣзной дорогѣ типовъ паровозовъ.

Основные данныя для проектируемыхъ паровозовъ.

Въ виду малыхъ разстояній между станціями, частыхъ остановокъ поѣздовъ и необходимости скоро трогать поѣзда съ мѣста, новые 10-ти-колесные танковые паровозы проектированы простой системы, а не Компаундъ.

Необходимость воспользоваться существующими запасными колесными скатами опредѣлила: размѣръ діаметра движущихъ колесъ $D = 1552$ и поддерживающихъ $D = 1130$ мм., а также длину кривошипа, равную половинѣ хода поршня, $r = \frac{l}{2} = 300$ мм. и разстояніе между движущими осями 1700 мм.

Затѣмъ, предварительные подсчеты, а также сравненіе съ существующими типами танковыхъ паровозовъ, одинаковой силы съ 10-ти-колесными танковыми паровозами, указали на необходимость принять дѣйствительное давленіе въ котлѣ $p = 11$ атмосферъ, діаметръ цилиндровъ 480 мм. (какъ у паровозовъ серіи Г), нагрузку на движущія оси около 39 тоннъ и поверхность нагрѣва котла около 120 кв. метровъ, причемъ оказалось бы возможнымъ вос-

пользоваться типомъ существующихъ на дорогѣ котловъ товарныхъ 6-ти колесныхъ паровозовъ серіи В.

Провѣрка силы тяги проектируемыхъ паровозовъ.

Вѣсъ 10-ти-колеснаго танковаго паровоза на службѣ—64 тонны, вѣсъ 8-ми пассажирскихъ вагоновъ съ пассажирами и багажемъ — около $17 \times 8 = 136$ тоннъ, а всего вѣсъ поѣзда $Q = 200$ тоннъ. Сопротивленіе движенію всего поѣзда, приложенное къ ободу ведущаго колеса (т. е. не включая сопротивленія механизма паровоза), опредѣляется, на горизонтальномъ пути, по формулѣ: $w = 2,4 + \frac{v^2}{1000}$; при скорости $v = 18$ километровъ въ часъ, сопротивленіе $w = 2,724$.

Къ этому присоединяется добавочное сопротивленіе на кривой, описанной радіусомъ $R = 150$ саж. = 320 метр., равное:

$$W_R = \frac{650,4}{R - 55} = \frac{650,4}{320 - 55} = 2,454,$$

и сопротивленіе отъ подъема, равное 25 килограммамъ на тонну.

Такимъ образомъ, полное сопротивленіе поѣзда движенію въ самомъ трудномъ мѣстѣ, при минимальной скорости $v = 17$ верстъ или около 18 километр. въ часъ, составляетъ:

$$W = 200 (2,724 + 2,454 + 25) = 6035 \text{ килогр.}$$

Такъ какъ нагрузка движущихъ колесъ равняется 39000 килогр., то сопротивленіе поѣзда въ 6035 килогр. вызоветъ сѣвленіе колесъ съ рельсами $f = \frac{6035}{39000} = 0,155$, что значительно ниже предѣльной величины для лѣтняго времени $= \frac{1}{5}$.

Усиліе тяги, по размѣру паровой машины паровоза, выражается, вообще, формулою:

$$Z = kp \frac{l\delta^2}{D}.$$

Въ данномъ случаѣ, при $p = 11$, $\delta = 48$, $l = 60$, $D = 155,2$ и $Z = 6035$, k получается $= 0,616$ *), что значительно меньше предѣльной величины $k = 0,65$ и лишь немногимъ превосходитъ нормальную $k = 0,6$.

Изъ приведеннаго выше оказывается, что какъ по сѣвленію движущихъ колесъ, такъ равно и по силѣ паровой машины, новый паровозъ будетъ въ состояніи возить 8 пассажирскихъ вагоновъ.

Изъ многочисленныхъ наблюденій и опытовъ на прусскихъ казенныхъ желѣзныхъ дорогахъ оказалось, что наибольшая, возможная, по паропроизводительности котла, работа паровоза пропорціональна поверхности нагрѣва котла и возрастаетъ съ увеличеніемъ скорости движенія, согласно формулѣ:

$$N = H (\alpha + \beta \sqrt{v}),$$

*) При коэффициентѣ полезнаго дѣйствія машины $\eta = 0,85$ и абсолютномъ давленіи пара въ золотниковой корбѣ 11,5 атмосферъ, величина отсѣчки пара въ цилиндрѣ ϵ , при сопротивленіи поѣзда въ 6035 килогр., опредѣляется изъ условія:

$$0,616 \times 11 = 0,85 \{0,95 \times 11,5 \sqrt{(2 - \epsilon)\epsilon} - 1,5\}, \text{ откуда } \epsilon = 0,5,$$

гдѣ N — число паровыхъ лошадей работы паровоза,
 H — поверхность нагрѣва котла и
 v — скорость въ километрахъ въ часъ.

Такъ какъ, съ другой стороны, работа $N = \frac{Zv}{3,6 \times 75} = \frac{Zv}{270}$, то сила тяги паровоза, по производительности котла, равняется:

$$Z = \frac{270 H (\alpha + \beta \sqrt{v})}{v}.$$

Величина Z возрастаетъ съ уменьшеніемъ v и, при нѣкоторой минимальной скорости, достигаетъ своего maximum'a.

По наблюденіямъ и опытамъ прусскихъ желѣзныхъ дорогъ, наименьшая скорость, при которой усиліе тяги достигаетъ своего maximum'a и при которой котель успѣваетъ еще доставлять требуемое количество пару, — соотвѣтствуетъ, примѣрно, одному обороту движущихъ колесъ въ секунду; въ хорошо спроектированныхъ паровозахъ величина Z , рассчитанная по формулѣ $Z = \frac{270 H (\alpha + \beta \sqrt{v})}{v}$, при упомянутой скорости v_{min} , должна близко подходить къ предѣльной силѣ тяги паровоза по сдѣплению колесъ и по размѣру цилиндровъ.

На основаніи изложеннаго, предѣломъ, ниже котораго идти нѣтъ особенной выгоды, можно принять для новаго паровоза — скорость $\pi D = 1,552 \pi = 4,876$ метр. въ 1" или 17,55 километровъ въ часъ.

Котель новаго 10-ти-колеснаго танковаго паровоза имѣетъ 176 дымогарныхъ трубъ, длиною 4,182 м., внутреннимъ діаметромъ 45,8 мм., причемъ внутренняя поверхность нагрѣва трубъ составитъ 105,9 кв. метр., такая же поверхность топки 7,8, — а всего 113,7 кв. метра.

Если предположить, что, при наибольшемъ усиліи тяги паровоза и скорости 17,55 кил. въ часъ, разрѣженіе въ дымовой коробкѣ будетъ достигать $v = 8$ сант. столба воды, то каждый квадратный метръ поверхности нагрѣва топки будетъ давать *):

$$F = 100 \sqrt[3]{v} + 16 \sqrt{v} - 36 = 100 \sqrt[3]{8} + 16 \sqrt{8} - 36 = 209,2,$$

а каждый квадратный метръ внутренней поверхности трубъ:

$$R = \frac{25 + 32,4 v}{(1,3 + 0,05v)(1,3 + 0,05v + l)} = \frac{25 + 32,4 \times 8}{(1,3 + 0,05 \times 8)(1,3 + 0,05 \times 8 + 4,182)} = 28,43 \text{ кгр. пара.}$$

Полное количество пара, доставляемое котломъ въ часъ, составитъ, такимъ образомъ, $209,2 \times 7,8 + 28,43 \times 105,9 = 4642,50$ килогр. (40,8 килогр. съ cadaго кв. метра внутренней поверхности нагрѣва котла), и, слѣдовательно, при расходѣ пара 12 килограммовъ на каждую паровую лошадь полезной работы, возможное число паровыхъ лошадей будетъ:

$$N = \frac{4642,5}{12} = 386,9,$$

т. е. 3,4 паровыхъ лошадей на каждый кв. метръ поверхности нагрѣва котла, а наибольшее усиліе тяги, возможное по паропроизводительности котла, выйдетъ:

$$Z = \frac{386,9 \times 75}{4,876} = 5951 \text{ килогр.}$$

*) «Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens», 1880 г., стр. 16.

Какъ видно изъ только что полученнаго вывода, наибольшее усиленіе тяги близко подходить къ величинѣ сопротивленія поѣзда $W = 6035$ килогр., которое имѣется притомъ лишь временно, при прохожденіи кривыхъ, описанныхъ предѣльнымъ радіусомъ, и, вообще, продолжается недолго.

Послѣдній подсчетъ показываетъ также, что и въ отношеніи паропроизводительности котла проектируемый паровозъ будетъ въ состояніи возить поѣздъ въ составѣ 8-ми пассажирскихъ вагоновъ.

При этомъ нельзя не замѣтить, что опыты надъ парообразованіемъ паровозныхъ котловъ по расчету ж. д. производились при угольномъ отопленіи. При нефтяномъ же отопленіи парообразованіе будетъ происходить гораздо дѣятельнѣе и равномѣрнѣе.

Конструктивныя особенности проектируемаго паровоза.

Котель проектируемаго паровоза по типу сходенъ съ котломъ, принятымъ на Владикавказской жел. дорогѣ для шестиколесныхъ товарныхъ паровозовъ завода Мальцева (серіи В), но рассчитанъ на давленіе 11 атмосферъ; ухватный листъ кожуха огневой коробки — цѣльный; всѣ продольные стыки котла — съ двойными накладками; два переднихъ ряда анкерныхъ болтовъ — подвижные.

Промывательные люки котла, принадлежности нефтяного отопленія и, вообще, арматура котла и паровыхъ цилиндровъ — типа, принятаго въ новѣйшихъ паровозахъ Compound Владикавказской желѣзной дороги.

Въ виду необходимости повременамъ форсировать огонь въ топкѣ, паровозъ снабженъ кольцевымъ сифономъ и конусомъ «Петтитъ-Котъ» съ переменнымъ сѣченіемъ.

Главные рамы паровоза, толщиной 15 мм., соединены между собою рядомъ солидныхъ поперечныхъ крѣпленій и, кромѣ того, на протяженіи между цилиндрами и огневой коробкой, образуютъ весьма жесткій закрытый ящикъ для нижняго водяного бака.

Особенности упряжныхъ и подвѣсныхъ приборовъ достаточно видны изъ чертежей паровоза.

Всѣ оси паровоза рассчитаны на полную нагрузку въ 15 тоннъ и имѣютъ запасъ тѣла шеекъ на износъ отъ 12 мм. (поддерживающія) до 18 (движущія).

Всѣ бандажи укрѣплены на колесахъ по способу Манзеля.

Противовѣсы рассчитаны на уравновѣшеніе массъ, имѣющихъ вращательное движеніе, въ полномъ размѣрѣ, а на уравновѣшеніе массъ, имѣющихъ поступательное движеніе — только въ половинномъ.

Паровые цилиндры съ ихъ крышками, золотниковыми коробками, уравновѣшенными золотниками, а также дышла, поршневые скалки, параллели, крейцкопфы и золотниковыя на правленія спроектированы по общему типу частей новѣйшихъ Compound-паровозовъ Владикавказской желѣзной дороги.

Смазка цилиндровъ производится изъ будки, при помощи лубрикаторовъ «Натанъ».

Для автоматическаго выпуска конденсационной воды изъ цилиндровъ, независимо отъ продувательныхъ крановъ нормальнаго типа, будутъ дѣйствовать особые клапанчики, выпускающіе воду изъ цилиндровъ при каждомъ ходѣ поршня.

Парораспределительный механизмъ — наружный, системы Джоя.

При проектированіи парораспределительнаго механизма имѣлось въ виду, чтобы впускъ и выпускъ пара изъ цилиндровъ происходилъ, по возможности, легко, для чего увеличены сѣченія

и, въ особенности, ширина паровыхъ оконъ: а именно сѣченіе паровпускныхъ оконъ принято въ $\frac{1}{9,564}$ отъ площади поршня, а ширина оконъ почти въ 90% отъ діаметра поршня.

Равнымъ образомъ, имѣлось въ виду достигнуть возможно быстрого открытія и закрытія паровыхъ оконъ увеличеніемъ хода золотниковъ; maximum отклоненія золотниковъ отъ средняго положенія, при впускѣ 0,8, принять 82,6 мм., а сумма наружной перекрыши золотника и линейнаго опереженія впуска въ $35 + 4 = 39$ мм.

Наконецъ, проектированнымъ парораспредѣлительнымъ механизмомъ предполагалось обезпечить возможность ѣзды съ очень малыми отсѣчками, для чего наружная перекрыша золотника и линейное опереженіе впуска подобраны такимъ образомъ, что, при положеніи кулисы на мертвой точкѣ, получается отсѣчка пара всего на 0,05.

Остальныя подробности относительно парораспредѣленія показаны въ прилагаемой таблицѣ.

Паровозъ предназначается собственно для нефтяного отопленія, причемъ, для обслуживания поѣздовъ Минераловодской вѣтви, былъ бы достаточенъ нефтяной бакъ въ 1,5 тонны; однако, для возможности перехода и на угольное отопленіе, нефтяной бакъ снабженъ еще тремя люками для нагрузки и выгребанія угля и устроенъ значительно больше — объемомъ въ 4,68 куб. мет.

Нормальный запасъ воды принять въ 6 тоннъ, но водяные баки, на случай разрѣшенія доводить нагрузку ведущихъ осей до 14 тоннъ, сдѣланы больше — два боковые объемомъ 6,62 метр., а нижній бакъ между рамами 2,80, — всего 9,42 куб. метра.

Для точнаго измѣренія расхода воды и нефти, всѣ баки имѣютъ указательныя стекла.

Паровозъ снабженъ двухстороннимъ тормазомъ системы Вестингауза, дѣйствующимъ на три движущія оси; но тотъ же тормазъ, въ случаѣ необходимости, можно приводить въ дѣйствіе и вручную.

При діаметрѣ тормазнаго цилиндра 13 дюйм. и давленіи сжатого воздуха 50 англійскихъ фунтовъ на кв. дюймъ, давленіе на поршень достигаетъ:

$$\frac{132,7 \times 50}{2.240} = 2,962 \text{ англійской тонны} = 3,0097 \text{ метрич. тонны};$$

$$\text{передача рычаговъ } \frac{502}{270} \times \frac{200}{250} \times \frac{38,7}{108} \times \frac{438}{292} = 8,28;$$

$$\text{ходъ тормазныхъ колодокъ около } \frac{158}{8,28} = 19 \text{ мм.};$$

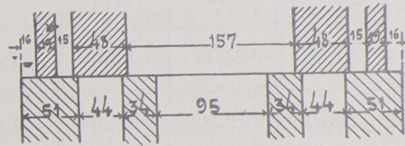
усиліе, прижимающее колодки къ колесамъ = $3,01 \times 8,28 = 24,925$ тонны, что

$$\text{составляет } 100 \times \frac{24,925}{39} = 63,9\% \text{ отъ нагрузки движущихъ осей.}$$

Для обезпеченія надлежащаго сцѣпленія движущихъ колесъ при неблагопріятныхъ условіяхъ, паровозъ снабженъ песочницами системы Ленца, подающими песокъ, смотря по направленію движенія паровоза, подъ колеса передней или задней движущей оси, при помощи сжатого воздуха, который получается изъ особаго резервуара, помѣщеннаго на верху котла.

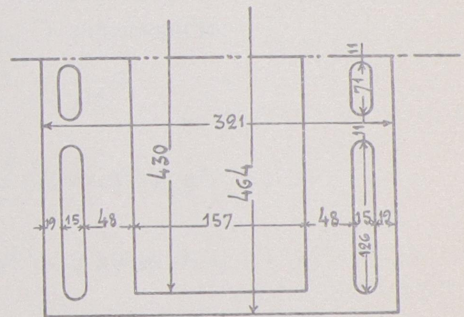
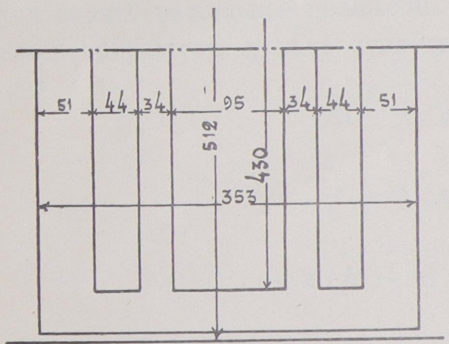
Данныя о парораспредѣленіи паровоза.

Продольное сѣченіе золотника и паровыхъ оконъ.



Планъ паровыхъ оконъ.

Планъ золотника.



| | | | |
|------------------------------|--------------|-----------------------------------|---------|
| Наружная перекрыша золотника | $e = 35$ мм. | Высота оконъ: паровпускныхъ . . . | 44 мм. |
| Внутренняя | » | » | » |
| Линейное опереженіе впуска | $i = 3$ мм. | » | » |
| | $v = 4$ мм. | Ширина оконъ | 430 мм. |

Объемъ вреднаго пространства: передняго 10% }
 » » » задняго 8,85% } отъ объема цилиндра.
 Въ среднемъ . 9,43% }

Элементы парораспределения по диаграммѣ Цейнера.

(Продолжительность отдѣльных періодов парораспределения выражена въ % отъ хода поршня)

| Наполненіе. | | Расширеніе. | | Сжатіе. | | Опереженіе впуска. | Наибольшее открытіе огня. | Ходъ золотн. |
|----------------------|----|-------------|---------|---------|---------|-----------------------|---------------------------------|--------------|
| Доли хода поршня. | % | Начало. | Конецъ. | Начало. | Конецъ. | | | |
| мертв. точка 0,05 | 5 | 5,08 | 53,83 | 53,83 | 5,17 | 4 мм. | 4,00 мм. | 78,00 мм. |
| 0,1 | 10 | 10,00 | 62,17 | 45,83 | 2,50 | 4 мм. | 4,45 мм. | 78,90 мм. |
| 0,2 | 20 | 20,00 | 70,83 | 35,92 | 1,17 | 4 мм. | 6,56 мм. | 83,12 мм. |
| 0,3 | 30 | 30,00 | 76,83 | 29,08 | 0,71 | 4 мм. | 9,40 мм. | 88,80 мм. |
| 0,4 | 40 | 40,00 | 81,83 | 23,25 | 0,46 | 4 мм. | 12,80 мм. | 95,60 мм. |
| 0,5 | 50 | 50,00 | 85,17 | 18,50 | 0,29 | 4 мм. | 17,30 мм. | 104,60 мм. |
| 0,6 | 60 | 60,00 | 88,75 | 14,33 | 0,21 | 4 мм. | 23,45 мм. | 116,90 мм. |
| 0,7 | 70 | 70,00 | 92,00 | 10,58 | 0,13 | 4 мм. | 32,40 мм. | 134,80 мм. |
| 0,8 | 80 | 80,00 | 94,83 | 6,83 | 0,08 | 4 мм. | 47,60 мм. | 165,20 мм. |

Устройство передней и задней подвижных осей паровоза.

Для того, чтобы облегчить прохождение паровоза по весьма извилистому пути Минераловодской вѣтви, съ частыми кривыми, описанными радиусомъ 150 саж., переднюю и заднюю поддерживающія оси паровоза было рѣшено устроить подвижными, особой системы, по идеѣ сходной съ системой Ленца, описанной въ «Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens» за 1893 г., стр. 187, но значительно упрощенной.

Обѣ упомянутыя оси, вмѣстѣ со своими буксами, рессорами и балками, составляютъ самостоятельныя телѣжки, связанныя съ главной рамой паровоза при помощи наклонныхъ подвѣсокъ такимъ образомъ, что, при прохожденіи кривыхъ разныхъ радиусовъ, обѣ телѣжки перемѣщаются по коническимъ поверхностямъ, вершины которыхъ, занимая неизмѣнное положеніе на продольной оси главной рамы паровоза, образуютъ центры вращенія телѣжекъ.

Изъ числа трехъ движущихъ осей паровоза передняя ось, считая по направленію движенія, при входѣ на кривую, будетъ набѣгать на наружный рельсъ кривой, а задняя будетъ стремиться занять радиальное положеніе. Для того, чтобы и передняя подвижная ось устанавливалась по радиусу, должна существовать (черт. 1) зависимость:

$$\overline{AO}^2 + \overline{AB}^2 = \overline{CO}^2 + \overline{BC}^2,$$

или

$$(R - f - e)^2 + (s - y)^2 = (R - e)^2 + y^2,$$

или

$$- 2(R - e)f + f^2 + s^2 - 2sy = 0,$$

откуда получается длина дышла телѣжки:

$$y = \frac{s^2 - 2(R - e)f + f^2}{2s}.$$

Такъ какъ величина f , съ достаточной точностью, выражается:

$$f = \frac{s_1^2}{2R},$$

то

$$y = \frac{s^2 - s_1^2 \left\{ 1 - \frac{e}{R} - \left(\frac{s_1}{2R} \right)^2 \right\}}{2s} = \infty \frac{s^2 - s_1^2}{2s}.$$

Въ данномъ случаѣ, для кривой, описанной радіусомъ 150 саж. = 320 метр.,

$$e = \frac{1,524 - 0,013}{2} = 0,755 \text{ метр.}$$

$$R = 320 + e = 320,755 \text{ м.}$$

$$s_1 = 3,4 \text{ метра}$$

$$s = \begin{cases} 3,4 + 2,8 = 6,2 \text{ м. для передней телѣжки} \\ 3,4 + 1,8 = 5,2 \text{ м. для задней телѣжки} \end{cases}$$

$$y = \begin{cases} 2,170 \text{ м. для передней телѣжки} \\ 1,491 \text{ м. для задней телѣжки} \end{cases}$$

$$f = 0,018 \text{ метра}$$

$$s - y = \begin{cases} 4,030 \text{ м. для передней телѣжки} \\ 3,709 \text{ м. для задней телѣжки} \end{cases}$$

$$\text{уголь } \alpha = \text{arc tang } \frac{AB}{AO} = \begin{cases} 43' 18'' \text{ для передней телѣжки} \\ 39' 51'' \text{ для задней телѣжки} \end{cases}$$

$$\text{уголь } \gamma = \text{arc tang } \frac{BC}{CO} = \begin{cases} 23' 19'' \text{ для передней телѣжки} \\ 16' 1'' \text{ для задней телѣжки} \end{cases}$$

$$\text{уголь } \beta = \alpha + \gamma = \infty \text{ arc sin } \frac{s}{R - e} = \begin{cases} 1^\circ 6' 37'' \text{ для передней телѣжки} \\ 55' 52'' \text{ для задней телѣжки.} \end{cases}$$

Для того, чтобы подвижныя оси имѣли возможность принимать радіальное положеніе, зазоры ихъ буквъ относительно главныхъ рамъ должны составлять соотвѣтственно:
въ поперечномъ направленіи:

$$\eta = e + y \sin \beta - e \cos \beta = \infty y \sin \beta = y \frac{s}{R - e} = \frac{s^2 - s_1^2}{2(R - e)} = \begin{cases} 0,0422 \text{ м. для перед. тел.} \\ 0,0244 \text{ м. для задней тел.} \end{cases}$$

въ продольномъ направленіи:

$$\xi = e \sin \beta = \infty e \frac{s}{R - e} = \begin{cases} 0,0147 \text{ м. для передней телѣжки} \\ 0,0123 \text{ м. для задней телѣжки.} \end{cases}$$

Въ случаѣ, если радіальное положеніе приметъ не задняя, а средняя движущая ось, то получится (черт. 2):

$$s_1 = 1,7 \text{ метра}$$

$$s = \begin{cases} 4,5 \text{ м. для перед. телѣжки} \\ 3,5 \text{ м. } \gg \text{ задней } \gg \end{cases}$$

$$\text{уголь } \gamma = \begin{cases} 20' 44'' \text{ для перед. телѣжки} \\ 14' 22'' \gg \text{ задней } \gg \end{cases}$$

$$y = \begin{cases} 1,930 \text{ м. для перед. телѣжки} \\ 1,338 \text{ м. } \gg \text{ задней } \gg \end{cases}$$

$$\text{уголь } \beta = \begin{cases} 48' 20'' \text{ для перед. телѣжки} \\ 37' 36'' \gg \text{ задней } \gg \end{cases}$$

$$f = 0,0045 \text{ метра}$$

$$s - y = \begin{cases} 2,570 \text{ м. для перед. телѣжки} \\ 2,162 \text{ м. } \gg \text{ задней } \gg \end{cases}$$

$$\eta = \begin{cases} 0,0272 \text{ м. для перед. телѣжки} \\ 0,0147 \text{ м. } \gg \text{ задней } \gg \end{cases}$$

$$\text{уголь } \alpha = \begin{cases} 27' 36'' \text{ для перед. телѣжки} \\ 23' 14'' \gg \text{ задней } \gg \end{cases}$$

$$\xi = \begin{cases} 0,0106 \text{ м. для перед. телѣжки} \\ 0,0083 \text{ м. } \gg \text{ задней } \gg \end{cases}$$

Въ дѣйствительности паровозъ будетъ занимать положеніе, ближе подходящее къ показанному на черт. 2, а потому зазоръ для буксъ телѣжекъ принять по проекту только 0,030 м. въ продольномъ и 0,024 м. въ поперечномъ направленіи.

Длина дышель телѣжекъ y принята по проекту нѣсколько больше разчитанной выше величины, а именно для передней телѣжки $y_1 = 2,582$ и для задней $y_1 = 2,055$ м.

Вслѣдствіе этого подвижныя оси будутъ въ дѣйствительности наклонены подъ нѣкоторымъ малымъ угломъ къ радіусу кривой; величина этого наклона опредѣлится приблизительно изъ нижеслѣдующихъ зависимостей (черт. 3):

$$s - y + y \cos \beta - e \sin \beta = R \sin \beta, \quad (1)$$

$$s - y_1 + y_1 \cos (\beta + \varphi + \delta) - e \sin (\beta + \varphi + \delta) = R \sin (\beta + \delta), \quad (2)$$

$$f + e + y \sin \beta - e \cos \beta = R (1 - \cos \beta), \quad (3)$$

$$f + e + y_1 \sin (\beta + \varphi + \delta) - e \cos (\beta + \varphi + \delta) = R \{1 - \cos (\beta + \delta)\}, \quad (4)$$

откуда

$$y - y_1 + y_1 \cos (\beta + \varphi + \delta) - y \cos \beta - e \{ \sin (\beta + \varphi + \delta) - \sin \beta \} = R \{ \sin (\beta + \delta) - \sin \beta \}, \quad (5)$$

$$y_1 \sin (\beta + \varphi + \delta) - y \sin \beta - e \{ \cos (\beta + \varphi + \delta) - \cos \beta \} = R \{ \cos \beta - \cos (\beta + \delta) \}, \quad (6)$$

или

$$(y - y_1)(1 - \cos \beta) - y_1 \{ \cos \beta - \cos (\beta + \varphi + \delta) \} - e \{ \sin (\beta + \varphi + \delta) - \sin \beta \} = R \{ \sin (\beta + \delta) - \sin \beta \} \quad (7)$$

$$- (y - y_1) \sin \beta + y_1 \{ \sin (\beta + \varphi + \delta) - \sin \beta \} - e \{ \cos (\beta + \varphi + \delta) - \cos \beta \} = R \{ \cos \beta - \cos (\beta + \delta) \} \quad (8)$$

Послѣднія уравненія можно, съ достаточной степенью точности, замѣнить нижеслѣдующими:

$$(y - y_1) (1 - \cos \beta) - y_1 (\varphi + \delta) \sin \beta - e (\varphi + \delta) \cos \beta = R \delta \cos \beta, \quad (9)$$

$$- (y - y_1) \sin \beta + y_1 (\varphi + \delta) \cos \beta - e (\varphi + \delta) \sin \beta = R \delta \sin \beta, \quad (10)$$

и, умноживъ обѣ части перваго уравненія на $\sin \beta$, втораго на $\cos \beta$ и вычтя соответственныя произведенія, получимъ:

$$(y - y_1) \sin \beta - y_1 (\varphi + \delta) = 0, \quad (11)$$

откуда

$$\varphi + \delta = \frac{(y - y_1) \sin \beta}{y_1} = \infty \sin (\varphi + \delta) \quad (12)$$

Эта послѣдняя зависимость, которая получилась бы также непосредственно изъ разсмотрѣннн тригольника BCB' , показываетъ, что при длинѣ дышла телѣжки y_1 , отличной отъ разчитанной раньше величины y , подвижная ось будетъ поворачиваться около вертикальной оси, проходящей черезъ центръ тяжести ската, притомъ въ томъ или другомъ направленіи, смотря по знаку разницы $y - y_1$. Въ данномъ случаѣ, при отрицательномъ значеніи $y - y_1$,

наружные колеса будут поворачиваться по направлению къ серединѣ паровоза, перемѣщаясь на $(\varphi + \delta) e$, причѣмъ, въ случаѣ черт. 1:

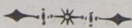
$$(\varphi + \delta)e = \frac{(y_1 - y) \sin \beta}{y_1} e = \frac{(y_1 - y)}{y_1} \frac{s}{R - e} e = \begin{cases} 0,0023 \text{ м. для перед. телѣжки} \\ 0,0034 \text{ м. } \gg \text{ задней } \gg \end{cases}$$

т. е. отклоненіе крайнихъ наружныхъ колесъ отъ радіуса, проходящаго черезъ центръ тяжести соотвѣстнаго колеснаго ската, составитъ отъ 2,3 до 3,4 мм.

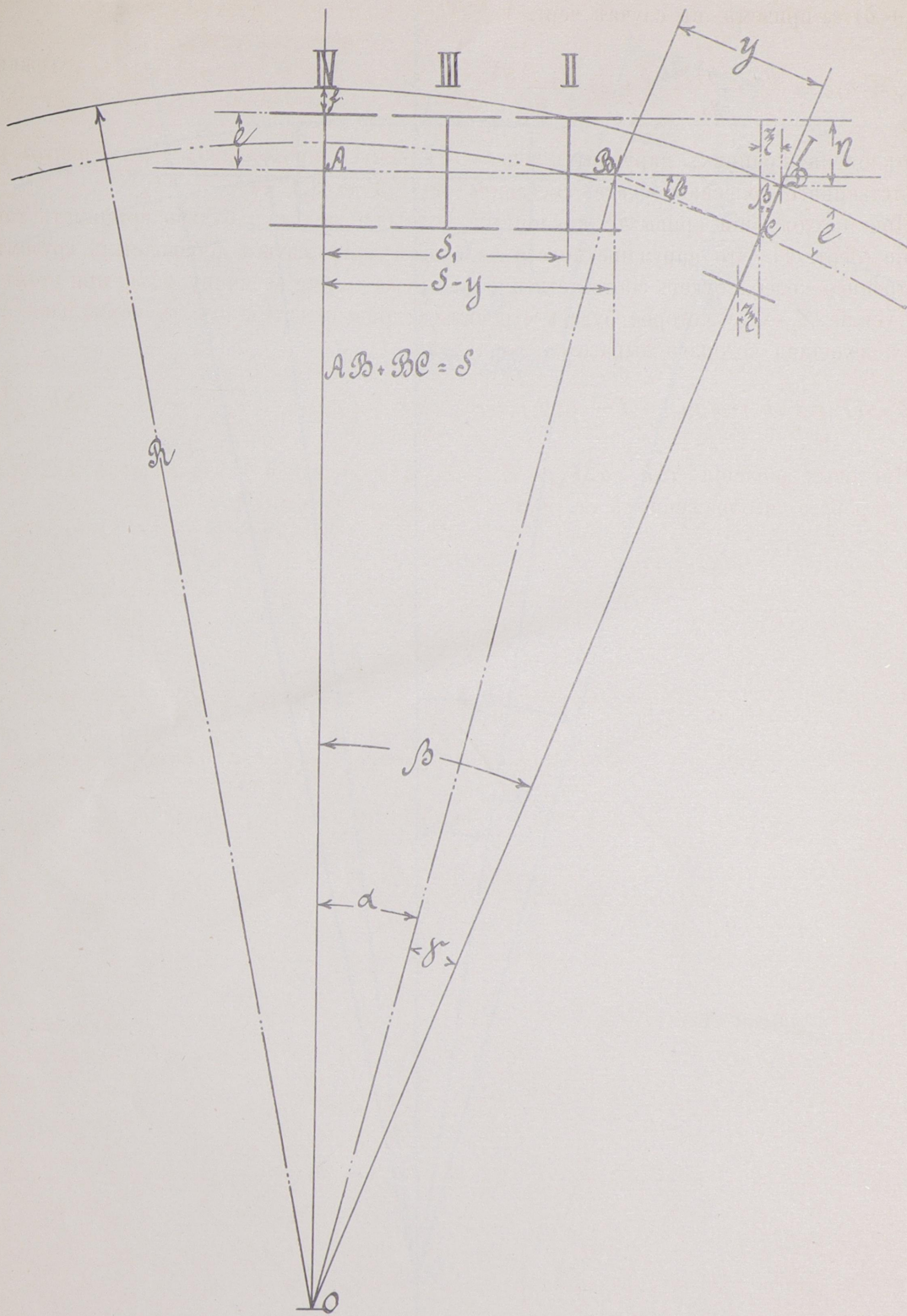
При прохожденіи кривыхъ, наклонныя подвѣски телѣжки будутъ принимать такое положеніе (черт. 4), что наружное колесо ея будетъ нагружаться добавочнымъ грузомъ $\alpha \Delta h_1$, а внутреннее колесо будетъ соотвѣстственно разгружаться на величину $\alpha \Delta h_2$; при этомъ явится также усиліе $Z_1 - Z_2$, которое будетъ стремиться приводить телѣжку въ нормальное ея положеніе и величина котораго выразится формулой:

$$Z_1 - Z_2 = (P + \alpha \Delta h_1) \cot g \mu_1 - (P - \alpha \Delta h_2) \cot g \mu_2 = (P + \alpha \Delta h_1) \frac{\delta + \eta}{h - \Delta h_1} - (P - \alpha \Delta h_2) \frac{\delta - \eta}{h + \Delta h_2}$$

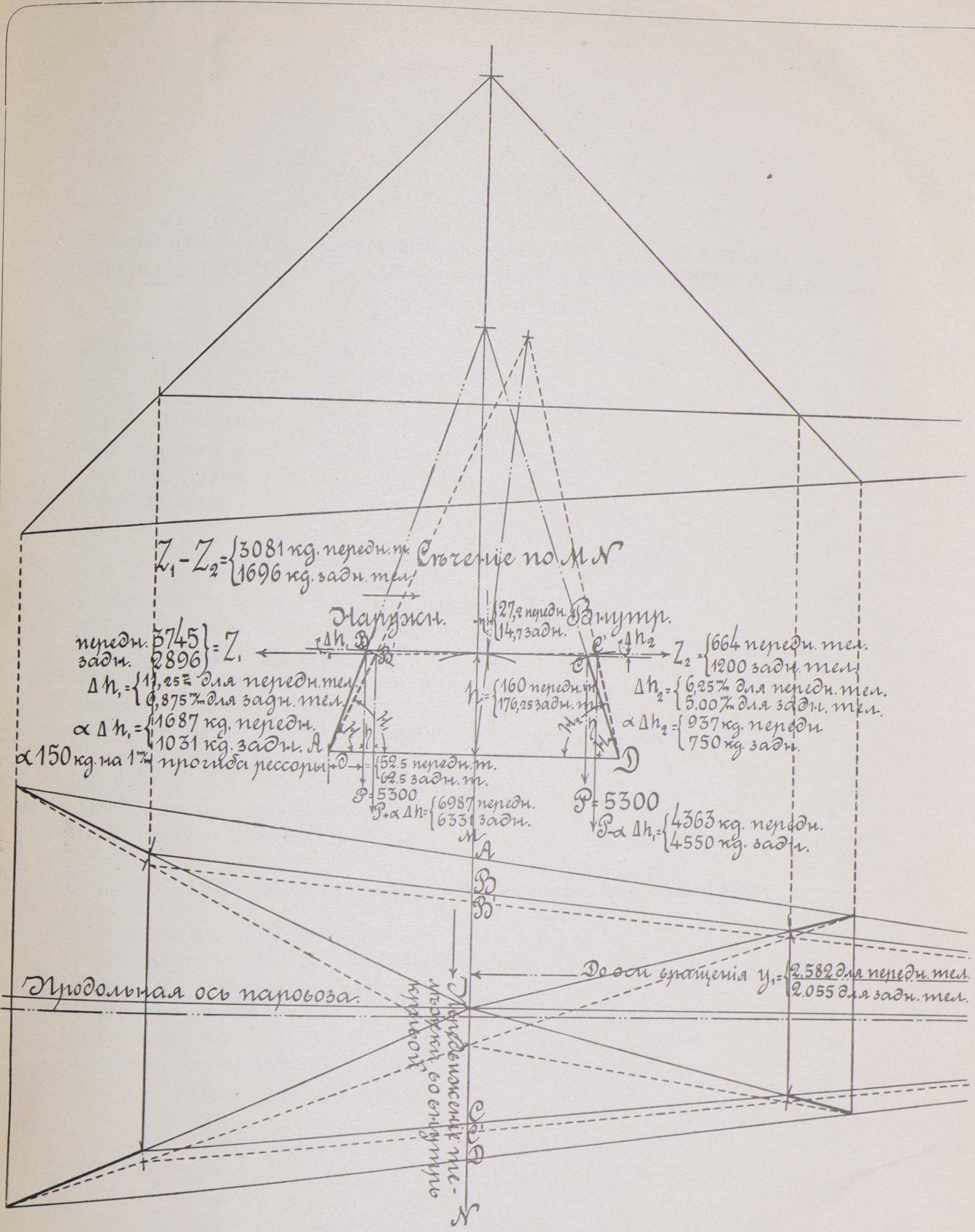
Числовыя значенія $\alpha \Delta h_1$, $\alpha \Delta h_2$ и $Z_1 - Z_2$ для передней и задней телѣжки, при положеніи паровоза, изображенномъ на черт. 2, показаны на черт. 3 и 4 *).



*) Сравни статью Ричарда Гельмгольца въ «Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure», 1888 г., стр. 353.



Черт. 1.



Черт. 4.

ПЕРЕЧЕНЬ

экспонатовъ, исполненныхъ главными мастерскими Владикавказской желѣзной дороги для **ВСЕРОССИЙСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ и ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ВЫСТАВКИ** въ Нижнемъ-Новгородѣ.

| | |
|---|-------|
| Пассажирскій десятиколесный танкъ-паровозъ для М.-Водской вѣтви | 1 шт. |
| Вагонъ II-го класса для Минераловодской вѣтви | 1 » |
| Вагонъ-микстъ II—III-го класса | 1 » |
| Вагонъ для перевозки крупнаго и мелкаго скота | 1 » |
| Четырехмѣстная дрезина съ сидѣнiями на рессорахъ | 1 » |
| Двухмѣстная дрезина | 1 » |
| Вагонный скатъ | 1 » |

Образцы мѣдныхъ отливокъ:

| | |
|--|-------|
| Паровозный парораспредѣлительный золотникъ | 1 шт. |
| Паровозный буксовый подшипникъ | 1 » |
| Паровозные дышловые подшипники | 2 » |
| Комплектный инжекторъ съ литникомъ | 1 » |
| Инжекторные и водомѣрные краны съ пробками и литникомъ | 8 » |
| Предохранительныя кольца изъ красной мѣди (для дымогарныхъ трубъ) съ литникомъ | 10 » |
| Вагонные подшипники | 2 » |
| Коробка для кронштейновъ вагонныхъ дивановъ | 1 » |
| Коробка для поворотныхъ вагонныхъ дощечекъ | 1 » |
| Номерная доска вагонная | 1 » |

Образцы кузнечныхъ желѣзныхъ поковокъ:

| | |
|---|-------|
| Вагонное колесо нормальнаго типа | 1 шт. |
| Шайба для укрѣпленiя бандажей на ободѣ колеса | 1 » |
| Колесо четырехмѣстной дрезины | 1 » |
| Паровозные поршни | 2 » |
| Паровозная букса | 1 » |
| Паровозный крейцкопфъ | 1 » |
| Вагонная выпуклая буферныя тарелка | 1 » |
| » плоская » » | 1 » |
| Буферный стаканъ нормальнаго типа | 1 » |
| Вагонный крюкъ | 1 » |
| Тендерный крюкъ | 1 » |
| Паровозный поршневой сальникъ | 1 » |
| Подкладка подъ буферный стаканъ | 1 » |

Образцы чугунныхъ отливокъ:

| | |
|---|-------|
| Государственный гербъ для почтовыхъ вагоновъ | 1 шт. |
| Рѣзанная металлическая модель къ нему | 1 » |
| Лѣвый паровозный цилиндръ типа пассажирскаго десятиколеснаго танкъ-паровоза | 1 » |
| Паровозная передняя цилиндрическая крышка | 1 » |
| Паровозная золотниковая крышка | 1 » |
| Батарея для парового отопленія пассажирскихъ вагоновъ. | 1 » |
| Зубчатое колесо для дифференціального блока | 1 » |
| Вентиляторъ пассажирскихъ вагоновъ. | 1 » |
| Крышки къ нему | 2 » |
| Кронштейнъ для сѣтчатыхъ полокъ (сѣтокъ) пассажирскихъ вагоновъ | 1 » |
| Верхняя часть вагонной буксы | 1 » |
| Нижняя » » » | 1 » |

Образцы инструмента:

| | |
|--|--------|
| Спиральные сверла отъ $\frac{1}{4}$ " до 2" (изъ нихъ два не вполне отдѣланные) | 21 шт. |
| Спиральные обыкновенныя развертки отъ $\frac{1}{4}$ " до 2" (изъ нихъ двѣ не вполне отдѣланные). | 16 » |
| Развертки для паровозныхъ котловыхъ рѣшетокъ (изъ нихъ двѣ не вполне отдѣланные). | 6 » |
| Метчики для анкерныхъ болтовъ и связей | 6 » |
| Фрезы разныхъ образцовъ | 20 » |
| Приборъ для провѣрки паровозныхъ эксцентриковыхъ муфтъ | 1 » |
| Раздвижной шаблонъ для опредѣленія внутренняго разстоянія между бандажами на колесныхъ скатахъ | 1 » |
| Универсальный рейсмасъ | 1 » |
| Молотокъ | 1 » |
| Приборъ для измѣренія толщины колесныхъ шинъ | 1 » |
| Шаблонъ для измѣренія износовъ въ колесныхъ шинахъ | 1 » |

