

P. 1. 1679

НА ДОМ
НЕ ВЫДАЕТСЯ

Гриневский
в современных
локомотивах
(Паровые машины
на территории)
Москва 1906

P. 1. 1679

В. И. Трихевецкій

Профессоръ Императорскаго Техническаго Училища.

О

СОВРЕМЕННЫХЪ ЛОКОМОБИЛЯХЪ.

Съ 33 чертежами въ текстѣ и 4 отдѣльными
таблицами чертежей.

11-ое ПРИБАВЛЕНІЕ КЪ СОЧИНЕНІЮ

Г. Хедеръ (H. Haeder)

„ПАРОВЫЯ МАШИНЫ И ПАРОРАСПРЕДѢЛЕНІЯ“

въ переводѣ проф. Императорскаго Техническаго Училища

А. И. Сидорова.

Изданіе Инженеръ-Механиковъ

Н. М. Лужецкаго и Н. В. Подчиненнова.



БИБЛИОТЕКА
ИМПЕРАТОРСКАГО
МОСКОВСКАГО
ТЕХНИЧЕСКАГО УЧИЛИЩА



ПОСТАВШ. ДВОРА ЕГО ВЕЛИЧЕСТВА
МОСКВА, ТВЕРСКАЯ.



Т-ВО СКОРОПЕН. А.А. ЛЕВЕНСОНЪ
МАМОНОВСКІЙ ПЕР. Б.Д.



1906.

В. И. Триховецкій

Профессоръ Императорскаго Техническаго Училища.

О

СОВРЕМЕННЫХЪ ЛОКОМОБИЛЯХЪ.

Съ 33 чертежами въ текстъ и 4 отдѣльными
таблицами чертежей.

11-ое ПРИБАВЛЕНІЕ КЪ СОЧИНЕНІЮ

Г. Хедеръ (H. Haeder)

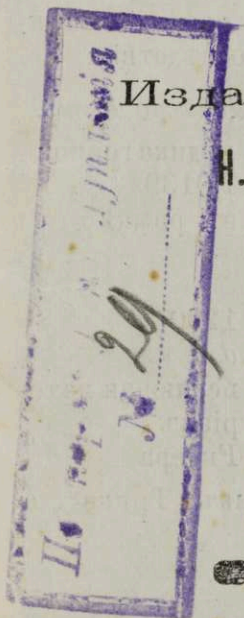
„ПАРОВЫЯ МАШИНЫ И ПАРОРАСПРЕДѢЛЕНІЯ“

въ переводѣ проф. Императорскаго Техническаго Училища

А. И. Сидорова.

Изданіе Инженеръ-Механиковъ

Н. М. Лужецкаго и Н. В. Подчиненнова.

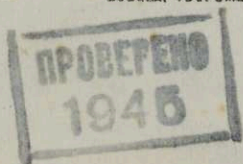


11679
Девр. 1935



БИБЛИОТЕКА
ИМПЕРАТОРСКАГО
МОСКОВСКАГО
ТЕХНИЧЕСКАГО УЧИЛИЩА

МОСКВА, ДВОРА ПЛОДОВОДСТВА Т-ВО СКОРОДЕН. Л. А. ЛЕВЕНКО
МОСКВА, ТВЕРСКАЯ, МАШИНОСТРОИТЕЛЬ. С. Д.



1906.

О Г Л А В Л Е Н І Е.

Стр.

Задачи очерка	1
Общее устройство. Типы локомотивов	3

Конструкция котла.

Общая условия. Английский и немецкий типы	8
Соотношения главных элементов и конструкции деталей котлов	13
Отопление и тяга	34
Прочие части котла	53

Конструкция машины.

Общая условия. Соотношения главных элементов	64
Цилиндры и распределения	69
Прочие части машины	86

О П Е Ч А Т К И.

На стр. 13-й этой статьи формула в строке 9-й снизу должна иметь видъ:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_2} \cdot \frac{d_1}{d_2} + \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} \cdot \left(1 - \frac{\delta}{d_1}\right)}$$

На той же стр. формула в строке 1-й снизу должна иметь видъ:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_2} + \frac{1}{\alpha_1} \cdot \frac{d_2}{d_1} + \frac{\delta}{\lambda} \left(1 - \frac{\delta}{d_1}\right) \cdot \frac{d_2}{d_1}}$$

Дополнительный список опечаток к переводу «Паровые машины и парораспределения».

Кроме опечаток, указанных в начале книги, просим исправить еще следующие опечатки, замеченные впоследствии:

Часть.	Стр.	Строка.	Напечатано.	Должно быть.
I	26	10 сверху	действительной	индикаторной
I	27	3 снизу	1,0128	1,0139
I	315	8 сверху	къ рамкѣ	въ рамкѣ
II	28	2 сверху		
		четвертый столбецъ слѣва	2000	1200
II	28	1 и 2 снизу	δ	d
II	179	20 снизу	включая материалъ	исключая материалъ
II	480	8 сверху	Полонсо	Ридера

На таблицѣ чертежей А надо читать не „золотникъ Трика“, а „золотникъ Пенна“.

Предисловіе автора.

Проф. А. И. Сидоровъ предложилъ мнѣ составить краткій очеркъ современныхъ локобилей въ дополненіе къ книгѣ Г. Хедера: „Паровыя машины и парораспредѣленія“. Первоначально я предполагалъ приложить очеркъ непосредственно къ книгѣ Хедера, ограничивъ его объемъ 2—3 печатными листами. Разработка имѣвшася у меня матеріала выяснила, что при такомъ объемѣ очеркъ могъ бы вмѣстить только малую часть матеріала, представлявшаго техническую цѣнность, и по своей обстоятельности немногимъ бы превзошелъ соотвѣтственный очеркъ въ нѣмецкомъ оригиналѣ Хедера. Первоначальный планъ пришлось измѣнить въ отношеніи объема и содержанія очерка, а также и въ отношеніи времени его выпуска. Изъ всего матеріала по локобилямъ пришлось воспользоваться лишь одною частью, чтобы не увеличивать чрезмѣрно объема и стоимости изданія, а также и не затягивать еще далѣе времени его выпуска. При ограниченіи матеріала очерка я руководился слѣдующими соображеніями. Интересъ въ области современныхъ локобилей представляютъ слѣдующія части: рабочій процессъ, конструкція и общія условія примѣненія. Всѣ эти части далеко не съ одинаковой полнотой представлены въ техническихъ журналахъ и монографіяхъ. Опытныя изслѣдованія локобилей, сравнительныя и систематическія, даютъ довольно богатый матеріалъ для изученія рабочаго процесса и, отчасти общихъ условій примѣненія локобилей. Конструкція локобилей представлена въ литературѣ или довольно поверхностно—въ популярныхъ руководствахъ, или весьма отрывочно—въ болѣе серьезныхъ журнальныхъ статьяхъ. Для восполненія именно этого пробѣла и составленъ очеркъ, въ которомъ разобрана обстоятельно только конструктивная сторона, тогда какъ рабочій процессъ и общія условія примѣненія только слегка затронуты въ нѣкоторыхъ общихъ положеніяхъ конструирования локобилей. Въ такомъ видѣ очеркъ весьма неполонъ, и въ будущемъ я предполагаю восполнить этотъ недостатокъ разработкой соотвѣтственныхъ отдѣловъ. Пока

же можно указать на слѣдующіе литературные матеріалы по этимъ отдѣламъ.

1) **Schotte.** Bericht über die Prüfung von Locomobilen in Berlin 1883. Подробное изложение обстоятельныхъ испытаній небольшихъ локомобилей—простого расширения и компаундъ. Довольно подробныя испытанія котловъ. Данные весьма устарѣли относительно конструкций, но для рабочего процесса—пригодны.

2) **В. Гриневецкій.** Отчетъ по испытанію локомобилей на Бутырскомъ хуторѣ въ 1896 г. Подробная разработка результатовъ испытаній. Установленіе данныхъ для полного расчета небольшихъ локомобилей простого расширения. Выясненіе общихъ экономическихъ условій примѣненія локомобилей.

3) **Песковъ и Латышевъ.** Отчетъ объ испытаніи русскихъ локомобилей въ Харьковѣ въ 1903 г. Изложение испытаній локомобилей и критика конструкций.

4) **Eberle.** Kosten der Krafterzeugung. Выясненія стоимости работы и расхода топлива для разнаго рода двигателей въ формѣ таблицъ. Данные по локомобилямъ подобраны весьма обстоятельно и правильно.

Сверхъ того, можно указать на слѣдующія журнальныя статьи по обстоятельнымъ опытнымъ изслѣдованіямъ новѣйшихъ локомобилей.

5) **Gutermuth.** Leistungsversuche an Wolschen Heissdampf-Locomobilen. Z. d. V. d. J. 1905, № 6. Весьма полное изслѣдованіе машины и котла локомобиля компаундъ, съ перегрѣвомъ и конденсаціей, въ 200 HP_e, съ подробной разработкой всѣхъ результатовъ. Результаты испытаній другихъ типовъ локомобилей Вольфа съ перегрѣвомъ.

6) **Josse.** Untersuchung einer Dampfkraftanlage mit zweifacher Ueberhitzung durch Abgase. Z. d. V. d. J. 1905, № 28 и 29. Весьма полное изслѣдованіе машины и котла локомобиля тандемъ съ перегрѣвомъ и конденсаціей, въ 60 HP_e, съ подробной разработкой всѣхъ результатовъ. Сопоставленіе локомобилей съ перегрѣвомъ съ другими двигателями по экономичности.

7) **Heilmann.** Die Entwicklung der Lokomobilen von R. Wolf in techinscher und wirtschaftlicher Hinsicht. Z. d. V. d. J. 1906, № 9, 12 и 13. Историческій очеркъ развитія локомобилей Вольфа. Прогрессивныя испытанія локомобиля Ланца. Выясненія особенностей рабочего процесса при перегрѣвѣ. Конструкціи локомобилей Вольфа съ перегрѣвомъ. Таблица результатовъ многочисленныхъ испытаній локомобилей Вольфа разныхъ эпохъ и разныхъ типовъ.

Сопоставленіе локобилей Вольфа съ прочими тепловыми двигателями по экономичности.

8) Извѣстія механическаго института И. М. Т. У. Выпускъ I—Полробныя испытанія нефтяной топки локобиля Вольфа. Выпускъ II—Графическій расчетъ парового котла. Способъ полнаго расчета котловъ и перегрѣвателей, нѣкоторыя указанія по локобилямъ Вольфа.

9) Сверхъ того, въ журналѣ Баварскаго Общества по надзору за котлами часто помѣщаются результаты испытаній локобилей. Напримѣръ: Z. d. B. D.-R.-V. 1901, № 8 — тормазныя испытанія локобилей Ланца и Гаррета и Смита; 1902, № 4 и 5 — обстоятельныя тормазныя испытанія локобиля-компаундъ съ перегрѣвомъ и конденсаціей, Вольфа, съ изслѣдованіемъ индикаторныхъ діаграммъ; 1904, № 24—испытаніе локобиля-тандемъ съ перегрѣвомъ и конденсаціей, Вольфа, и сравненіе этого локобиля по экономичности съ газовымъ двигателемъ, работающимъ съ всасывающимъ генераторомъ.

По общей литературѣ локобилей сдѣланы нѣкоторыя добавочныя указанія на стр. 31. Едва ли нужно прибавлять дальнѣйшія указанія, ибо эта литература ограничивается популярными руководствами, малоцѣнными для инженера.

Въ заключеніе долженъ указать, что чрезмѣрная задержка въ напечатаніи очерка зависѣла не отъ издателей, а отъ моего недосуга закончить начатую давно работу.

Проф. В. Гриневецкій.

Москва, 23 апрѣля 1906 г.

По поводу замѣтки г-на Бершадскаго.

Тѣ многочисленныя и мѣстами весьма серьезныя поправки, которыя мнѣ пришлось сдѣлать при переводѣ книги Хедера „Паровыя машины и парораспредѣленія“ и необходимость которыхъ была указана мною и издателями моего перевода, инженеръ-механиками Лужецкимъ и Подчиненновымъ въ нашихъ предварительныхъ объявленіяхъ, почему-то сильно не понравились цѣлой серіи лицъ, которыя, несмотря на появленіе нашего изданія, нашли нужнымъ осчастливить Россію еще двумя изданіями той же книги Хедера, сохраняя ее во всей ея неприкосновенности, отвергая необходимость и даже вѣрность сдѣланныхъ мною поправокъ. Причина этаго намъ не понятна, такъ какъ почти всѣ упомянутыя лица носятъ званіе инженера и, кажется, должны были бы понимать необходимость поправокъ всѣхъ ошибочныхъ мѣстъ книги Хедера. Но дѣйствительность показала обратное, и мы принуждены были, по мѣрѣ возможности, отвѣчать на нападки этихъ лицъ, защищая законность сказанныхъ поправокъ, необходимость которыхъ, впрочемъ, и безъ этого ясна всякому образованному инженеру, и отвѣчать на нападки мы признаемъ необходимымъ только потому, что среди читателей книги Хедера есть много лицъ съ среднимъ и низшимъ техническимъ образованіемъ и даже совсѣмъ безъ такового. И только для того, чтобы эту категорію читателей не оставлять въ сомнѣніи, мы считали и считаемъ необходимымъ не оставлять безъ возраженія ни одного изъ ошибочныхъ утвержденій, распространяемыхъ названными лицами.

Въ виду того, что одно изъ такихъ лицъ самоуправно не пожелало помѣстить въ издававшемся имъ техническомъ журналѣ нашего возраженія на высказанное имъ нелѣпое утвержденіе, мы, пользуясь настоящимъ случаемъ разсылки нашимъ читателямъ добавленія къ нашей книгѣ, считаемъ необходимымъ не оставить безъ отвѣта направленную по нашему адресу инсинуацію.

Дѣло въ слѣдующемъ:

Въ журналѣ „Практикъ-Монтеръ“ за 1903 годъ, №№ 10–11 помѣщенъ слѣдующій отвѣтъ редакціи на запросъ одного изъ подписчиковъ относительно расчета тѣла поршня у втулки, который у Хедера изложенъ совершенно невѣрно и исправленъ въ моемъ переводѣ (стр. 197 первой части нашего изданія).

Приводимъ этотъ замѣчательный „Отвѣтъ Редакціи“ полностью:

Отвѣтъ. Вы указываете на ошибку въ № 11–12–1902 года на стр. 275, гдѣ ведется расчетъ тѣла поршня у ступицы, у втулки. Вы указываете на то, что проф. А. Сидоровъ въ своемъ переводѣ Н. Haeder'а указываетъ на слѣдующее: по непростительной *невнимательности* автора (т.-е. Haeder'а) у него въ оригиналѣ вмѣсто длины окружности ($\pi \delta$) стоитъ площадь (?)... Но правъ все-таки Н. Haeder; правильнѣе выразить K_s , какъ въ № 11–12 1902 года, т.-е. $K_s = \frac{P}{\pi \delta^2 \cdot 2 \cdot \delta}$, и не $K_s = \frac{P}{2\pi \cdot \delta \cdot \delta}$, какъ на это

указываетъ проф. А. Сидоровъ. И никакой *невнимательности* со стороны Haeder'а тутъ нѣтъ! Дѣло въ томъ, что при дѣйствіи силы по нейтральной оси тѣла, подвергаемаго сгибу, слои тѣла, параллельные нейтральной оси, въ зависимости отъ дѣйствія силы подвергаются то растяженію, то укорачиванію; эти напряженія въ слояхъ параллельныхъ нейтральной оси тѣла неодинаковы и между слоями вызывается *сдвигъ* или *срѣзь*. Наибольшія напряженія имѣютъ мѣсто въ нейтральной оси, и въ данномъ случаѣ у нейтральнаго слоя тѣлу надо придать надлежащія *размѣры*.

При расчетѣ лобовыхъ частей тѣла поршня у нейтральной оси имѣется отверстіе для прохода штока, и такъ какъ здѣсь же имѣются какъ бы ребра, усиливающія это отверстіе, то проф. К. Бахъ (Детали машинъ, проф. К. Бахъ, переводъ А. В. Шкларевича, стр. 611, 1897, С.-Петербургъ) рекомендуетъ считать середину тѣла поршня какъ бы сплошною (для упрощенія опредѣленія J). Проф. К. Бахъ для поршней даетъ формулу:

$$M_v = 0,25 \pi D^2 \frac{PD}{3\pi} = < \frac{J}{e_1} K_s \text{ (см. стр. 611).}$$

Отсюда

$$K_s \geq \frac{0,25 \pi D^2 \frac{PD}{3\pi}}{\frac{J}{e_1}} = \frac{0,25 \pi D^2 \frac{PD}{3\pi}}{D \cdot \frac{\pi}{64} D^4} \text{ или}$$

$$K_s \geq \frac{16}{3} \frac{P}{\pi D^2} \frac{4}{3} = \frac{P}{\pi D^2} = 1,1 \cdot \frac{P}{\pi D^2}.$$

Не трудно видѣть, что, переходя къ поршню разсматриваемаго случая, имѣемъ, какъ это указано правильно у Haeder'a

$$K_s = \frac{P}{\pi d^2 \frac{2 \cdot \delta}{4}}; \text{ это даетъ для } D \text{ болѣе надежный размѣръ, чѣмъ}$$

$$K_s = \frac{P}{2\pi D \delta}, \text{ какъ указываетъ проф. А. Сидоровъ.}$$

Ведя и въ данномъ случаѣ расчетъ по формулѣ, указанной проф. А. Сидоровымъ, $K_s = \frac{P}{f}$, получаемъ болѣе слабые размѣры въ 33% (см. К. Баха, стр. 18).

Въ готовящемся къ печати переводѣ съ 7-го изданія Haeder'a (переводъ Л. Я. Бершадскаго) сохранено K_s , какъ указано у Haeder'a, а не какъ рекомендуетъ брать K_s проф. А. Сидоровъ. Какъ видите, *невнимательности* ни съ нашей стороны, ни со стороны Haeder'a вовсе не имѣется.

Единственный вопросъ, который надо еще рѣшить! Перифразируя его, мы получимъ: чьей компетенціи слѣдуетъ болѣе довѣрять:—проф. А. Сидорова или проф. К. Баха.

Этотъ вопросъ въ данномъ случаѣ неумѣстенъ. Сопротивленіе матеріаловъ, какъ отдѣлъ прикладной механики, настолько обосновано и детально обработано К. Бахомъ, что о субъективномъ мнѣніи въ поставленномъ Вами вопросѣ и рѣчи быть не можетъ; мы совѣтуемъ придерживаться упрощенной формулы, данной Haeder'омъ и нами въ № 11—12 1902 года.

Редакція“.

71
Въ отвѣтъ на эту замѣтку, сплошь состоящую изъ техническихъ нелѣпостей и въ высшей степени проникнутую „полемическимъ задоромъ“ противъ меня (насколько, какъ видятъ читатели, что даже „не можетъ быть и рѣчи“ о сравненіи авторитетовъ моего и Баха), я послалъ Господину Бершадскому нижеслѣдующее письмо, съ просьбой помѣстить его на страницахъ „Практика-Монтера“, какъ мой отвѣтъ на приведенное выше замѣчаніе Редакціи:

„Милостивый Государь

Левъ Яковлевичъ!

Прошу Васъ помѣстить въ ближайшемъ № „Практика-Монтера“ настоящее мое письмо въ отвѣтъ на замѣтку Редакціи, помѣщенную въ № 10—11 за текущій годъ по поводу расчета поршня по Хедеру, исправленнаго мною.

Формула Хедера, которую Вы беретесь защищать и общаете сохранить въ своемъ переводѣ его книги, есть и будетъ **нелѣпа** и безсмысленна, ибо она даетъ величину напряженія; а напряженіе есть сила, дѣленная на **площадь**, у Хедера же въ разбираемой формулѣ напряженіе равно силѣ, дѣленной на объемъ ($\frac{\pi \delta^2}{4} \cdot 2 \delta$), и потому формула невѣрна, ничего не выражаетъ и не можетъ быть получена изъ уравненій теоріи упругости и сопротивленія матеріаловъ, что Вы и увидѣли бы сами, если бы Вы потрудились **дѣйствительно** продѣлать тотъ „переходъ“, о которомъ Вы говорите, но котораго не приводите въ журналѣ. Тогда бы Вы увидели, что никакими математическими дѣйствіями нельзя формулу

$$1,1 \cdot \frac{P}{\frac{\pi D^2}{4}}$$

превратить въ формулу

$$\frac{P}{\frac{\pi D^2}{4} \cdot 2 \cdot \delta},$$

ибо въ первую длина входитъ въ знаменателѣ во **второй** степени, а во вторую формулу—въ **третьей**.

Независимо отъ принципіальной нелѣпости формулы, я укажу еще цѣлый рядъ ошибокъ въ Вашей недоконченной попыткѣ вывести „по Баху“.

Во-первыхъ, сдвигъ или срѣзь въ **плоскостяхъ**, параллельныхъ нейтральному слою, совершенно не относится къ разбираемому вопросу, ибо я далъ свою формулу для срѣза по **цилиндрической** поверхности, и для чего Вы въ отвѣтѣ редакціи говорите о продольномъ сдвигѣ—неизвѣстно. Формула Баха, приводимая Вами, есть простой расчетъ поршня на изломъ, и продольный сдвигъ здѣсь совершенно не при чемъ.

Далѣе, желая примѣнить эту формулу къ выводу нелѣпой формулы Хедера, Вы принимаете D формулы Баха, означающее діаметръ **поршня**, равнымъ D въ формулѣ Хедера, гдѣ D есть діаметръ **втулки**, что совершенно другое дѣло!

Разница между расчетами по Хедеру и по Сидорову будетъ не 33%, какъ Вы говорите, а будетъ въ отношеніи

$$\frac{P}{\frac{\pi \delta^2}{4} \cdot 2 \cdot \delta} : \frac{P}{2 \pi \delta \cdot \delta}$$

т.-е въ отношеніи

$$\frac{4}{\delta},$$

что опять указываетъ на нелѣпость формулы, ибо отношеніе напряженій, которое есть отвѣченное число, выходитъ зависить отъ размѣра δ .

Указанные же Вами 33% разницы совершенно не идутъ къ дѣлу; это разница между напряженіемъ сдвига, вычисланнымъ предполагая равномерное распредѣленіе напряженія и дѣйствительнымъ наибольшимъ напряженіемъ сдвига, да и то только для **круглаго сѣченія**.

Перефразируя Ваше заключеніе отвѣта редакціи, я получаю такой вопросъ: чьей компетенціи въ опредѣленіи понятія о напряженіи слѣдуетъ довѣрять болѣе: всего ли свѣта, включая туда и Баха и даже Хедера, который во всей книгѣ, кромѣ одного мѣста, о которомъ идетъ рѣчь (и гдѣ онъ ошибся), опредѣляетъ напряженіе правильно, или же инженеръ-механика Л. Я. Бершадскаго, который считаетъ напряженіе равнымъ силѣ, дѣленной на объемъ?

Вы отвѣтили на свой вопросъ, предложивъ предпочесть авторитетъ Баха (хотя у меня съ Бахомъ полное согласіе). Отвѣтить на мой вопросъ я предоставляю самой читающей публикѣ.

Уважающій Васъ

Москва, іюня 24 дня 1903 г.

профессоръ А. Сидоровъ“.

Такъ какъ это мое письмо въ слѣдующихъ №№ журнала помѣщено не было, то я послалъ редактору Г. Бершадскому коротенькое письмо съ просьбой увѣдомить меня, получено ли имъ мое приведенное выше письмо, и если получено, то почему оно не напечатано въ журналѣ.

Въ отвѣтъ на этотъ запросъ Господинъ Бершадскій прислалъ мнѣ глупое и нахальное письмо, написанное въ тонѣ снисходительнаго амикошонства, на которое я не давалъ ему никакого права, такъ какъ почти незнакомъ съ нимъ лично и единственный разъ разговаривалъ съ нимъ четверть часа на одномъ изъ вечеровъ Техниковъ Императорскаго Техническаго Училища.

Вотъ что писалъ мнѣ Г. Бершадскій:

„Профессору

Анатолю Ивановичу Сидорову

Москва.

Милостивый Государь.

Ваши письма отъ 24, 26/VI и 24/VII мною получены.

Я охотно помѣстилъ бы на страницахъ редактируемаго мною изданія Ваши замѣчанія по поводу *критики* исправленнаго Вами

расчета (?) тѣла поршня по Хедеру, если бы эти замѣчанія касались бы только этой критики **по существу**. Ваше письмо было бы напечатано въ подобномъ случаѣ, несмотря даже на то, что я лично продолжалъ бы оставаться при мнѣніи, что ни K_s Хедеровское, ни K_s , исправленное Вами, не имѣютъ никакого **практическаго значенія**. Дѣлалъ бы я такъ потому, что не приходится перья ломать изъ-за K_s Хедеровскаго такъ же, какъ не приходится чепчики вверхъ бросать за K_s , Вами исправленное; оба другъ друга стоятъ, они оба великолѣпны! *)

Но вамъ угодно было письмо свое уснастить балагурствомъ въ духѣ..... Шекспировскихъ могильщиковъ.

Въ такомъ видѣ, пользуясь правомъ, предоставленнымъ мнѣ законами о печати, я Вашего письма не напечатаю.

Въ данномъ случаѣ я руководствуюсь и слѣдующими соображеніями.

Ваше письмо должно было бы вызвать отвѣтъ, соотвѣтствующій **по меньшей мѣрѣ** тону (задорному) Вашего письма, и подобный отвѣтъ редакціи мнѣ былъ бы крайне нежелателенъ, какъ изъ-за прежняго моего (или „искренняго“, неразборчиво) почтенія въ коллегіи профессоровъ дорогой мнѣ *almae matris*, гдѣ и Вы состоите профессоромъ, такъ равно и изъ-за глубокаго почтенія къ прессѣ и читающей публикѣ.

Л. Я. Бершадскій,

Инженеръ-механикъ.

*) Невольно вспоминаются слова Лессинга:

При тѣхъ добродѣтеляхъ, какихъ мы требуемъ отъ слугъ
Много ли найдется господъ, достойныхъ названія слуги.

(Натанъ Мудрый, I дѣйствіе, 1-е явленіе)“.

Таково письмо Господина Бершадскаго.

Если бы приведенная здѣсь переписка происходила вся только между мною и г. Бершадскимъ, то, конечно, отвѣчать на такое письмо не имѣло бы ни малѣйшаго смысла, и его оставалось бы бросить только въ корзинку. Но такъ какъ первое письмо г. Бершадскаго было напечатано въ его журналѣ, въ видѣ отвѣта редакціи, и такъ какъ для меня, конечно, нѣтъ ни малѣйшей надобности разъяснять г-ну Бершадскому основныя понятія сопротивленія матеріаловъ, но необходимо, имѣя въ виду публику съ недостаточнымъ техническимъ образованіемъ, указать таковой на то, что все-таки г. Бершадскій совершенно не правъ, то я и считаю нужнымъ въ настоящемъ еще разъ сказать, что вмѣсто того,

чтобы писать такое блестящее письмо, г. Бершадскій долженъ былъ бы для того, чтобы окончательно сразить меня, и доказать всѣмъ мою безпредѣльную глупость (что онъ, изволите ли видѣть, стѣсняется сдѣлать изъ уваженія къ Техническому Училищу), просто вывести защищаемую имъ формулу. Если бы его слова объ уваженіи къ *alma mater* были не громкой фразой, то именно изъ-за этого уваженія онъ задумался бы надъ тѣмъ—„да неужели же Техническое Училище могло пригласить профессоромъ такого идіота (т.-е. меня), который не имѣетъ понятія объ элементарныхъ расчетахъ“ и долженъ былъ бы провѣрить свои взгляды на понятіе о напряженіи и на теорію изгиба, слѣдствіемъ каковой провѣрки, вѣроятно, явилось бы проясненіе его представлений объ этихъ вопросахъ? Теперь же я могу въ заключеніе сказать одно, что только уваженіе къ коллегіи профессоровъ Императорскаго Техническаго Училища не заставляетъ меня высказать глубокаго удивленія по поводу того, какъ могло Училище выпустить въ свое время со званіемъ инженера такого Господина, какъ г. Бершадскій, который не знаетъ, что такое напряженіе. Очевидно, одичалъ онъ технически уже впослѣдствіи, во время „практической“ дѣятельности!

Относительно полемическаго задора г. Бершадскій тоже, очевидно, имѣетъ крайне странныя понятія, именно, что онъ, считая, вѣроятно, себя великимъ авторитетомъ, можетъ поносить въ своемъ журналѣ кого угодно и какъ угодно, но эти лица отвѣчать на это не смѣютъ, благо они журнала не издаютъ. Самое лучшее лишить ихъ права голоса.

Желая указать только по существу еще разъ на то, что все, сказанное г. Бершадскимъ по поводу моей поправки, есть вздоръ съ начала до конца, въ дальнѣйшіе полемическіе разговоры по поводу письма его входить считаю излишнимъ. Мнѣ обидно, разумѣется, не за себя, такъ какъ „критика“ такихъ знатоковъ, какъ г. Бершадскій, не можетъ имѣть для меня никакого значенія, но еще разъ обидно за русскую читающую публику, которую берутся поучать лица, подобныя г. Бершадскому. Уваженіе къ публикѣ должно было бы прежде всего выразиться именно въ томъ, чтобы не братья поучать ее со свѣдѣніями, подобными тѣмъ, какими обладаетъ г. Бершадскій.

Императорскаго Техническаго Училища

ханикъ А. Сидоровъ.

Паровые локомобили.

Задачи очерка.

Въ русской техникѣ еще довольно распространенъ отжившій взглядъ на локомобили, какъ на очень простые, небольшіе и неэкономичные двигатели, интересные лишь для сельскаго хозяйства и для временныхъ работъ, гдѣ не гонятся за экономіей въ расходѣ топлива. Этотъ рутинный взглядъ не признаетъ за локомобилими серьезнаго значенія въ качествѣ двигателя для промышленныхъ цѣлей. Онъ возникъ еще въ тѣ времена, когда экономичность паровыхъ машинъ ставилась въ непремѣнную связь съ сложностью ихъ парораспределенія и когда локомобили строились почти исключительно англійскими заводами и, именно, для сельскохозяйственныхъ цѣлей. Но затѣмъ въ рукахъ германскихъ заводовъ, особенно завода Р. Вольфъ въ Магдебургѣ, локомобили развились въ очень экономичные двигатели, мощностью до сотенъ лошадиныхъ силъ. Теперь техническая практика и точный опытъ даютъ совсѣмъ иную оцѣнку локомобилиамъ. Современный паровой локомобиль для промышленныхъ цѣлей не только не уступаетъ, но часто превосходитъ по экономичности лучшія, болѣе сложные и крупныя паровыя установки съ отдѣльными машинами и котлами. Точно также, мелкіе сельскохозяйственные локомобили не уступаютъ по экономичности мелкимъ установкамъ съ отдѣльными машинами и котлами и керосиновымъ двигателямъ, которые лишь на первыхъ порахъ своего появленія были въ большой модѣ въ сельскомъ хозяйствѣ. При такомъ соотношеніи экономичностей локомобиль имѣетъ крупное преимущество простоты устройства и ухода, меньшей стоимости и во многихъ случаяхъ—большей надежности дѣйствія, чѣмъ соответственные паровыя установки съ отдѣльными машинами и котлами и, особенно, установки двигателей внутреннего сгорания. Конкуренція съ поршневою па-

ровой машиной другихъ двигателей, какъ-то: паровыя турбины и двигатели внутренняго сгоранія,—для силового газа и Дизеля, наименѣ чувствительна для локомотивовъ, несмотря на то, что двигатели внутренняго сгоранія являются особенно опасными конкурентами при тѣхъ размѣрахъ установокъ, какія имѣютъ локомотивы. Этимъ я, конечно, не хочу сказать, чтобы за локомотивами сохранилось господство, подобное нераздѣльному господству паровыхъ двигателей въ прошедшемъ. Но нужно указать, что въ извѣстныхъ экономическихъ и техническихъ условіяхъ, весьма часто встрѣчающихся въ практикѣ, паровой локомотивъ имѣетъ несомнѣнные преимущества предъ всѣми прочими двигателями. Причины этому кроются въ техническихъ и экономическихъ особенностяхъ локомотивовъ и будутъ указаны въ очеркѣ. Локомотивъ представляетъ поэтому особый техническій интересъ, какъ паровой двигатель не только настоящаго, но и будущаго.

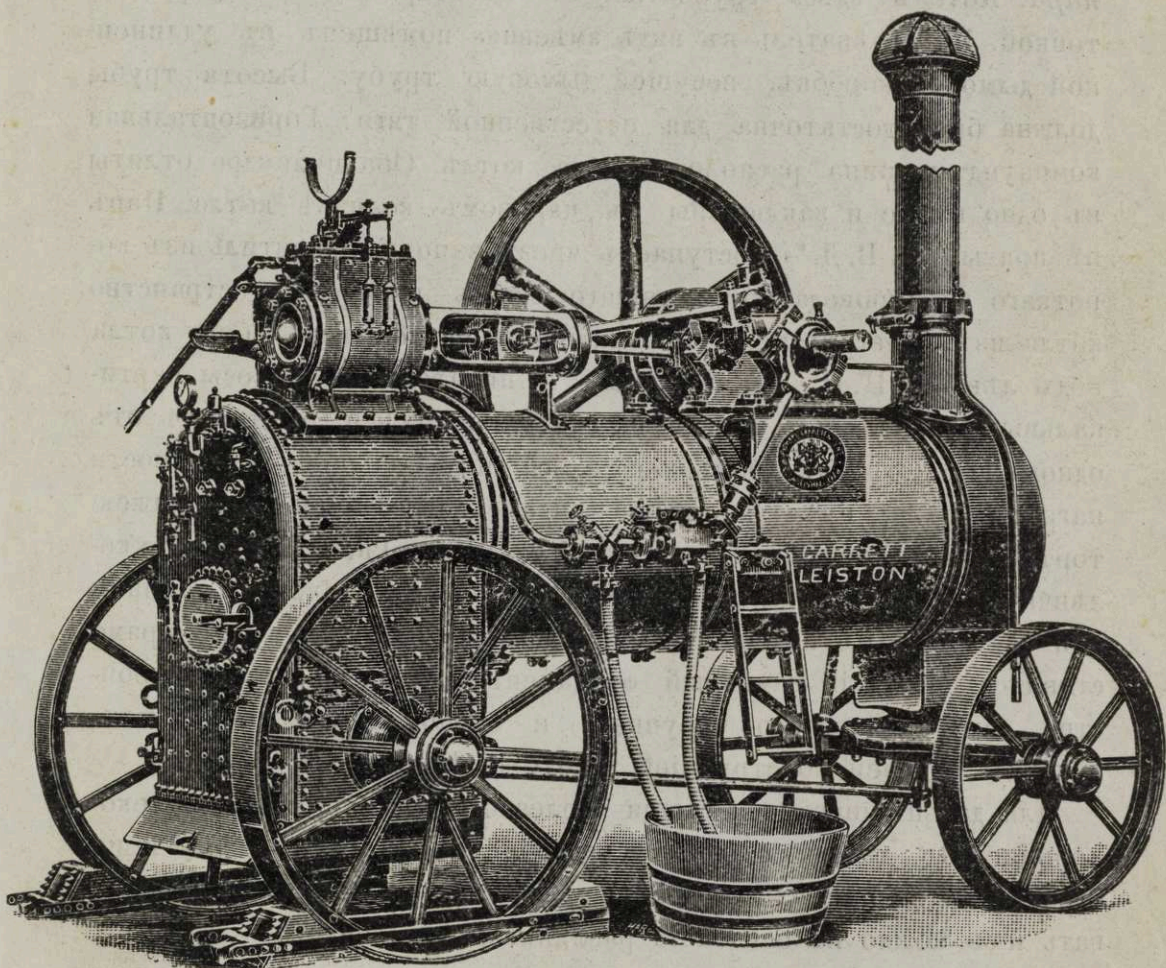
Между тѣмъ литература по паровымъ локомотивамъ и русская, и иностранная очень ограничена и отрывочна. Монографіи по локомотивамъ даютъ преимущественно описанія сельскохозяйственныхъ локомотивовъ, касаясь главнымъ образомъ ихъ примѣненія, а не конструкцій. Изъ этой литературы инженеръ и, въ частности, конструкторъ можетъ извлечь лишь немного цѣннаго матеріала, ибо сущность техническихъ вопросовъ разсматривается въ такихъ монографіяхъ довольно поверхностно и элементарно. Цѣннѣе довольно многочисленные отчеты о выставкахъ и испытаніяхъ локомотивовъ, частью въ видѣ отдѣльныхъ изданій, а главнымъ образомъ разбросанные по иностраннымъ техническимъ и сельскохозяйственнымъ журналамъ. Не весь матеріалъ этого рода легко доступенъ, а бóльшая часть его лишена цѣльности. Настоящій очеркъ имѣетъ цѣлью восполнить отчасти указанный недочетъ литературы и имѣетъ въ виду преимущественно инженеровъ и конструкторовъ. Онъ предполагаетъ у читателя основательное знакомство съ теоріей и конструкціей паровыхъ машинъ и котловъ. Задачей очерка является *выясненіе главныхъ техническихъ особенностей паровыхъ локомотивовъ и установленіе основъ для ихъ конструирования*. Поэтому очеркъ нельзя разсматривать въ качествѣ полной монографіи по локомотивамъ; общія съ паровыми машинами и котлами основанія ихъ конструирования и дѣйствія не будутъ разсматриваться, будетъ разбираться лишь отличительное для нихъ. Очеркъ представляетъ одно изъ дополненій книги Хедера и это ограничиваетъ его объемъ, особенно относительно чертежей и клише. Далеко не весь наличный конструктивный матеріалъ можно было использовать въ силу этого ограни-

ченія; приходилось выбирать только наиболѣе цѣнное и оригинальное; пришлось выключить чертежи изъ журналовъ, какъ болѣе доступные, и ограничиться относительно ихъ только ссылками.

Соотвѣтственно задачамъ очерка въ изложеніи принять слѣдующій порядокъ. Сперва разобраны вкратцѣ общее устройство локомобилей и классификація ихъ типовъ. Затѣмъ разсматриваются конструктивныя особенности котловъ, машинъ и вспомогательныхъ устройствъ локомобилей и выясняются основанія ихъ конструирования.

Общее устройство. Типы локомобилей.

Паровой локомобиль представляетъ собой *полную паровую установку*, всѣ части которой соединены въ одно неизмѣнное конструктивное цѣлое. Въ отличіе отъ паровозовъ, также отвѣчаю-



Фиг. 2635.

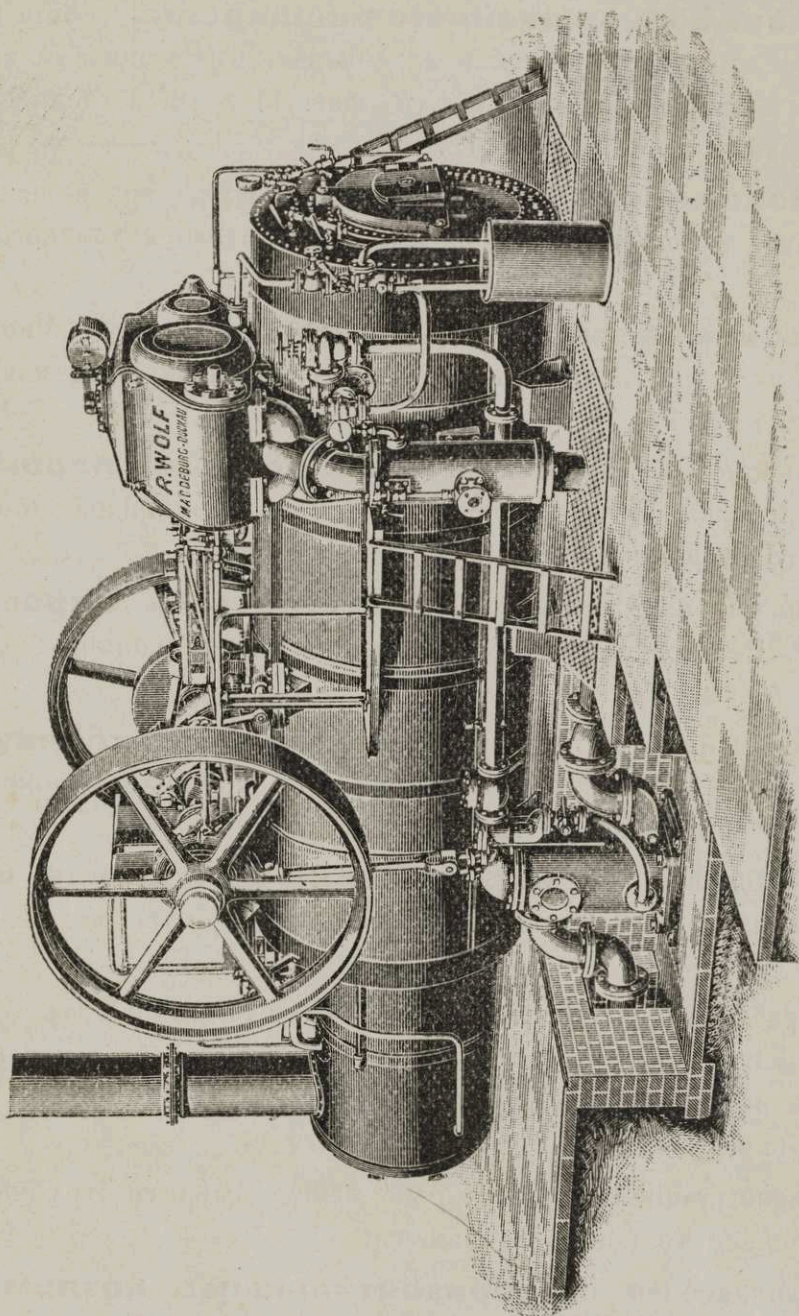
щихъ этому опредѣленію, работа локомобиля тратится на машины-орудія. На **фиг. 2635** изображенъ небольшой *перевозный локобель*. Трубочатый котель съ внутренней корбчатой топкой служить основаніемъ машины. Въ задней части котель несетъ дымовую коробку, поддерживающую короткую желѣзную дымовую трубу. Тяга усиливается выпускомъ мятаго пара въ конусъ у основанія трубы. Цилиндръ горизонтальной одноцилиндровой машины сообщается чрезъ *запорный золотничекъ* непосредственно съ котломъ, безъ особаго паропровода. Работа машины передается съ колѣнчатого вала и маховика ремнемъ. Питательный насосъ работаетъ отъ эксцентрика и помѣщенъ сбоку котла. Здѣсь соединены въ одно конструктивное цѣлое всѣ части паровой установки, кромѣ резервуара питательной воды, — *обрѣза* подъ насосомъ. Котель поставленъ на четырехколесный ходъ съ поворотнымъ передкомъ для дышловой запряжки. Таково въ общихъ чертахъ устройство наиболѣе простаго пароваго локомобиля. На **фиг. 2636** изображенъ большой *полулокобель компаундъ, съ конденсаціей и перегрѣвомъ пара*. Котель здѣсь трубчатый съ цилиндрической внутренней топкой. Перегрѣватель въ видѣ змѣевика помѣщенъ въ удлиненной дымовой коробкѣ, несущей дымовую трубу. Высота трубы должна быть достаточна для естественной тяги. Горизонтальная компаундъ-машина расположена на котлѣ. Оба цилиндра отлиты въ одно цѣлое и заключены въ паровомъ колпакѣ котла. Паръ въ правый Ц. В. Д.*) поступаетъ чрезъ запорный вентиль изъ короткаго паропровода, проходящаго сквозь паровое пространство котла изъ перегрѣвателя. Холодильникъ расположенъ сбоку котла подъ лѣвымъ Ц. Н. Д. Воздушный и питательный насосы вертикальны, расположены подъ лѣвымъ маховикомъ и работаютъ отъ одного эксцентрика. Кромѣ насоса, въ силу большой поверхности нагрѣва котла, имѣется второй питательный приборъ, — инжекторъ, расположенный слѣва у фронта котла. Работа съ двухколѣнчатого вала можетъ передаваться съ обоихъ маховиковъ ремнями или канатами. Котель приклепанными чугуными ножками прямо ставится на легкій каменный фундаментъ. Таково общее устройство самаго сложнаго, крупнаго и экономичнаго локомобиля, обязаннаго своей конструкціей заводу Р. Вольфъ.

Для дальнѣйшаго изложенія полезно классифицировать локобели. По деталямъ конструкцій, по рабочему процессу и по назначенію локобели довольно разнообразны, и классифицировать ихъ можно на основаніи различныхъ признаковъ.

*) Цилиндръ высокаго давленія.

По перемѣщаемости различаются:

1) локомобили на колесахъ—**перевозные локомобили**, короче—локомобили. Образецъ данъ на фиг. 2635.



Фиг. 2636.

2) локомобили безъ колесъ—**полулокомобили**, иногда называемые постоянными локомобилями. Образцы даны на фиг. 2636 и на табл. N фиг. 21.

3) **локомобили-самоходы**, двигающіеся отъ собственныхъ машинъ ¹⁾.

¹⁾ Этотъ родъ локомобилей особенно распространенъ въ Американскихъ С. Шт. въ качествѣ сельскохозяйственныхъ, вытѣснивъ почти вполне перевозные локомо-

По рабочему процессу машины различаются:

1) **локомотили простого расширенія**,—большинство перевозныхъ и, вообще, небольшихъ; не болѣе 50—75 HP_e .

2) **локомотили двойного расширенія**,—болѣ крупные перевозные и полулокомотили;—бываютъ съ машинами компаундъ, какъ на фиг. 2636 и на т. *N*, фиг. 17 и 18, и съ машинами тандемъ, какъ на т. *N*, фиг. 12.

3) **локомотили безъ конденсаціи**,—всѣ перевозные и самоходы и часто — полулокомотили простого и двойного расширенія.

4) **локомотили съ конденсаціей**,—полулокомотили, обыкновенно болѣ крупные и двойного расширенія, какъ на т. *N*, фиг. 1, 2, 18, 24.

5) **локомотили, работающіе насыщеннымъ паромъ**,—громадное большинство локомотилей и полулокомотилей, простого и двойного расширенія.

6) **локомотили, работающіе перегрѣтымъ паромъ**,—завода Р. Вольфъ полулокомотили, простого и двойного расширенія, т. *N*, фиг. 10—15.

7) **локомотили съ регулированіемъ на отсѣчку** (съ автоматической отсѣчкой),—вообще болѣ крупные локомотили, двойного расширенія—почти исключительно.

8) **локомотили съ регулированіемъ мятіемъ пара** (съ постоянной или переставной отсѣчкой),—болѣ мелкіе локомотили.

По рабочему процессу котла серьезныхъ различій нѣтъ. Можно указать 3 признака: работа съ естественной или искусственной тягой, съ подогревомъ питательной воды или безъ него, съ перегревомъ пара или безъ него.

По конструкціи котла, который всегда бываетъ трубчатымъ съ внутренней топкой, различаются:

1) **локомотили съ горизонтальнымъ котломъ**, — почти всѣ;

били. Въ Европѣ самоходы гораздо менѣ распространены и примѣняются преимущественно для паровой пахоты, для перевозки тяжестей и т. п. Въ Россіи самоходы пока очень мало распространены, хотя, повидимому, они были бы вполне целесообразны для сравнительно экстензивнаго русскаго сельскаго хозяйства. Въ виду малаго практическаго значенія самоходовъ и необходимаго ограниченія объема очерка, они далѣе разсматриваться не будутъ.

2) локомотивы съ **вертикальнымъ котломъ**,—немногіе очень малыхъ размѣровъ до 5—6 HP_e , какъ на т. N, фиг. 20;

3) **котлы съ коробчатой топкой**, англійскаго типа, паровознаго типа, какъ на т. L, фиг. 23 и 24;

4) **котлы съ цилиндрической топкой и прямымъ пламенемъ**, нѣмецкаго типа, какъ на т. L, фиг. 10 и 11, на т. N, фиг. 4. Обыкновенно топка и трубчатая система, — жаровая часть котла дѣлается выдвижной, какъ на т. M, фиг. 32 и 33, и лишь рѣдко при малыхъ локомотивахъ—соединенными съ барабаномъ котла наглухо;

5) **котлы съ цилиндрической топкой и обратнымъ пламенемъ**, употребительны во французскихъ и американскихъ локомотивахъ. Въѣшній видъ давъ на т. N, фиг. 8.

По приспособленности для различнаго топлива котлы англійскаго типа бываютъ: 1) съ обыкновенной топкой, 2) съ увеличенной топкой для малотеплопроизводительнаго топлива. Въ остальныхъ типахъ приспособленность достигается особыми добавочными частями топки, не мѣняющими конструкции самого котла.

По конструкции машины различаются:

1) локомотивы съ **горизонтальной машиной**,—почти всѣ;

2) локомотивы съ **вертикальной машиной**,—исключенія, т. N, фиг. 20;

3) локомотивы съ **машиной надъ котломъ**,—почти всѣ;

4) локомотивы съ **машиной подъ котломъ**,—исключенія, т. N, фиг. 22; англичане и французы называютъ ихъ *полупостоянными машинами* (semi fixe);

5) локомотивы **одноцилиндровые**,—небольшихъ размѣровъ, менѣе 50 HP_e ;

6) локомотивы **двухцилиндровые**, простого расширенія съ 2 одинаковыми цилиндрами или двойного расширенія: компаундъ или тандемъ;

7) локомотивы съ **постояннымъ направлениемъ вращенія**,—почти всѣ;

8) локомотивы **реверсивные**: для шахто-подъемниковъ, т. N, фиг. 6 и 7, самоходы;

9) локомотивы съ **золотниковымъ распредѣлениемъ**, простымъ или двойнымъ золотникомъ,—почти всѣ;

10) локомотивы съ **крановымъ распредѣлениемъ**,—немногія исключенія.

Можно указать еще различія болѣе второстепенныя; по роду холодильника, регулятора и т. д.

По назначенію локомотили раздѣляются на:

1) мелкіе подвижные двигатели для сельскаго хозяйства или временныхъ промышленныхъ работъ,—**перевозные локомотили, иногда самоходы;**

2) локомотили для промышленныхъ цѣлей,—двигатели общаго назначенія, работающіе на приводъ,—преимущественно **полу-локомотили;**

3) локомотили специальныхъ типовъ, въ **непосредственномъ соединеніи съ рабочими машинами:** динамо, поршневыми и центробѣжными насосами, торфяными машинами, шахто-подъемниками, шоссейными катками и т. д. Образцы даны на т. N, фиг. 6—9.

Конструкція котла.

Общія условія. Англійскій и нѣмецкій типы.

Конструкція локомобильнаго котла должна удовлетворять слѣдующимъ условіямъ:

1) *Котелъ со всеми вспомогательными частями долженъ составлять одно конструктивное цѣлое, достаточно прочное, чтобы служить фундаментомъ машины и быть перемѣщаемымъ.*

Это требованіе является основнымъ, наиболѣе характернымъ для локомобильнаго котла.

Сверхъ того должны быть удовлетворены еще слѣдующія требованія:

2) *возможно малый вѣсъ, простота и компактность конструкціи котла;*

3) *надежность въ работѣ и простота ухода;*

4) *простота ремонта или удобство замѣны болѣе чувствительныхъ къ поврежденіямъ частей;*

5) *возможность значительнаго форсированія безъ ущерба для надежности дѣйствія и качества пара;*

6) *экономичность работы котельнаго устройства.*

Всѣ эти требованія удовлетворяются въ весьма различной мѣрѣ, въ зависимости отъ типа котла. Основному первому условію удовлетворяютъ лучше прочихъ котлы съ внутренней топкой и внутренними же газоходами, какими являются трубчатые

котлы съ внутренней топкой. Прочіе типы, въ особенности, водотрубные котлы не представляютъ достаточно прочнаго конструктивнаго цѣлаго; ихъ части слабо связаны и не приспособлены для передачи значительныхъ усилій, а сильно развитая обмуровка явилась бы очень непріятнымъ придаткомъ для перемѣщаемаго котла. Котлы трубчатые съ внутренней топкой не имѣютъ никакихъ крупныхъ придаточныхъ частей, а ихъ корпусъ достаточно проченъ, чтобы выдерживать большія усилія и служить надежнымъ фундаментомъ машины. Поэтому исключительно этотъ типъ котловъ и примѣняется для локомотивовъ. Изъ указанныхъ выше его разновидностей представляются наиболѣе характерными и практически важными 2 типа: англійскій, съ коробчатой топкой, и нѣмецкій, съ цилиндрической топкой. Конструкцію этихъ типовъ рассмотримъ подробнѣе.

Нормальный котель англійскаго типа изображенъ на т. 4, фиг. 23 и 24. Топочная часть котла выполнена изъ *лобового* листа, образующаго фронтъ котла, *ухватнаго* листа, соединяющаго ее съ барабаномъ котла, и *кожухового* листа, образующаго плоскія боковыя стѣнки и полуцилиндрическій верхъ. Барабанъ здѣсь въ виду малыхъ размѣровъ котла выполненъ изъ одного листа. Топка призматической формы, со скругленными верхними ребрами, образована изъ 3 листовъ и топочнымъ кольцомъ соединена съ топочной частью котла. Въ передней стѣнкѣ топки, *передней трубной рѣшеткѣ* развальцованы *дымогарныя трубки*, другимъ концомъ укрѣпленныя въ *задней трубной рѣшеткѣ*, представляющей днище барабана котла. Плоскія стѣнки топки и топочной части котла укрѣплены *анкерными связями*, а потолокъ топки — *балками*, передающими давленіе пара на переднюю и заднюю стѣнки топки. Лобовой листъ и задняя рѣшетка укрѣплены угольниками и связаны продольными анкерами. Сбоку кожухового листа топки имѣется лазъ для осмотра котла. Кромѣ того, въ топочной части внизу имѣются непоказанные на чертежѣ малые лазы и пробки. Колосниковая рѣшетка лежитъ на угольникахъ внизу топки. Подъ колосниковой рѣшеткой укрѣпленъ къ топочной части зольникъ, не показанный на чертежѣ, но видный на т. 4, фиг. 12 и 13. Топочная дверка сдѣлана въ лобовомъ листѣ. Къ задней трубной рѣшеткѣ приклепана *дымовая коробка*, несущая цоколь дымовой трубы и имѣющая спереди дверку для очистки коробки и дымогарныхъ трубокъ. Питаніе котла производится около середины барабана на уровнѣ его оси. Пароотводъ представляетъ непоказанное на чертежѣ отверстіе около верхней образующей кожухового листа надъ топкой.

Нормальный котелъ нѣмецкаго типа изображенъ на т. *L*, фиг. 10 и 11, или на т. *M*, фиг. 32. Здѣсь котелъ представляетъ цилиндрическій барабанъ съ плоскими днищами. Переднее днище, фронтъ котла, привернуто на болтахъ къ угольнику, приклепанному къ барабану, и принадлежитъ *выдвижной жаровой части*. Жаровая часть состоитъ изъ цилиндрической топки, замыкаемой передней трубной рѣшеткой, развальцованныхъ въ послѣдней дымогарныхъ трубокъ, укрѣпленныхъ другимъ концомъ въ задней трубной рѣшѣткѣ. Задняя трубная рѣшетка привертывается на болтахъ къ заднему днищу котла, имѣющему соотвѣтственное рѣшѣткѣ отверстіе. Вся внутренняя жаровая часть представляетъ прочное конструктивное цѣлое и можетъ быть выдвинута наружу для очистки послѣ отвертыванія 2 рядовъ болтовъ. Плоскія стѣнки связаны между собой дымогарными трубками. Въ большихъ котлахъ переднее днище приклепано къ барабану и имѣетъ отверстіе, въ которое проходитъ выдвижная жаровая часть, привертываемая болтами къ переднему днищу. Въ цилиндрической топкѣ поставлена наклонно колосниковая рѣшетка, оканчивающаяся порогомъ, не доходя до передней трубной рѣшетки, какъ видно на т. *M*, фиг. 32. Подъ рѣшеткой образуется зольникъ. Лазъ дѣлается сбоку, въ барабанѣ котла. Дымовая коробка, питаніе и пароотводъ таковы же, какъ и въ англійскомъ типѣ.

Теперь можно въ общихъ чертахъ рассмотреть выполнение поставленныхъ условій обоими типами котловъ. Въ англійскомъ типѣ діаметръ барабана не великъ, а плоскія стѣнки укрѣплены достаточно часто размѣщенными связями и балками, поэтому толщина листовъ можетъ быть очень невелика; главная часть поверхности нагрѣва, трубки, очень легка. Требованіе легкости поэтому удовлетворяется весьма хорошо; на единицу поверхности нагрѣва котелъ приблизительно вдвое легче, чѣмъ котлы съ жаровыми трубами, и не уступаетъ водотрубнымъ. Котелъ нѣмецкаго типа при одинаковыхъ съ англійскимъ типомъ условіяхъ имѣетъ діаметръ барабана въ 1,4 до 1,8 раза больше, а плоскія днища его менѣе укрѣплены. Поэтому котлы нѣмецкаго типа значительно тяжеле котловъ англійскаго типа. Въ смыслѣ простоты конструкции, при общемъ удовлетвореніи этого требованія, оба типа имѣютъ слабыя мѣста. Въ англійскомъ типѣ топка и топочная часть со всѣми скрѣпленіями являются довольно сложными для выполненія, хотя и не требуютъ особыхъ техническихъ средствъ. Въ нѣмецкомъ типѣ необходима тщательность выполненія соединеній выдвижной жаровой части съ днищами

котла и цилиндрической топки, представляющей довольно ответственную котельную работу. Въ смыслѣ компактности конструкции англійскій типъ имѣетъ нѣкоторое преимущество предъ нѣмецкимъ, но оба выполняютъ это требованіе въ достаточной мѣрѣ. По занимаемому ими объему локомобильные котлы значительно компактнѣе котловъ съ жаровыми трубами, батарейныхъ и водотрубныхъ (за исключеніемъ специальныхъ типовъ послѣднихъ).

Относительно надежности въ работѣ достоинствомъ локомобильныхъ котловъ является отсутствіе соприкосновенія наружныхъ стѣнокъ съ газами, что сильно подымаетъ прочность этихъ ответственныхъ частей по сравненію съ котлами обмурованными. Но при этомъ достоинствѣ локомобильные котлы, особенно англійскаго типа, обладаютъ и очень важнымъ недостаткомъ: малой доступностью поверхности нагрѣва и, вообще внутренности котла, для осмотра и чистки. Въ нѣмецкомъ типѣ этотъ недостатокъ въ значительной мѣрѣ устраненъ выдвиганіемъ всей жаровой части; здѣсь лишь трубки мало доступны, а наиболѣе опасная часть, — топка хорошо доступна; равно доступна и внутренняя поверхность барабана котла.

Указанный недостатокъ локомобильныхъ котловъ требуетъ *питанія ихъ водой, не дающей накипи*, и въ противномъ случаѣ при англійскомъ типѣ требуется періодическое выниманіе всѣхъ трубокъ (не менѣе 1 раза на годъ непрерывной суточной работы и чаще), а при нѣмецкомъ такое же выдвиганіе жаровой части. При выполненіи этихъ условій надежность работы локомобильныхъ котловъ достаточно удовлетворительна и не уступаетъ надежности прочихъ системъ. Требованіе простоты ухода выполняется наглядностью и доступностью расположенія всѣхъ нужныхъ для ухода частей, чѣмъ локомобильные котлы значительно выше котловъ съ обмуровкой, въ которыхъ эти части болѣе разбросаны и скрыты.

Требованіе простоты ремонта удовлетворяется довольно хорошо для наиболѣе чувствительной части, — трубокъ и ихъ закрѣпленій въ рѣшеткахъ. Ремонтъ случайныхъ поврежденій топки и смѣна цѣлой топки въ англійскомъ типѣ при обычной конструкции топки не требуютъ особыхъ техническихъ средствъ и выполнимы на небольшихъ заводахъ. Въ нѣмецкомъ типѣ цилиндрическая топка представляетъ болѣе затрудненій для хорошаго исполненія, но зато топка находится въ лучшихъ условіяхъ въ смыслѣ очистки отъ накипи и поэтому должна быть болѣе долговѣчна.

Локомобильные котлы допускаютъ значительное форсированіе безъ ущерба для надежности работы и качества пара. Въ этомъ они сходны съ котлами съ жаровыми трубами и значительно выше водотрубныхъ. Незначительная высота воды надъ поверхностями нагрѣва способствуетъ спокойному испаренію. Форсировка работы за нормальный предѣлъ даетъ наиболѣе замѣтное повышеніе температуры газовъ лишь въ дымогарныхъ трубкахъ повышая ихъ паропроизводительность относительно паропроизводительности топки. Напряженіе поверхности нагрѣва трубокъ, вообще, невелико, а удаленіе пара съ нея свободно; поэтому даже значительная форсировка не идетъ въ ущербъ надежности работы и качеству пара. Въ котлахъ англійскаго типа напряженіе поверхности нагрѣва при форсировкѣ можетъ доходить до $40 \text{ kg}/\square \text{ m}$ и выше, а въ котлахъ нѣмецкаго типа оно значительно менѣе, въ силу меньшей относительной площади рѣшетки, — до $25 \text{ kg}/\square \text{ m}$ и выше.

Наконецъ, требованіе экономичности котельнаго устройства самымъ локомобильнымъ котломъ удовлетворяется слабо. Какъ будетъ разобрано ниже, во-первыхъ, внутренняя топка затрудняетъ полноту сгорания, особенно при длинно-пламенномъ топливѣ; во-вторыхъ, коэффициентъ теплопередачи въ дымогарныхъ трубкахъ довольно низокъ, что въ связи съ значительнымъ напряженіемъ поверхности нагрѣва даетъ высокую температуру отходящихъ газовъ; въ-третьихъ, отдача тепла во внѣшнюю среду при слабой изоляціи котловъ и незначительной величинѣ ихъ довольно велика. Болѣе важныя требованія легкости и компактности локомобильныхъ котловъ отодвигаютъ на задній планъ экономичность работы. Приходится повышать эту экономичность добавочными устройствами. Серьезное повышеніе экономичности даетъ подогревъ питательной воды мятымъ паромъ, особенно при работѣ безъ конденсаціи. Весьма замѣтно повышаетъ экономичность и добавленіе перегрѣвателя, которое позволяетъ значительно понизить температуру отходящихъ газовъ при сохраненіи высокаго напряженія водяной поверхности нагрѣва. При цѣлесообразномъ примѣненіи этихъ средствъ локомобильные котлы уступаютъ по экономичности хорошимъ постояннымъ котламъ не особенно значительно.

Таково, въ общихъ чертахъ, удовлетвореніе поставленныхъ требованій, степень котораго весьма неодинакова въ зависимости отъ конструктивныхъ различій.

Соотношенія главныхъ элементовъ и конструкціи деталей котловъ.

Составъ поверхности нагрѣва. Въ англійскомъ и нѣмецкомъ типѣ поверхность нагрѣва слѣдующихъ частей:

- 1) внутренняя, омываемая газами, короче—газовая поверхность топки, за вычетомъ частей ея ниже колосниковой рѣшетки, принадлежащихъ зольнику, — H_f ;
- 2) внутренняя, газовая поверхность дымогарныхъ трубокъ, — H_r ;
- 3) часть поверхности задняго днища, омываемая водой и газами, — H_b .

Поэтому полная поверхность нагрѣва

$$H = H_f + H_r + H_b \dots \dots \dots (439)$$

Нужно замѣтить, что строители локомобильныхъ котловъ за поверхность нагрѣва считаютъ не газовую, а *водяную поверхность*. Такія данныя содержатся во всѣхъ каталогахъ, въ чертежахъ при котельныхъ книгахъ и въ заводскихъ чертежахъ ¹⁾, между тѣмъ это принципиально неправильно ²⁾.

¹⁾ Лишь немногіе заводы указываютъ размѣры и водяной, и газовой поверхностей нагрѣва, какъ, напр., заводъ Вольфа. Объясненіе такой принципиальной не правильности опредѣленія поверхности нагрѣва можно найти въ техническомъ невѣжествѣ большинства покупателей локомобилей и въ ожесточенной конкуренціи ихъ строителей. Для производителей невыгодно показывать въ каталогахъ правильную меньшую поверхность нагрѣва.

²⁾ Для цилиндрической трубы имѣемъ приближенное выраженіе коэффициента теплопередачи k , отнесеннаго къ *внутренней поверхности*:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_2} \cdot \frac{d_1}{d_2} + \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} \cdot \left(1 - \frac{\delta}{d_1}\right) \cdot \frac{2\delta}{d_1}} \cdot \text{Здѣсь } \alpha_1 \text{ — коэфф. внѣшней теплопроводности}$$

на внутренней поверхности, α_2 — на внѣшней; λ — коэфф. внутренней теплопроводности стѣнки; δ — ея толщина; d_1 — внутренний, а d_2 — внѣшній діаметръ.

Въ послѣднемъ членѣ знаменателя $\ln \left(\frac{d_2}{d_1} \right)$ разложено въ рядъ и взято 2 первыхъ члена. Въ нашемъ случаѣ первый и третій члены знаменателя ничтожны сравнительно съ $\frac{1}{\alpha_1}$ и поэтому $k \sim \alpha_1$. Въ самомъ дѣлѣ: $\alpha_2 \sim 2000$; $\frac{d_1}{d_2} = 0,8$; $\delta = 3 \text{ mm}$; $\lambda = 54000$; $\frac{\delta}{d_1} = 0,12$; пусть $k = 17$ (изъ опыта); тогда $\alpha_1 \sim 16,9$. Если бы мы отнесли k къ *внѣшней поверхности*, то получили бы:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_2} + \frac{1}{\alpha_1} \cdot \frac{d_2}{d_1} + \frac{\delta}{\lambda} \cdot \left(1 - \frac{\delta}{d_1}\right) \cdot \frac{2\delta}{d_1} \cdot \frac{d_2}{d_1}}, \text{ откуда } k \sim \alpha_1 \frac{d_1}{d_2}, \text{ т.-е. въ этомъ случаѣ въ}$$

Для котловъ съ относительно малыми толщинами стѣнокъ эта неправильность была бы незначительна, но въ локомотивныхъ котлахъ толщина стѣнокъ дымогарныхъ трубокъ относительно весьма велика, отъ 8 до 12% ихъ радіуса, а потому довольно велико и преувеличеніе поверхности нагрѣва.

Можно указать простой приѣмъ вычисленія газовой поверхности нагрѣва по номинальной водяной, указываемой каталогами — H_n . Обозначивъ водяную поверхность нагрѣва трубокъ чрезъ H'_r , а газовую чрезъ H_r , внѣшній діаметръ трубокъ чрезъ d_2 , а толщину стѣнокъ ихъ чрезъ δ , имѣемъ:

$$H'_r - H_r = H'_r \cdot \frac{2\delta}{d_2} \dots \dots \dots (440)$$

Обозначимъ *относительную поверхность нагрѣва топки* — $\frac{H_f}{H} = \alpha$, тогда имѣемъ:

$$H'_r \sim (1 - \alpha) H_n \dots \dots \dots (441)$$

и помощью (440) и (441) находимъ:

$$H = H_n \left(1 - (1 - \alpha) \frac{2\delta}{d_2} \right) \dots \dots \dots (442)$$

Вообще, α бываетъ отъ 0,09 до 0,23, смотря по типу локомотива, а $\frac{2\delta}{d_2}$ отъ 0,08 до 0,12, поэтому газовая поверхность нагрѣва менѣе указываемой каталогами въ предѣлахъ отъ 6 до 11% послѣдней, т.-е. поправка получается довольно существенной.

Относительная поверхность нагрѣва топки, — $\frac{H_f}{H} = \alpha$, представляетъ весьма важную характеристику котловъ. Среднюю разность температуръ газовъ въ топкѣ и воды въ котлѣ можно считать отъ 650 до 950° С, тогда какъ въ дымогарныхъ трубкахъ эта разность составляетъ всего отъ 300 до 400° С, т.-е. слишкомъ вдвое меньше. Поверхность топки получаетъ еще весьма энергично тепло лучеиспусканіемъ топлива и пламени. Поэтому поверхность нагрѣва топки дѣйствуетъ гораздо энергичнѣе поверхности нагрѣва дымогарныхъ трубокъ. Отсюда, допускаемое среднее напряженіе поверхности нагрѣва стоитъ въ прямой за-

k , кромѣ физической величины α_1 , входитъ переменное для разныхъ случаевъ отношеніе $\frac{d_1}{d_2}$, что лишаетъ k опредѣленнаго значенія. Другими словами, коэффициентъ теплопередачи правильно относить къ поверхности съ малой внѣшней теплопроводностью, какъ газовая поверхность нагрѣва.

висимости отъ относительной поверхности нагрѣва топки, — $\frac{H_f}{H} = \alpha$. Кроме того, въ прямой зависимости отъ α стоитъ степень охлажденія газовъ при входѣ въ дымогарныя трубки, а чрезъ это — отчасти и степень полноты сгорания.

Для котловъ англійскаго типа α — отъ 0,18 до 0,21, а при увеличенной топкѣ α — до 0,23.

Для котловъ нѣмецкаго типа α — отъ 0,09 до 0,15; съ увеличеніемъ котла α уменьшается. Въ котлахъ нѣмецкаго типа относительная поверхность нагрѣва топки значительно менѣе, чѣмъ въ котлахъ англійскаго типа; въ послѣднихъ поэтому среднее напряженіе поверхности нагрѣва можетъ быть значительно выше. Въ котлахъ англійскаго типа α значительно больше, чѣмъ въ подобныхъ имъ паровозныхъ котлахъ.

Отношеніе площади рѣшетки къ поверхности нагрѣва, — $\frac{R}{H}$, характеризуетъ возможное напряженіе поверхности нагрѣва и приспособленность котла для различнаго топлива.

Для котловъ англійскаго типа $\frac{R}{H}$ — отъ $\frac{1}{23}$ до $\frac{1}{28}$, при увеличенной топкѣ $\frac{R}{H}$ — отъ $\frac{1}{22}$ до $\frac{1}{20}$ и иногда до $\frac{1}{15}$.

Для котловъ нѣмецкаго типа $\frac{R}{H}$ — отъ $\frac{1}{35}$ до $\frac{1}{60}$, уменьшаясь увеличеніемъ котла.

Поэтому въ котлахъ англійскаго типа среднее напряженіе поверхности нагрѣва значительно выше, чѣмъ въ котлахъ нѣмецкаго типа.

Для котловъ съ перегрѣвателями Вольфа $\frac{R}{H}$ — отъ $\frac{1}{30}$ до $\frac{1}{40}$, значительно болѣе обычнаго при нѣмецкомъ типѣ, за счетъ развитія топки и укороченія дымогарныхъ трубокъ, съ цѣлью повышенія температуры газовъ при выходѣ изъ нихъ и входѣ въ перегрѣватель; напряженіе поверхности нагрѣва въ такихъ котлахъ поэтому можетъ быть значительно выше.

Относительный водяной объемъ на 1 □ m поверхности нагрѣва, характеризующій относительный запасъ тепла въ котлѣ, въ локомотивныхъ котлахъ невеликъ, въ силу требованій компактности и легкости конструкціи.

Для котловъ англійскаго типа приходится отъ 50 до 65 lt водяного объема на 1 □ m поверхности нагрѣва. Въ большихъ котлахъ относительный объемъ воды доходитъ иногда до 75 lt.

Для котловъ нѣмецкаго типа относительный объемъ воды — отъ 100 до 120 lt/□ m, т.-е. почти вдвое больше, чѣмъ въ англійскомъ типѣ. Поэтому котлы нѣмецкаго типа ровнѣ держатъ давленіе, но медленнѣ растапливаются.

Отношеніе парового объема къ водяному, — $\frac{V_2}{V_1}$ бываетъ различно въ широкихъ предѣлахъ, въ зависимости отъ конструкціи котла и его компактности.

Для котловъ англійскаго типа $\frac{V_2}{V_1}$ — отъ 0,22 до 0,40, обычно около 0,30.

Для котловъ нѣмецкаго типа $\frac{V_2}{V_1}$ — отъ 0,12 до 0,25, т.-е. менѣе, чѣмъ въ англійскомъ типѣ, благодаря большему V_1 .

Напряженіе зеркала испаренія характеризуется отношеніемъ поверхности нагрѣва къ его площади, — $\frac{H}{F}$.

Для котловъ англійскаго типа $\frac{H}{F}$ — отъ 6,0 до 8,0, т.-е. колеблется въ узкихъ предѣлахъ и при высокомъ напряженіи поверхности нагрѣва, до 25 kg/□ m, соответствуетъ довольно высокому напряженію зеркала испаренія: отъ 150 до 200 kg/□ m, при нормальной работѣ. Весьма часто напряженіе доходитъ до 170 kg/□ m, превышая даваемый Вейнлингомъ предѣлъ въ 160 kg/□ m для обезпеченія сухости пара. Въ пользу сухости пара въ локомотивныхъ котлахъ говорятъ лишь незначительная глубина воды и довольно свободное выдѣленіе пара съ поверхностей нагрѣва, каковыя причины ослабляютъ выбрасываніе воды.

Для котловъ нѣмецкаго типа $\frac{H}{F}$ — отъ 7 до 12, увеличиваясь съ увеличеніемъ размѣровъ котла; при напряженіи поверхности нагрѣва въ 15 kg/□ m соответствуетъ напряженію зеркала испаренія отъ 105 до 180 kg/□ m. Въ малыхъ котлахъ нѣмецкаго типа условія полученія сухого пара соблюдаются лучше, чѣмъ въ такихъ же большихъ или въ котлахъ англійскаго типа.

Отношеніе живого сѣченія трубокъ къ площади рѣшетки, — $\frac{f_r}{R}$ характеризуетъ отчасти потребную силу тяги и скорость газовъ въ трубкахъ.

Для котловъ англійскаго типа $\frac{f_r}{R}$ — отъ $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{6}$, а при увеличенной топкѣ — отъ $\frac{1}{12}$ до $\frac{1}{8}$, т.-е. значительно менѣе обычнаго отношенія для постоянныхъ трубчатыхъ котловъ, — $\frac{1}{4}$, въ виду усиленія тяги конусомъ и короткости трубокъ.

Для котловъ нѣмецкаго типа $\frac{f_r}{R}$ — отъ $\frac{1}{6}$ до $\frac{1}{4}$, ближе къ обычному отношенію въ виду естественной тяги и большей длины трубокъ.

Корпусъ котла англійскаго типа въ различныхъ конструкціяхъ мало уклоняется отъ нормальнаго типа на т. *L*, фиг. 23—24. Барабанъ въ малыхъ котлахъ, при длинѣ до 2 м, склепывается изъ одного листа, а въ большихъ — изъ двухъ, телескопически. Топочная часть представляетъ нормально призму съ полуцилиндромъ наверху, бѣльшимъ, чѣмъ барабанъ; при этомъ въ отверстіе ухватнаго листа съ отогнутыми бортами входитъ барабанъ. Для упрощенія ухватнаго листа нерѣдко въ большихъ котлахъ этотъ полуцилиндръ представляетъ продолженіе барабана, какъ на т. *M*, фиг. 1 и 2, при чемъ ухватный листъ доходитъ лишь до оси барабана, гдѣ склепываются 3 листа: кожухъ топки, барабанъ и ухватный листъ. Это является слабымъ мѣстомъ, избѣгаемымъ въ нормальномъ типѣ; впрочемъ, въ виду тонкости листовъ этотъ недостатокъ незначителенъ. Другой недостатокъ этого типа состоитъ въ уменьшеніи пароваго объема и пониженіи мѣста забора пара надъ зеркаломъ испаренія; однако, и это вліяніе не особенно велико и можетъ быть устранено раціональнымъ устройствомъ забора пара. Топочная часть для увеличенія площади рѣшетки иногда дѣлается съ уширеніемъ внизъ, какъ на т. *M*, фиг. 2. Нераціонально выполнять діаметръ верхней цилиндрической топочной части болѣе ширины призматической части, вводя въ переходѣ закругленіе въ обратную сторону, ибо при этомъ уменьшается площадь рѣшетки. Заднее днище въ малыхъ локомотивахъ часто приклепывается къ барабану на угольникъ, а къ отогнутымъ фланцамъ его приклепывается кожухъ дымовой коробки, какъ на т. *L*, фиг. 23. Иногда днище приклепывается къ барабану, какъ на т. *M*, фиг. 1, отогнутымъ фланцемъ внутрь или — чаще — фланцемъ наружу.

Матеріаломъ корпуса служитъ мягкое котельное литое желѣзо.

Швы — одиночные въ накладку, а при барабанахъ большого діаметра долевые швы — двойные въ накладку, а прочіе — одиночные. Долевые швы барабана располагаются внизу, въ водяномъ пространствѣ, чтобы верхъ котла былъ свободенъ для укрѣпленія машины. Клепка обыкновенно гидравлическая.

Толщина листовъ — отъ 8 до 15 mm, смотря по давленію и діаметру. Напряженіе матеріала листа въ швѣ — отъ 400 до 600 kg/□ cm, меньшая цифра для малыхъ локомотивовъ. Такое низкое напря-

женіе должно компенсировать при малой толщинѣ листовъ вліяніе наружнаго и внутренняго ржавленія и разфѣданія.

Корпусъ котла нѣмецкаго типа — въ большинствѣ случаевъ представляетъ цилиндрическій барабанъ съ плоскими днищами. Звенья барабана цилиндрическія, поочередно двухъ діаметровъ, въ малыхъ и среднихъ котлахъ изъ одного листа, въ большихъ — изъ двухъ листовъ. Днища при выдвижной жаровой части—плоскія, склепаны съ корпусомъ на угольникахъ, или переднее днище привернуто, принадлежа выдвижной части. Въ малыхъ котлахъ для увеличенія размѣровъ топки переднее звено барабана дѣлается бѣльшаго діаметра, выступая внизъ сравнительно съ задними звеньями, какъ на т. *N*, фиг. 4.

Для удобства выдвиганія жаровой части, внутри барабана, въ нижней его части, приклепываются вдоль 2 угольника, у которыхъ стоячія полки къ переднему концу сострагиваются на нѣтъ. Эти угольники направляютъ при выдвиганіи и вдвиганіи заднюю трубную рѣшетку, не пуская ее цѣпляться за кромки швовъ и головки заклепокъ; эти угольники видны на разрѣзахъ на т. *M*, фиг. 32, и на т. *N*, фиг. 10 и 12.

Если жаровая часть не выдвижная, то днище обыкновенно дѣлается выпуклымъ, съ отогнутыми внутрь фланцами для приклейки барабана, а топка приклепывается къ фланцамъ отверстія въ днищѣ, отогнутымъ наружу; при этомъ устраняются крѣпленія днища.

Матеріаломъ корпуса служитъ мягкое котельное литое желѣзо.

Швы долевыя—въ накладку, обыкновенно двойные, иногда тройные. Швы круговыя—въ накладку, часто двойные. *Долевыя швы барабана располагаются внизу, въ водяномъ пространствѣ.* Клепка обыкновенно гидравлическая, и нѣмецкій типъ для нея представляетъ особое удобство во всѣхъ частяхъ.

Толщина листовъ—отъ 15 до 25 mm при высокихъ давленіяхъ, а при среднихъ давленіяхъ и малыхъ котлахъ спускается до 10—12 mm, вообще, значительно больше, чѣмъ въ англійскомъ типѣ. Толщина плоскихъ днищъ—отъ 20 до 25 mm и болѣе. Напряженіе матеріала листа въ швѣ обычно—около 600 kg/□ cm.

Укрѣпленіе плоскихъ днищъ представляетъ довольно серьезную конструктивную задачу. Оно должно быть достаточно равномерно и просто и не должно загромаждать внутренности котла, чтобы не препятствовать его осмотру и чисткѣ.

Въ англійскомъ типѣ укрѣпленіе выполняется 4 способами: 1) сквозныя отдѣльныя анкерныя тяги безъ балокъ, 2) групповыя

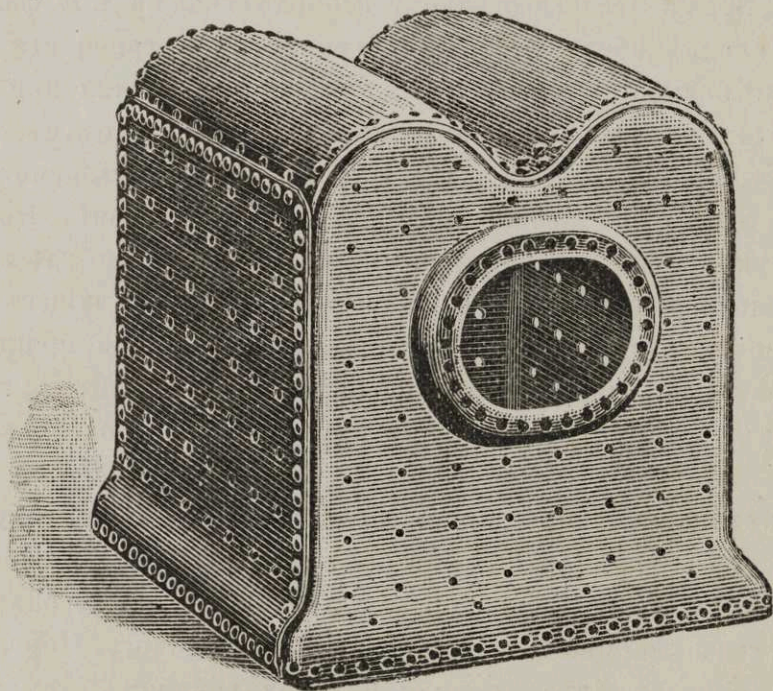
сквозные анкерные тяги съ балками, 3) групповые косые анкерные тяги съ балками, 4) балки безъ тягъ. Первый способъ проще всего, но имѣетъ серьезные недостатки: тяги загромождаютъ внутренность котла, въ который нельзя влѣзть безъ выниманія всѣхъ тягъ; кромѣ того, гайки тягъ могутъ пропаривать. Это укрѣпленіе выполняется многими заводами, между прочимъ: R. Garrett & Sons, Marshall, Sons & Co, Черноморскимъ зав. При второмъ способѣ къ плоскимъ стѣнкамъ приклепываются балки изъ угольниковъ и скрѣпляются 2—3 плоскими тягами, соединенными съ ними болтами или валиками, работающими на сръзъ. Здѣсь внутренность котла менѣе загромождена и въ большихъ котлахъ доступна для влѣзанія; балки приклепаны, что устраняетъ пропариваніе. На т. L, фиг 23 и 24, изображенъ этотъ способъ, выполняемый между прочимъ заводами: H. Lanz, Ruston Proctor & Co, Robey & Co, Мальцевскимъ заводомъ и т. д. Въ третьемъ способѣ тяги идутъ не насквозь, а наискось и концами приклепываются къ барабану. Эта приклепка располагается *непрямьно у круговыхъ швовъ*, чтобы имѣть достаточную жесткость барабана для сопротивленія радіальной слагающей силъ по тягѣ и получающейся при передачѣ силъ парѣ. При цѣлесообразной комбинаціи балокъ и тягъ можно имѣть внутренность котла почти свободной, а конструкціи не особенно сложными; такова конструкція Верхъ-Исетскаго завода, изображенная на т. M, фиг. 1—6, которая вполне обезпечиваетъ доступность внутренности котла. Нѣсколько больше загромождена внутренность котла при увеличеніи числа тягъ, какъ это выполняютъ заводы: Ransomes, Sims & Jefferies, Brown & May и т. д. Наконецъ, четвертый способъ допустимъ только при небольшихъ размѣрахъ котловъ. По этому способу укрѣплено заднее днище на т. M, фиг. 1, но здѣсь балки уже довольно тяжелы. Этотъ способъ имѣетъ преимущество полной свободы внутри котла и простъ для выполненія, но при большихъ размѣрахъ днищъ является опасность трещинъ и развѣданія балокъ, а также и ослабленія кругового шва около концовъ балокъ.

Въ нѣмецкомъ типѣ днища гораздо толще и поэтому менѣе вуждаются въ укрѣпленіи, которое выполняется 3 способами: 1) групповые сквозные анкерные тяги съ балками, 2) балки безъ тягъ, 3) связь жаровой частью котла обоихъ днищъ. Первый способъ употребляется въ большихъ полулокомотивахъ: тяги выполняются изъ I-балокъ по 2—3 въ верхней части котла и приклепываются къ днищамъ угольниками. Это укрѣпленіе совершенно надежно, но нѣсколько громоздко. Второй способъ примѣняется

преимущественно при среднихъ размѣрахъ котловъ; балки состояются изъ угольниковъ и листовъ и располагаются горизонтально. Третій способъ,—отсутствіе специальныхъ укрѣплений, применимъ въ котлахъ діаметромъ до 1200—1300 mm, особенно тогда, когда переднее днище склепано съ жаровою частью и привернуто къ барабану котла.

Для расчета укрѣплений можно руководиться вышеуказанными нормами напряженій въ листахъ. Расчетъ слѣдуетъ производить возможно внимательно, не оставляя слабыхъ полей въ стѣнкахъ. Въ нѣмецкомъ типѣ днище должно быть достаточно упругимъ, чтобы давать удлиняться жаровой части отъ нагрѣванія; въ противномъ случаѣ трубныя рѣшетки даютъ течь въ мѣстахъ закрѣпленія трубокъ. Поэтому въ нѣмецкомъ типѣ укрѣпленія не слѣдуетъ подводить ближе 180 mm къ жаровой трубѣ.

Коробчатая топка представляетъ самую отвѣтственную часть котла англійскаго типа; она должна быть надежна въ работѣ, возможно проста по конструкціи и возможно доступна для очистки и ремонта. Топка обычно выполняется призматической, съ скругленными верхними гранями, какъ на т. *L*, фиг. 23 и 24, рѣже выполняется волнистой, съ полуцилиндрическимъ верхомъ, какъ на т. *M*, фиг. 1 и 2. Заводъ R. Garrett & Sons выполняетъ потолокъ тонки выпукло-вогнутымъ, сѣдлообразнымъ, фиг. 2637.



Фиг. 2637.

Въ обычной топкѣ съ плоскими стѣнками слабое мѣсто представляетъ потолокъ, который долженъ укрѣпляться балками. Потолокъ

является наиболѣе энергичной поверхностью нагрѣва, а балки затрудняютъ парообразованіе и, особенно, очистку отъ накипи; плохая очистка отъ накипи вызываетъ раскаливаніе и перегораніе листа, со всеѣми непріятными послѣдствіями. Достоинствомъ обычнаго типа, вызвавшимъ его общее распространеніе, является простота ремонта и замѣны, ибо изготовленіе этой топки требуетъ ограниченныхъ техническихъ средствъ и доступно любому котельному заводу. Волнистая топка совершенно лишена этого недостатка; верхъ ея вполне открытъ; кромѣ того, въ работѣ отъ нагрѣванія и давленія пара топка замѣтно деформируется, что раскалываетъ твердую накипь, заставляя ее отскакивать кусочками, оставляя волнистый листъ почти чистымъ даже и при жесткой водѣ. Поверхность нагрѣва волнистой топки, несмотря на ея полуцилиндрическій верхъ, нѣсколько больше, чѣмъ у обычной, что тоже является преимуществомъ. Недостаткомъ является стѣсненіе расположенія дымогарныхъ трубокъ, вслѣдствіе отсутствія верхнихъ угловъ передней рѣшетки. Въ общемъ, при волнистой топкѣ полная поверхность нагрѣва нѣсколько меньше, чѣмъ при обычной, съ плоскимъ потолкомъ, но зато должна лучше дѣйствовать вслѣдствіе бѣльшей относительной поверхности нагрѣва топки, бѣльшей ея чистоты и бѣльшей свободы парообразованія. Болѣе серьезный недостатокъ представляетъ затруднительность ремонта, наложенія заплатъ и замѣны топки, которая возможна лишь для завода-строителя. Ослабляется этотъ недостатокъ тѣмъ, что волнистая топка гораздо менѣе чувствительна къ накипи. Волнистая топка выполняется очень немногими заводами, между прочимъ заводомъ Венгерскихъ казенныхъ ж. д., хотя по своимъ конструктивнымъ преимуществамъ могла бы рассчитывать на болѣе широкое распространеніе ¹⁾. Сѣдлообразная топка Гаррета имѣетъ тѣ же преимущества и недостатки, что и волнистая, но даетъ нѣсколько больше свободы въ расположеніи дымогарныхъ трубокъ. Обѣ топки, — волнистая и сѣдлообразная, требуютъ желѣза особенно высокаго качества по мягкости.

Аннерныя связи служатъ для скрѣпленія плоскихъ боковыхъ стѣнокъ топки и топочнаго кожуха. Онѣ располагаются квадратами или близкими къ нимъ прямоугольниками, въ разстояніяхъ отъ 100 до 150 mm, въ зависимости отъ давленія и тол-

¹⁾ Въ виду тонкости волнистыхъ листовъ прокатныя и загибчныя приспособленія могутъ быть очень просты и дешевы, какъ это имѣетъ мѣсто на Верхъ-Исетскомъ заводѣ; несмотря на нѣкоторую примитивность изготовленія, тонки получаютъ удовлетворительными благодаря отличнымъ качествамъ матеріала.

щины листовъ тонки, находящихся въ менѣе выгодныхъ условіяхъ, чѣмъ листы топочнаго кожуха. Разстояніе между стѣнками топки и кожуха обычно не менѣе 70 мм, чтобы обезпечить достаточную гибкость связей и свободную очистку отъ накипи. Въ волнистой топкѣ связи располагаются по вѣшнимъ вершинамъ волнъ, и ихъ разстоянія опредѣляются прочностью кожуха. Верхнія связи располагаются наклонно, чтобы укрѣпить всю плоскую часть топочнаго кожуха, какъ на т. *М*, фиг. 1 и 2. Расположеніе связей въ волнистой топкѣ имѣетъ 2 преимущества: внутреннія головки связей болѣе скрыты отъ жара, а верхнія связи длиннѣе и гибче, что предохраняетъ ихъ отъ трещинъ въ силу сдвига вверхъ ихъ внутреннихъ концовъ отъ нагрѣва топки. Это является лишнимъ преимуществомъ волнистой топки предъ обычной и топкой Гаррета.

Топочное кольцо, соединяющее внизу топку съ кожухомъ, обычно выполняется изъ *Z*-желѣза, какъ на т. *L*, фиг. 23 и 24. Оно имѣетъ вѣкторую зыбкость подъ давленіемъ пара на потолокъ топки и требуетъ 2 рядовъ заклепокъ, но зато довольно легко и дешево. Болѣе солидно кованное квадратное кольцо, какъ на т. *М*, фиг. 1 и 2, которое требуетъ одного ряда заклепокъ; оно болѣе тяжело и заклепки длинны. Въ обоихъ типахъ чеканка возможна съ двухъ сторонъ. Иногда топка приклепывается къ кожуху отогнутымъ бортомъ, что достаточно жестко и требуетъ одного ряда короткихъ заклепокъ. Недостаткомъ является трудность выгиба борта и односторонняя чеканка шва, только извнѣ.

Дверочное отверстіе образуется или тонкимъ плоскимъ, или квадратнымъ кольцомъ съ отгибомъ бортовъ его въ топкѣ, или безъ кольца—отгибомъ бортовъ въ топкѣ.

Потолочныя балки вырѣзаются изъ плоскаго желѣза и склепываются изъ 2 полосъ, пропускающихъ между собой анкера. Разстоянія между балками и анкерами вдоль балки отъ 100 до 150 мм, какъ и для боковыхъ связей. Нижніе концы анкеровъ обычно—на рѣзбѣ съ раскленкой, но иногда подъ головкой на тѣлѣ дѣлается коническое утолщеніе въ притирку къ отверстію въ листѣ. Концы балки опираются на швы топки, передавая давленіе на переднюю стѣнку и трубную рѣшетку. Иногда въ длинныхъ топкахъ балки недалеко отъ концовъ (на $\frac{1}{5}$ длины) подвѣшиваются еще серьгами къ верху кожуха, какъ дѣлаетъ заводъ Brown & Ma y. Эта конструкторія нѣсколько сложна, но цѣлесообразна, уменьшая почти вдвое сгибающій моментъ

балки и давленія на концы, но должна быть выполнена весьма тщательно, ибо четырехопорная балка является статически неопредѣленной, и распределеніе моментовъ и давленій въ опорахъ зависитъ отъ относительной высоты опоръ. Кромѣ концовъ, балки не соприкасаются съ потолкомъ, оставляя свободный слой воды отъ 20 до 30 mm.

Матеріаль листовъ—самое мягкое литое желѣзо высшаго качества, а прежде въ англійскихъ локомотивахъ употреблялось и лучшее сварочное желѣзо высшаго качества. Связи дѣлаются изъ литого или сварочнаго желѣза.

Толщина листовъ, какъ подверженныхъ дѣйствию пламени, не дѣлается слишкомъ большой, обычно отъ 9 до 14 mm, смотря по давленію, за исключеніемъ передней трубной рѣшетки, которая дѣлается отъ 12 до 19 mm. Во избѣжаніе коробленія рѣшетки вслѣдствіе большой разницы температуръ внутренней и внѣшней поверхности ея и вслѣдствіе того, что рѣшетка является наиболѣе укрѣпленной плоской стѣнкой, большая толщина рѣшетки излишня, достаточна толщина отъ 12 до 14 mm. При расчетѣ плоскихъ стѣнокъ и выборѣ расположенія связей надо имѣть въ виду выгораніе стѣнокъ и *расчетную толщину уменьшать на 3—4 mm противъ дѣйствительной.*

Цилиндрическая топка является наиболѣе отвѣтственной частью котла нѣмецкаго типа и служитъ основаніемъ выдвижной жаровой части. Наиболѣе употребительны волнистыя топки Фокса и Морисона, на т. *М*, фиг. 32 и 33, и на т. *Н*, фиг. 10. Гладкія топки выполняются при малыхъ размѣрахъ изъ одного листа съ отогнутыми фланцами и сваркой долевого шва, какъ на т. *Н*, фиг. 4, 12 и 15, или изъ нѣсколькихъ (2—3) сварныхъ звеньевъ, склепанныхъ кольцами Адамсона, какъ на т. *Л*, фиг. 10 и 11. Такъ выполняетъ топки заводъ *Р. Вольфа*, который теперь, однако, въ большихъ локомотивахъ съ перегрѣвомъ ставитъ топки Морисона. Оба типа топокъ достаточно надежны и вполне выработаны; волнистая имѣетъ преимущество бόльшей поверхности нагрѣва и ея чистоты, бόльшей гибкости и отсутствія промежуточныхъ круговыхъ швовъ, а гладкая — проще для ремонта и нѣсколько дешевле. Встрѣчаются конструкціи внутреннихъ топокъ овальныхъ или круглыхъ, но съ плоскимъ верхомъ, укрѣпленнымъ балками. Эти конструкціи даютъ бόльшую площадь рѣшетки, но зато гораздо менѣе надежны и болѣе сложны, чѣмъ круглыя цилиндрическія топки, и ихъ надо признать рѣшительно неудачными.

Соединеніе жаровой части съ котломъ. Къ отогнутому переднему фланцу топки приклепывается или переднее днище котла или бортъ. Этотъ бортъ привертывается извнѣ къ переднему днищу, а задняя трубная рѣшетка—изнутри къ заднему днищу рядомъ шпилекъ, гайки которыхъ обращены наружу, и такимъ образомъ вся жаровая часть, состоящая изъ топки и дымогарныхъ трубокъ, является выдвижной впередъ. Если выдвижнымъ является все переднее днище, привертываемое къ наружному угольнику, то шпильки въ немъ замѣняются болтами.

Прокладки фланцевъ жаровой части, подверженныя давленіямъ до 12 ат, достигающія до 1,2—1,4 м въ діаметрѣ, являются весьма ответственными деталями. Наиболее употребительны кольца изъ вулканизированной резины съ нѣсколькими холщевыми прокладками, толщиной около 10 мм; дыры для болтовъ пробиваются въ нихъ спеціальнымъ пробойникомъ по размѣткѣ на мѣстѣ. Недобство—необходимость замѣны новыми послѣ каждой разборки, что довольно дорого (20—35 р.). Недавно заводъ Вольфа сталъ примѣнять мѣдвяя полукруглыя кольца шириной около 4 мм, обернутыя асбестовымъ шнуромъ. При разборкѣ необходимо перемѣнять лишь асбестовый шнуръ, что дешево и удобно; однако, эти прокладки при небрежной обмоткѣ иногда прошибаетъ. Теперь означенный заводъ вводитъ новыя плоскія прокладки.

Шпильки для привертыванія жаровой части подвергаются очень сложнымъ воздѣйствіямъ. На разность площадей днищъ дѣйствуетъ давленіе пара въ направленіи къ переднему фронту; существенную величину эта сила представляетъ лишь при привертномъ переднемъ днищѣ, какъ на т. L, фиг. 10 и 11. Здѣсь площадь $= 6300 \text{ } \square \text{ см}$, а $p_k = 10 \text{ кг/} \square \text{ см}$ и $P = f \cdot p_k = 63000 \text{ кг}$. Значительно больше требуется сила для полученія надежной предварительной затяжки и для сопротивленія удлинению жаровой части отъ нагрѣванія. Разность среднихъ температуръ охлаждаемыхъ стѣнокъ барабана и нагрѣваемыхъ стѣнокъ жаровой части едва ли можно оцѣнить менѣе $30\text{—}40^\circ \text{ C}$, что соотвѣтствуетъ, на примѣръ, при длинѣ котла въ 3,4 м свободному температурному удлинению жаровой части около 1,5 мм. Это удлиненіе компенсируется: 1) сжатіемъ жаровой части, не имѣющей свободы удлиняться, 2) выгибомъ задней и передней трубныхъ рѣшетокъ, задняго и передняго днищъ подъ дѣйствіемъ силы сжатія жаровой части, 3) удлиненіемъ наружнаго барабана подъ дѣйствіемъ той же силы сжатія, 4) сдавливаніемъ прокладки на заднемъ днищѣ, которому соотвѣтствуетъ ослабленіе шпилекъ, 5) утолщеніемъ прокладки на переднемъ днищѣ, которому соотвѣтствуетъ доба-

вочная натяжка шпилекъ. При малой длинѣ шпилекъ деформаци (4) и (5) невелики, и измѣненія напряженій въ резиновыхъ прокладкахъ, весьма податливыхъ сравнительно съ желѣзными шпильками,—также ничтожны. Свободная температурная деформация жаровой части компенсируется главнымъ образомъ деформациями (1), (2) и (3). Поперечное сѣченіе наружнаго барабана обыкновенно вдвое болѣе *приведеннаго сѣченія* ¹⁾ жаровой части; поэтому остатокъ температурной деформации за вычетомъ деформации (2) приблизительно на $\frac{2}{3}$ компенсируется сжатіемъ жаровой части. При пренебреженіи выгибомъ днищъ и рѣшетокъ это дало бы напряженіе сжатія въ приведенномъ сѣченіи отъ 500 до 650 kg/□ cm. На дѣлѣ напряженія значительно менѣе вслѣдствіе выгиба днищъ.

Сила сжатія жаровой части пропорціональна приведенному поперечному сѣченію ея и относительному сжатію ея, которое тѣмъ меньше, чѣмъ податливѣе днища. Шпильки передней свертки, кромѣ первоначальной затяжки, испытываютъ добавочное напряженіе отъ силы сжатія жаровой части минусъ ничтожное ослабленіе нажима прокладки вслѣдствіе вытяжки шпилекъ. Поэтому площадь сѣченія шпилекъ пропорціональна сѣченію жаровой части и стоитъ въ обратной зависимости отъ податливости днищъ и жаровой части. Точный расчетъ невозможенъ въ силу трудности подсчета деформации (2). Можно считать *сѣченіе въ рѣзбѣ болтовъ или шпилекъ передней свертки отъ $\frac{1}{2}$ до $\frac{3}{4}$ приведеннаго поперечнаго сѣченія жаровой части*, если они не передаютъ значительнаго давленія пара. Въ противномъ случаѣ эту площадь слѣдуетъ еще увеличить изъ расчета давленія пара при обычномъ напряженіи матеріала. Шпильки задней свертки могутъ быть значительно слабѣе, ибо онѣ менѣе напрягаются; зато въ нихъ больше страдаетъ рѣзба, ибо гайки находятся въ дымовой коробкѣ. Изъ этихъ соображеній видно, что податливость днищъ и жаровой части въ котлахъ съ выдвижной топкой еще важнѣе, чѣмъ въ котлахъ съ жаровыми трубами. Волнистая топка въ этомъ отношеніи представляетъ большія преимущества.

Матеріаломъ служитъ преимущественно самое мягкое литое желѣзо высшаго качества, а иногда и сварочное желѣзо высшаго качества.

Толщина листовъ опредѣляется по обычнымъ нормамъ, по формулѣ Баха. Рѣшетки берутся какъ въ котлахъ англійскаго типа, иногда толще.

¹⁾ Сѣченіе топки и дымогарныхъ трубокъ неодинаково. Можно взять полусумму ихъ или *приведенное сѣченіе*, дающее дѣйствительную деформацию жаровой части при той же длинѣ и силѣ.

Дымогарныя трубки представляют главную часть поверхности нагрѣва; поэтому весьма важно соблюденіе условій наиболѣе интенсивнаго использованія этой части поверхности нагрѣва и надежности ея конструкторціи. Можно поставить слѣдующія условія: 1) возможно большая величина поверхности нагрѣва, 2) возможная доступность поверхности котла и трубокъ для чистки, 3) возможно свободное выдѣленіе пара, 4) возможное увеличеніе теплопередачи отъ газовъ, 5) надежность укрѣпленія рѣшетокъ и соединеній трубокъ, 6) простота ремонта и замѣны трубокъ.

Расположеніе трубокъ продольное—не горизонтальное, а съ легкимъ подъемомъ къ дымовой коробкѣ для облегченія образованія тяги при растопкѣ. Поперечное расположеніе можетъ быть разнообразно и должно удовлетворять требованіямъ (1), (2), (3) и (5). *Треугольное расположеніе вертикальными рядами*, которое является болѣе употребительнымъ, даетъ наиболѣе компактное размѣщеніе, облегчаетъ свободное выдѣленіе пара и очистку передней трубной рѣшетки,—самого отвѣтственнаго мѣста котла. Примѣры даны на т. *Л*, фиг. 10, 11, 23 и 24, и на т. *М*, фиг. 1 и 2. Менѣе употребительно *треугольное расположеніе горизонтальными рядами*, которое затрудняетъ выдѣленіе пара и очистку трубныхъ рѣшетокъ. Наконецъ, *квадратное расположеніе* менѣе компактно, давая, при тѣхъ же разстояніяхъ между трубками, на 14⁰/₁₀ меньше трубокъ, чѣмъ въ треугольныхъ расположеніяхъ; его преимущества,—свобода выдѣленія пара и очистки трубныхъ рѣшетокъ—достигаются въ треугольномъ расположеніи вертикальными рядами. Поэтому квадратное расположеніе, выполняемое немногими заводами, нельзя признать раціональнымъ. Для очистки нижней части барабана котла, гдѣ скопляются рыхлая накипь и грязь, пропускается средняя нижняя трубка, и вмѣсто нея въ задней рѣшеткѣ устраивается ручной лазъ. Нерѣдко въ большихъ котлахъ трубки не доходятъ тѣсно къ боковой поверхности, оставляя въ поперечномъ расположеніи просвѣты, облегчающіе чистку боковой поверхности барабана. Трубки располагаются довольно близко къ кромкамъ рѣшетки и къ поверхности барабана, чтобы сдѣлать надежнымъ укрѣпленіе передней рѣшетки.

Разстояніе между центрами трубокъ — обычно 90 mm при внѣшнихъ діаметрахъ въ 2¹/₂" и 2³/₄" и доходитъ до 80 mm при діаметрѣ въ 2".

Длина трубокъ между рѣшетками отъ 1800 до 2500 mm въ англійскомъ типѣ и до 3500 mm въ нѣмецкомъ типѣ. Изъ задней рѣшетки трубки обыкновенно выступаютъ на 30—50 mm, что даетъ запасъ на 2 урѣзки передняго конца при выемкѣ трубокъ.

Діаметръ трубокъ вліяеть на величину поверхности нагрѣва и интенсивность теплоотдачи. При данномъ объемѣ котла поверхность нагрѣва почти обратно пропорціональна діаметру трубокъ. Трубки малаго діаметра, дающія меньшее живое сѣченіе и большія скорости газовъ, лучшее ихъ перемѣшиваніе, должны давать лучшую теплоотдачу, какъ установлено изъ опытовъ. Кромѣ того болѣе сопротивление газовъ даетъ болѣе равномерное ихъ распредѣленіе въ разныхъ трубкахъ при маломъ ихъ діаметрѣ, что весьма важно для лучшей теплоотдачи. Поэтому для удовлетворенія условіямъ (1) и (4) желательно имѣть возможно малый діаметръ трубокъ. Однако, малый діаметръ ухудшаетъ полноту сгорания пламени, попадающаго въ трубки, что весьма ощутительно для короткихъ топокъ англійскаго типа и для длиннопламеннаго топлива, какъ дрова, солома, жирный уголь и т. д. Поэтому при малыхъ діаметрахъ трубки сильнѣе покрываются сажей, губительно дѣйствующей на ихъ теплоотдачу. Кромѣ того, при малыхъ діаметрахъ возможно засореніе устьевъ трубокъ легкимъ несгорѣвшимъ топливомъ, какъ солома. Поэтому на практикѣ установились слѣдующія нормы:

въ англійскомъ типѣ *внѣшній діаметръ трубокъ* обычно — въ $2\frac{1}{2}''$ и $2\frac{3}{4}''$, рѣдко — въ $2\frac{1}{4}''$;

въ нѣмецкомъ типѣ *внѣшній діаметръ трубокъ* — отъ 2 до 3'', смотря по размѣру котла и длинѣ трубокъ.

Отношеніе длины къ діаметру въ англійскомъ типѣ — отъ 25 до 40, несущественно при усиленной тягѣ, а въ нѣмецкомъ типѣ — не болѣе 50, — предѣла для естественной тяги.

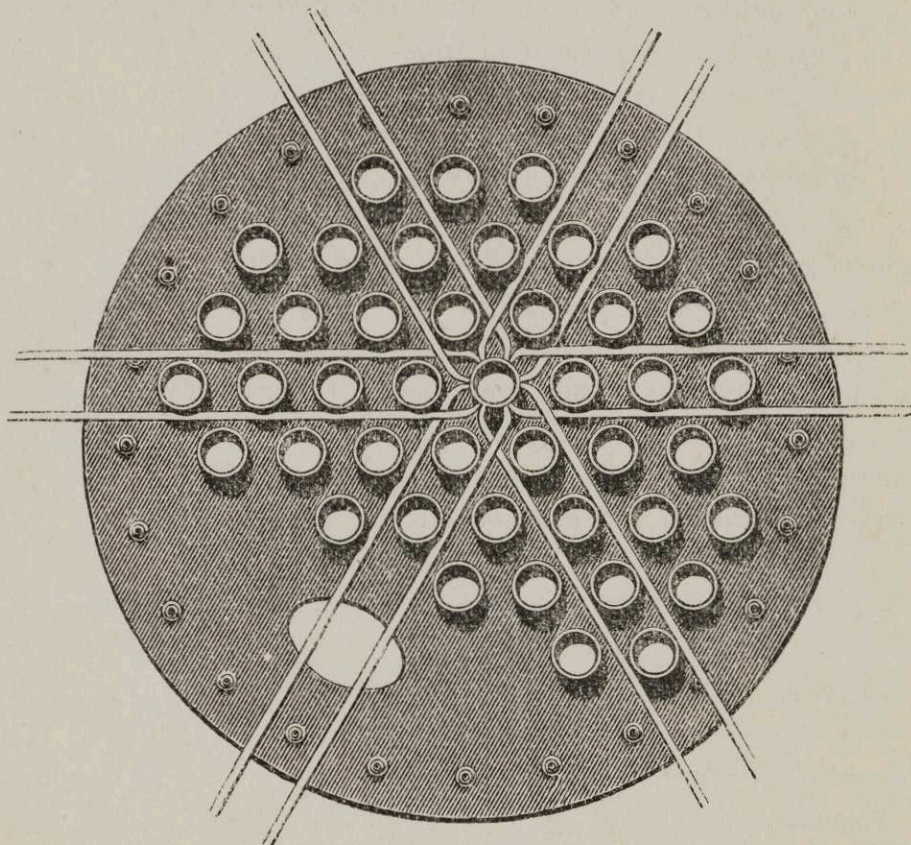
Толщина стѣнокъ около 3 mm.

Матеріаль — всегда желѣзо.

Форма трубокъ бываетъ: 1) гладкая, 2) съ утолщеніемъ задняго конца, 3) съ утолщеніемъ задняго и утоненіемъ передняго конца, какъ на т. L, фиг. 23 и 24. Вторая форма облегчаетъ выниманіе покрытой накипью трубки, не портя отверстія въ задней рѣшеткѣ, поэтому она общеупотребительна. Третья форма даетъ болѣе прочную переднюю рѣшетку, увеличивая ея простѣнки, но стѣсняетъ отчасти тягу, хотя въ англійскомъ типѣ послѣднее несущественно.

Закрѣпленіе трубокъ бываетъ: 1) развальцовкой, 2) развальцовкой съ загибомъ борта, 3) развальцовкой съ загонкой кольца, 4) на мелкой рѣзбѣ. Первое наиболѣе просто и употребительно и въ то же время достаточно надежно. Отверстія въ рѣшеткахъ иногда нарѣзаются очень мелкой рѣзбой, что даетъ болѣе надежную развальцовку, уменьшая поверхность отверстія, воспри-

нимающую давленіе развальцовки. Второе и третье закрѣпленія помогаютъ легче устранять течь въ переднихъ концахъ, но сложнѣе и мало употребительны. Четвертое примѣняется нѣкоторыми заводами для немногихъ *связныхъ трубокъ*, которыя уже не вынимаются, ибо при выниманіи рѣзьба страдаетъ; такое закрѣпленіе излишне, ибо правильная развальцовка даетъ избыточную надежность закрѣпленія.

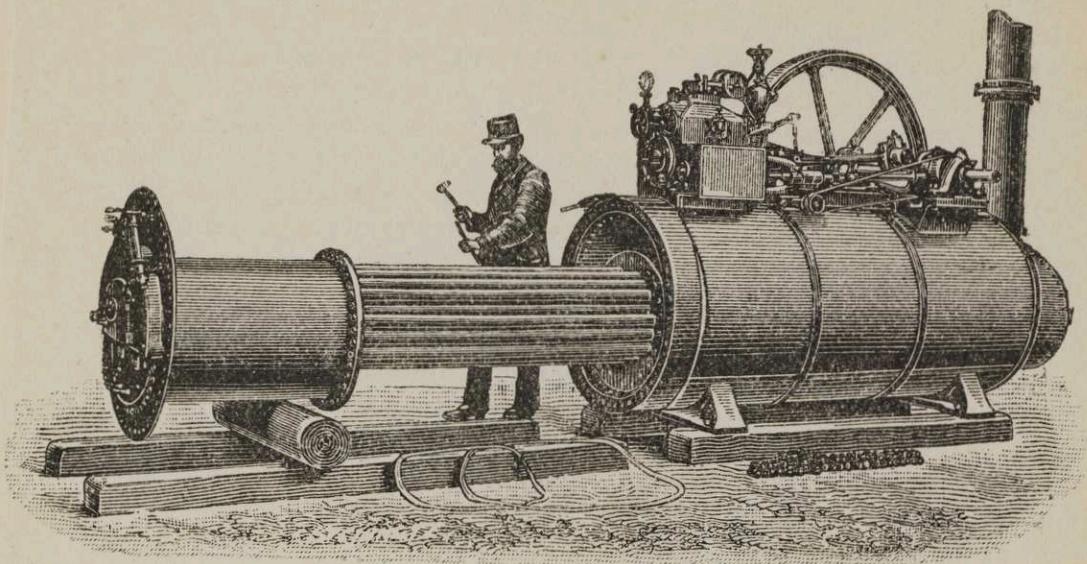


Фиг. 2638.

Очистка трубокъ отъ накипи въ англійскомъ типѣ почти невозможна безъ выниманія трубокъ, особенно при твердой накипи. Въ нѣмецкомъ типѣ выдвиганіе жаровой части дѣлаетъ пучекъ трубокъ доступнымъ со всѣхъ сторонъ. Специальнымъ скребкомъ каждая трубка можетъ быть очищена со всѣхъ сторонъ, какъ показано на фиг. 2638 и 2639. Для этого нужно наименьшее разстояніе между трубками не менѣе 30—40 мм, какъ и дѣлаетъ заводъ *Вольфа*, примѣняющій этотъ способъ очистки. Заводъ *Ланца* вставляетъ на мелкой рѣзьбѣ трубки, служащія анкерными связями, а прочія—укрѣпляетъ развальцовкой, позволяющей вынимать ихъ для чистки, какъ видно на фиг. 2640.

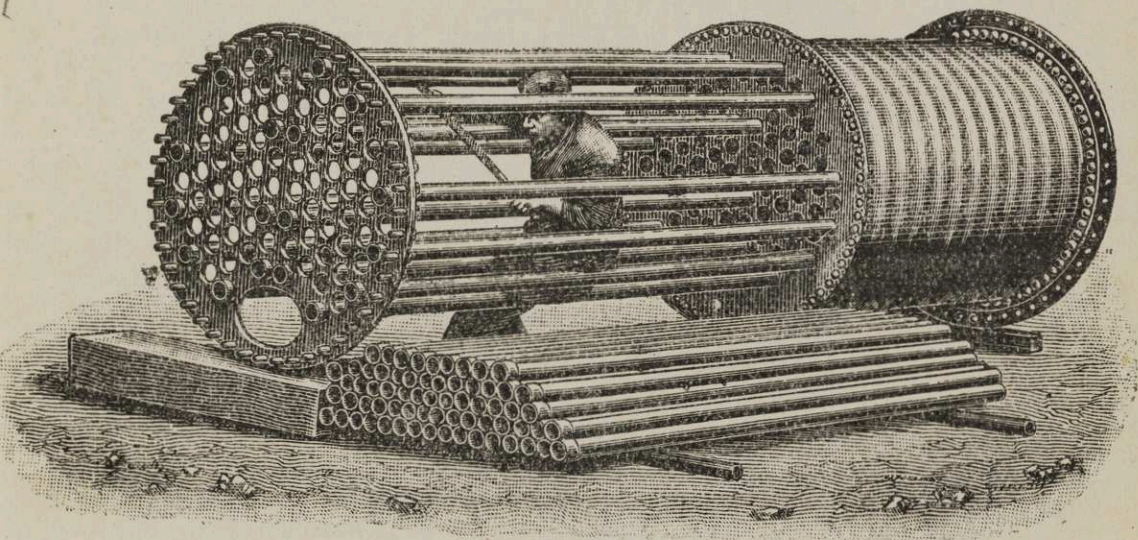
Лазы и отверстія являются очень существенными для надежности дѣйствія котла деталями.

Главный лазъ въ котлахъ англійскаго типа бываетъ отъ 250×180 mm до 400×300 mm и въ малыхъ котлахъ имѣеть



Фиг. 2639.

недостаточные для взрослого человѣка размѣры. Располагается онъ обычно съ лѣвой стороны топочнаго кожуха, какъ на т. L, фиг. 23 и 24, и тогда служить главнымъ образомъ для очистки



Фиг. 2640.

топки руками, ибо влѣзанію внутрь мѣшаютъ потолочныя балки топки. Иногда онъ располагается въ барабанѣ, какъ на т. M, фиг. 1 и 2 ¹⁾, и тогда при достаточныхъ его размѣрахъ при удач-

¹⁾ Въ чертежѣ размѣръ лаза показанъ не вѣрно, должно быть 370×270 mm.

номъ расположеніи анкерныхъ тягъ возможно влѣзть внутрь котла взрослому человѣку, что представляетъ большія преимущества и на что поэтому конструкторъ долженъ обращать особое вниманіе. Въ котлахъ нѣмецкаго типа лазъ всегда можетъ быть удобно помѣщенъ сбоку, хотя иногда при малыхъ размѣрахъ и выдвигной жаровой части онъ отсутствуетъ; это, однако, неудобно, ибо затрудняетъ опредѣленіе загрязненія жаровой части накипью и можетъ повести къ несвоевременному выдвиганію жаровой части. Края лазовъ обычно укрѣпляются наклепкой кольца; крышки дѣлаются штампованными желѣзными или чугунными, на 2 скобахъ. Иногда въ крышкѣ дѣлается пробка для заливки котла водой.

Ручные лазы дѣлаются размѣромъ отъ 100×70 mm до 120×90 mm. Всегда 1 ручной лазъ располагается внизу задней трубной рѣшетки и служитъ для очистки и промывки барабана котла и трубокъ. Въ нижней части топочнаго кожуха около угловъ или по угламъ располагается обыкновенно по 4 — 8 лазовъ для очистки низа междупопечнаго пространства; иногда они дополняются 4 пробками на рѣзбѣ, располагаемыми по угламъ. Конструкторъ долженъ обратить особое вниманіе на очистку этого пространства, гдѣ наиболее опасно накопленіе накипи. Крышки этихъ лазовъ дѣлаются обычно чугунными, на 1 скобѣ. Иногда въ правой верхней части кожуха, противъ главнаго лаза располагается большой ручной лазъ, размѣромъ отъ 160×120 mm до 200×150 mm, что существенно облегчаетъ очистку стѣнокъ топки и ея потолка и въ котлахъ, мало доступныхъ для влѣзанія, должно бы выполняться всегда. Расположеніе ручныхъ лазовъ видно на многихъ фигурахъ т. N.

Спускъ воды дѣлается спускнымъ краномъ, который въ англійскомъ типѣ располагается въ нижней части фронта котла. Въ барабанѣ внизу устраивается часто грязевикъ, какъ на т. M, фиг. 1, закрываемый крышкой или краномъ. Въ нѣмецкомъ типѣ спускной кранъ располагается подъ котломъ.

Питательное отверстіе располагается обычно сбоку, неглубоко подъ уровнемъ воды, около середины длины трубокъ. Въ нѣмецкомъ типѣ при питаніи чистой водой было бы рационально для усиленія циркуляціи проводить воду къ боку топки.

Пароотводомъ служитъ отверстіе въ передней части котла около верхней образующей. Оно располагается надъ топкой, что не рационально, ибо при форсированной работѣ возможно выбрасываніе воды въ него. Въ нѣмецкомъ типѣ паръ чрезъ нѣсколько отверстій барабана поступаетъ въ паровой колпакъ, окружающій цилиндры, чѣмъ достигается большая сухость пара. Въ англійскомъ типѣ полезно устраивать паросушители, которые, однако, въ практикѣ являются исключеніемъ. На т. M, фиг. 1, 9, 10 и 11, показано рациональное устройство пароотвода, обезпечивающее сухость пара. Заборъ пара производится дырчатой трубой на довольно большой длинѣ; въ приклепанномъ къ котлу патрубкѣ поставленъ центробѣжный паросушитель, весьма энергично отдѣляющій воду, благодаря двойному измѣненію скорости пара по величинѣ и направленію: изъ радіальнаго внизъ въ аксіальное наверхъ. Отсепарированная вода отводится труб-

кой *подъ уровень*, и теченіе пара не препятствуетъ отводу воды. Иногда въ пароотводящее отверстіе вставляется газовой шиппель, на который наворачивается снизу колпакъ съ дырчатыми боками и глухимъ дномъ, какъ это выполняетъ Коломенскій заводъ; это устраняетъ выбрасываніе воды въ пароотводъ, не являясь все-таки настоящимъ паросушителемъ. Вообще, на этотъ вопросъ конструкторамъ слѣдовало бы обратить больше вниманія, чѣмъ это имѣетъ мѣсто теперь.

Таблица главныхъ элементовъ котловъ — стр. 32—33 полезна для проектированія локомотивовъ, представляя довольно большой выборъ практическихъ комбинацій этихъ элементовъ. Содержаніе ея не требуетъ особыхъ поясненій. Для лок. CCZ. 200—R. Wolf—цифры вычислены по чертежу въ мелкомъ масштабѣ и могутъ считаться лишь приблизительными, для прочихъ — вычисленіе сдѣлано по котельнымъ чертежамъ, имѣющимъ все необходимые размѣры, а результаты округлены. Стр. 3 — D_k — вычислена по нормальной мощности и принятому расходу пара на эффективный силочасъ ¹⁾).

Водотрубный локомотивный котелъ, конструкціи инженера В. Г. Шухова, нынѣ устанавливается на испытаніе въ Механическомъ Институтѣ И. М. Т. У. Основные условія конструкціи локомотивныхъ котловъ въ немъ соблюдены. Результаты испытаній будутъ опубликованы въ одномъ изъ слѣдующихъ выпусковъ *Извѣстій М. И.*

¹⁾ Оставленное для таблицъ мѣсто не позволяетъ помѣстить цѣнной для конструктора таблицы конструктивныхъ размѣровъ котловъ. Въ пополненіе этого недостатка можно указать:

В. Гриневецкій. Отчетъ по испытанію локомотивовъ на Бутырскомъ хуторѣ въ 1896 г. — гдѣ дана эта таблица для 5 заграничныхъ локомотивовъ.

Песковъ и Латышевъ. Отчетъ объ испытаніи русскихъ локомотивовъ въ Харьковѣ въ 1903 г., гдѣ дана таблица болѣе важныхъ размѣровъ 8 русскихъ локомотивовъ.

Изъ литературы по конструкціямъ котловъ локомотивовъ можно указать:

Z. d. V. d. J. 1901, № 9; котлы нѣмецкаго типа локомотивовъ Вольфа и Ланца около 250 HP_e, на 10 ат въ Парижской выставкѣ; неполно и въ очень мелкомъ масштабѣ.

Z. d. V. d. J. 1901, № 30, котелъ съ перегрѣвателемъ Вольфа на 12 ат локомотива компаундъ въ 100 HP_e; неполно и въ мелкомъ масштабѣ.

Z. d. V. d. J. 1896, № 45, т. XX, котелъ съ цилиндрической волнистой топкой, невыдвижной, на 10 ат, локомотива тандемъ въ 30 HP_e завода Венгерскихъ казенныхъ ж. д.; масштабъ 1:20, безъ размѣровъ; хорошій образецъ данного типа.

Z. d. V. d. J. 1897, № 10, т. VII и VIII, котелъ съ цилиндрической гладкой невыдвижной топкой, локомотива въ 30 HP_e и котелъ съ цилиндрической волнистой топкой и *обратнымъ пламенемъ*, локомотива въ 45 HP_e завода бр. Зульцеръ; масштабъ около 1:15, съ размѣрами; хорошіе образцы данныхъ типовъ.

Schotte. Bericht über die Prüfung von Locomobilen in Berlin, 1883, устарѣлые чертежи въ масштабѣ 1:20, съ таблицами размѣровъ, неконструктивно.

В. Гриневецкій. Отчетъ по испытанію локомотивовъ на Бутырскомъ Хуторѣ въ 1896 г., чертежи въ масштабѣ 1:20, съ таблицами размѣровъ, неконструктивно.

La Mécanique à l'Exposition de 1900. III выпускъ. Котлы нѣсколькихъ французскихъ локомотивовъ, въ мелкомъ масштабѣ; неконструктивно.

Weber. Bau der Locomobilen. 1871. Очень устарѣло, но чертежи довольно конструктивные.

Taborsky. Construction und Betrieb der Locomobilen, 1889; есть чертежи; изложеніе довольно полное, популярное.

А. Таблица главныхъ элементовъ котловъ.

1	Типъ котла	Нѣмецкій		А н г л і й с к і й								
				крупн.	увеличенная точка				нормальная точка			
2	Фирма и марка локомотива	R. Wolf CCZ. 30	R. Wolf CCZ. 200	R. Garet & Sons compound	Верхъ-Исет- скій заводъ	Ransomes, 10H	H. Lanz H	Зав. Венгер- скихъ ж.д.	H. Lanz 7	H. Lanz 6	Ruston, & Co 10H	Marshall & Sons 10H
3	Нормальная паропроизводитель- ность въ часть kg, D_k	300	1680	450	640	480	260	260	210	290	400	400
4	Рабочее давленіе по манометру въ kg/□см, p_k	10,0	10,0	10,5	7,0	5,6	7,0	5,5	6,0	6,0	6,35	7,0
5	Номинальная поверхность па- грѣва въ □ м, H_n	23,1	125,6	30,0	27,9	21,6	15,6	12,6	10,5	16,0	18,7	19,0
6	Газовая поверхность нагрѣва въ □ м, H	20,6	116,0	27,5	25,6	20,2	14,6	11,6	9,8	14,8	17,4	17,5
7	Зеркало испаренія въ □ м, F .	2,7	9,0	3,7	3,5	2,9	2,3	1,9	1,6	2,2	2,3	2,3
8	Водяной объемъ въ m^3 , V_1 . . .	2,37	14,07	2,05	2,18	1,15	0,98	0,75	0,65	0,88	0,93	1,07
9	Паровой объемъ въ m^3 , V_2 . . .	0,30	3,24	0,85	0,60	0,78	0,42	0,29	0,23	0,34	0,31	0,39
10	Типъ корпуса котла	цилиндрическій		рад. кожуха топ- ки = рад. барабана		радіусъ кожуха тонки больше радіуса барабана						
11	Относительный водяной объемъ въ lt, $\frac{V_1}{H}$	115	121	75	85	54	67	65	66	60	53	61
12	Относительный паровой объемъ: $\frac{V_1}{V_2}$	0,12	0,23	0,41	0,27	0,68	0,43	0,39	0,35	0,26	0,33	0,37

13	Водяной объемъ относительно часового расхода пара	7,9	8,4	4,5	3,4	2,4	3,8	3,1	3,2	3,0	2,3	2,7
14	Напряженіе поверхности нагрѣва въ kg/cm, $D_h = \frac{D_k}{H}$	14,5	14,5	16,4	25,0	23,8	17,7	22,4	21,5	19,6	23,0	22,9
15	$\frac{H}{F}$	7,6	12,9	7,4	7,3	6,9	6,2	6,2	6,0	6,7	7,6	7,6
16	Напряженіе зеркала испаренія въ kg/cm, $\frac{D_k}{F}$	111	187	122	183	164	111	164	130	132	174	173
17	Типъ тонки	цилиндрическая гладная (Адамсонъ)		короб- чатая Гарретъ	коробча- тая вол- нистая	коробчатая обыкновенная	коробча- тая вол- нистая	коробчатая обыкновенная				
18	Поверхность нагрѣва тонки въ въ $\square$ м, H_f	5,2	10,5	5,1	5,0	4,4	3,4	2,6	1,9	2,6	3,5	3,7
19	Относительная пов. нагрѣва тонки, $\alpha = \frac{H_f}{H}$	0,15	0,09	0,19	0,20	0,21	0,23	0,23	0,20	0,18	0,20	0,21
20	Площадь рѣшетки въ $\square$ м, R . .	0,56	2,10	1,03	1,23	0,90	1,03	0,52	0,40	0,56	0,64	0,75
21	Живое сѣченіе дымогарныхъ трубокъ въ $\square$ м, f_r	0,10	0,49	0,13	0,12	0,11	0,09	0,07	0,07	0,10	0,10	0,09
22	$\frac{H}{R}$	37	55	27	21	22	14	22	24	26	27	23
23	$\frac{f_r}{R}$	0,18	0,23	0,12	0,10	0,12	0,08	0,14	0,17	0,17	0,16	0,12

Отопление и тяга.

Роды топлива. Локомобиль на практикѣ является самымъ универсальнымъ двигателемъ относительно рода топлива. Топливо можно раздѣлить на нѣсколько группъ на основаніи различныхъ свойствъ.

По составу горючей части можно различать:

1) короткопламенное топливо, бѣдное водородомъ, не подвергающееся предъ сгораніемъ замѣтно распаду. Сюда относятся: антрацитъ, обыкновенный тощій каменный уголь, коксъ, большей частью, — угольная мелочь;

2) длиннопламенное топливо, богатое водородомъ и выделяющее предъ сгораніемъ продукты распада, большей частью углеводороды. Сюда принадлежать: жирный уголь, торфъ, нефть, дрова, опилки, корни, хвоя, сучья и т. д., солома, сѣно, стебли кукурузы и подсолнечника и т. д.

По содержанію золы различаются:

1) топливо съ малымъ содержаніемъ: нефть, дрова, сучья, опилки, большая часть сортовъ каменнаго угля и кокса, бурый уголь, нерѣдко — торфъ, корни;

2) топливо съ значительнымъ содержаніемъ: солома и стебли, нѣкоторые сорта угля и кокса, часто — торфъ, корни.

По содержанію гигроскопической воды топливо бываетъ очень различно въ зависимости отъ условій его добыванія и храненія. Можно отмѣтить какъ особо гигроскопическіе роды топлива: солому, стебли, опилки, торфъ и нѣсколько слабѣе — дрова. Съ этимъ свойствомъ, весьма затрудняющимъ полноту сгоранія и форсировку работы котла, приходится считаться при сжиганіи названныхъ родовъ топлива.

По теплопроизводительности можно различать:

1) топливо *значительной* теплопроизводительности: нефть, антрацитъ, каменный уголь, коксъ, угольная мелочь;

2) топливо *средней* теплопроизводительности: бурый уголь, торфъ, сухія дрова и корни;

3) топливо *малой* теплопроизводительности: сырые дрова и корни, опилки, солома, стебли и проч.

Локомобильная топка должна приспособливаться къ возможно удовлетворительному сжиганію столь разнообразнаго топлива.

Внутренняя топка является естественной топкой для локомобилей вообще и необходимой — для перевозныхъ; она имѣетъ преимущества усиленія теплоотдачи отъ газовъ лучеиспусканіемъ

топлива и устраненія лучеиспусканія во внѣшнюю среду, но обладаетъ и многими недостатками, затрудняющими процессъ сжиганія топлива.

1) *Объемъ топки малъ, а стѣнки ея холодны*; послѣ короткаго пути въ топкѣ газы вступаютъ въ дымогарныя трубы при средней температурѣ отъ 600 до 900° С и тамъ при тонкихъ струйкахъ охлаждаются очень быстро. Эти обстоятельства затрудняютъ *полноту сгорания*, которая достигается болѣе или менѣе лишь при короткопламенномъ топливѣ. При длиннопламенномъ топливѣ продукты перегонки, диссоціируя и выделяя углеродъ, легко встрѣчаютъ холодныя стѣнки, охлаждающія ихъ ниже 700° С, температуры, необходимой для сжиганія углерода. Здѣсь отсутствуютъ раскаленныя стѣнки, которыя могли бы зажечь вновь потухшее пламя; особенно энергично охлаждають пламя дымогарныя трубы. Поэтому топливо особо длиннопламенное, какъ нефть, смолистыя дрова, или мало теплопроизводительное, дающее низкую температуру въ топкѣ и тѣмъ облегчающее потуханіе пламени, какъ сырыя дрова, корни и торфъ, опилки, солома и стебли и т. д.,—нельзя удовлетворительно сжигать во внутренней топкѣ обычнаго устройства. При такомъ топливѣ изъ потухшаго ранѣе полнаго сгорания пламени выделяется сажа, губительно дѣйствующая на теплоотдачу. Не только ухудшается полнота сгорания, но и понижается температура топки, а влѣдствіе этого и осажденія сажи очень значительно уменьшается полезное дѣйствіе поверхности нагрѣва и ея напряженіе. Поэтому для удовлетворительнаго сжиганія большей части длиннопламеннаго топлива необходимы спеціальныя приспособленія топки, разсматриваемыя ниже.

2) *Примѣнима лишь плоская рѣшетка*, ограничена ея площадь, стѣснено расположеніе ея и высота топлива на ней. Въ малыхъ локомотивахъ англійскаго типа глубина рѣшетки подъ топочною дверкой и нижними рядами трубокъ около 200—300 mm; въ большихъ—нѣсколько болѣе. Въ локомотивахъ нѣмецкаго типа площадь рѣшетки, ея расположеніе и высота слоя топлива еще болѣе стѣснены, чѣмъ въ англійскомъ типѣ, благодаря цилиндрической формѣ и ограниченному діаметру топки. Поэтому обычная внутренняя топка локомотивовъ нѣмецкаго типа является менѣе универсальною для разныхъ родовъ топлива, чѣмъ топка англійскаго типа. Существеннымъ недостаткомъ топки нѣмецкаго типа, на который, однако, конструкторы обращаютъ мало вниманія, является *неравномѣрность распределенія газовъ въ верхнихъ и нижнихъ рядахъ трубокъ*. Неравномѣрность эта столь

велика, что въ заднихъ концахъ верхнихъ трубокъ газы иногда бываютъ на 100—150° С горячѣе, чѣмъ въ нижнихъ трубкахъ ¹⁾. Эту неравномѣрность вызываетъ высокій топочный порогъ, т. М. фиг. 32, отбивающій газы кверху, и короткость топки за порогомъ, а способствуетъ ей сравнительно малое сопротивление дымогарныхъ трубокъ. Ослабить эту неравномѣрность можно цѣлесообразнымъ расположеніемъ порога или *залонкой колецъ* въ верхніе ряды трубокъ. По всемъ этимъ особенностямъ внутреннія топки обычнаго типа не позволяютъ правильно сжигать топлива объемистаго, мелкаго и рыхлаго, какъ: солома, стебли, опилки, сучья, корни, хвоя, угольная мелочь, нѣкоторые сорта торфа и т. д. Требуется добавочныя части, ослабляющія отмѣченные недостатки.

Поэтому удовлетворительно сжигать во внутренней топкѣ обычнаго типа возможно: антрацитъ, коксъ, каменный и бурый уголь, сухія дрова, нѣкоторые сорта торфа, а прочее топливо требуетъ измѣненій, которыя рассмотримъ, выдѣливъ наиболее своеобразныя *нефетопки* и *соломотопки* въ особыя группы.

Вторичный выпускъ воздуха въ обыкновенной внутренней топкѣ рѣдко примѣняется. Въ котлахъ нѣмецкаго типа можно бы примѣнить любую систему, годную для котловъ съ жаровыми трубами. Наиболее рационаленъ вторичный верхній выпускъ воздуха по системѣ Топфа изъ чугунаго желоба, составляющаго потолокъ топки. Можно примѣнять выпускъ воздуха чрезъ полый чугунный порогъ по системѣ Ковицкаго и т. д. Въ котлахъ англійскаго типа вторичный выпускъ получается отчасти чрезъ розетку топочной дверки, и спеціальныя приспособленія примѣняются лишь при соломотопкахъ.

Плоская рѣшетка состоитъ изъ обычнаго типа колосниковъ и помещается на желѣзныхъ балочкахъ. Въ длину приходится отъ 1 до 3 колосниковъ, смотря по длинѣ рѣшетки. Рѣшетка въ котлахъ англійскаго типа располагается горизонтально или слегка наклонно назадъ, а въ котлахъ нѣмецкаго типа—наклонно. Увеличенная площадь рѣшетки, необходимая для малоцѣннаго топлива, въ котлахъ англійскаго типа получается при увеличенной топкѣ, въ котлахъ нѣмецкаго типа—посредствомъ добавленія *предтопка*, какъ на т. М, фиг. 16. Предтопокъ снабженъ футеровкой въ желѣзномъ кожухѣ; выгодно снаружи устраивать воздушную рубашку во избѣжаніе чрезмѣрной потери тепла во внѣшнюю среду, что представляетъ довольно существенный недостатокъ предтопка.

¹⁾ См.: „Извѣстія Механическаго Института“ И. М. Т. У., выпускъ I.

Размѣры рѣшетки въ котлахъ нѣмецкаго типа малы и поэтому для дровъ слѣдуетъ добавлять предтопокъ.

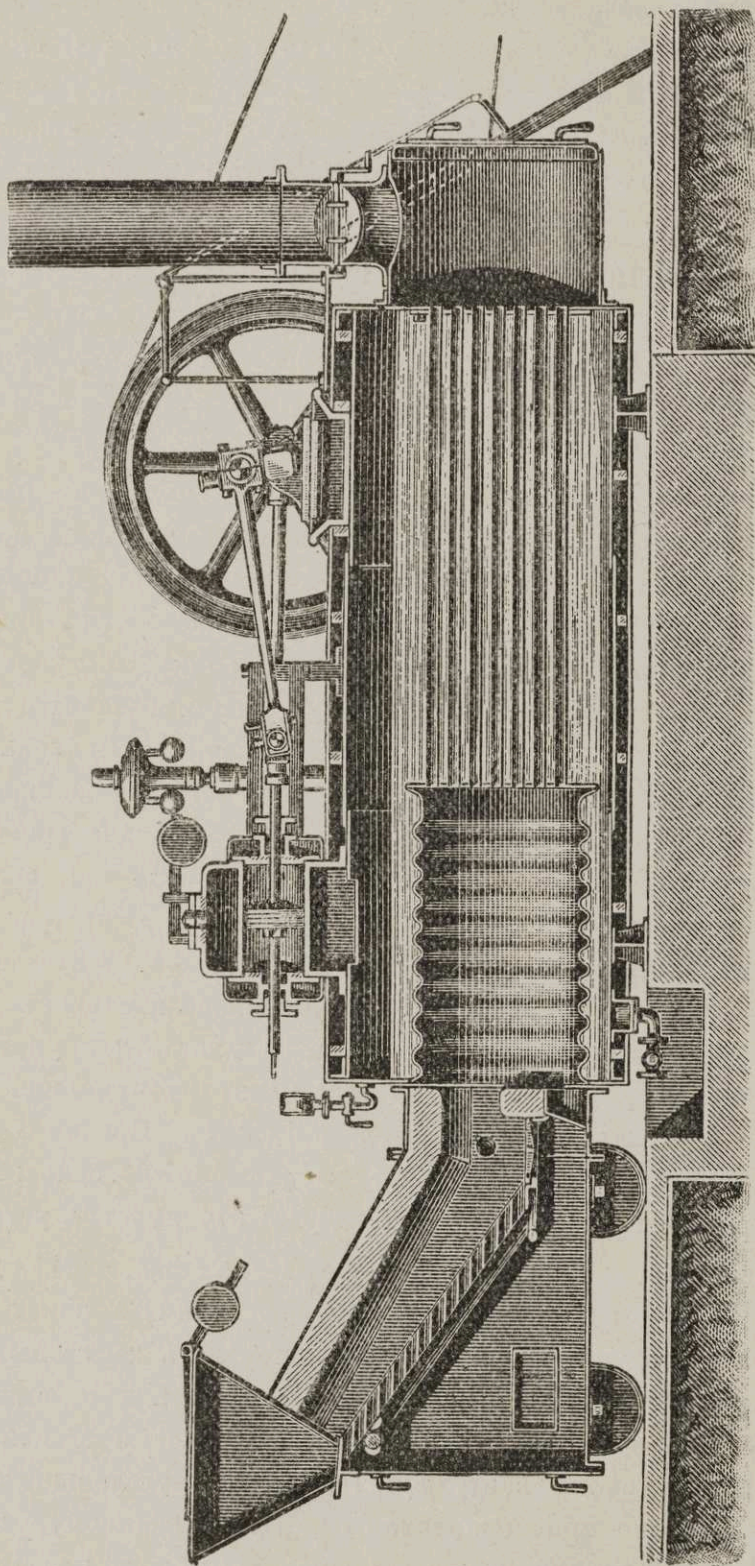
Топочная дверка въ котлахъ англійскаго типа бываетъ овальной, размѣромъ въ свѣту отъ 300×200 mm до 450×300 mm, снабжается глядѣлкой и розеткой для впуска воздуха, а также предохранительнымъ желѣзнымъ щиткомъ. Въ котлахъ нѣмецкаго типа фронтъ топки устраивается подобно котламъ съ жаровыми трубами, имѣя вверху топочную, а внизу—зольниковую дверку.

Выносныя топки позволяютъ устранить объ категоріи недостатковъ внутренней топки, но сами обладаютъ существеннымъ недостаткомъ,—отсутствіемъ портативности, и поэтому примѣнимы лишь при полулокомобиляхъ и замѣняющихъ ихъ иногда перевозныхъ локомобиляхъ.

Подтопки въ котлахъ англійскаго типа состоятъ изъ выложенной огнеупорнымъ кирпичемъ шахты, служащей продолженіемъ внизъ топки и примыкающей вверху къ топочному кольцу, глубиной отъ 0,7 до 1,0 m. Въ нихъ располагается обыкновенная плоская рѣшетка, имѣющая внизу зольникъ, доступный чрезъ другую шахту спереди котла, закрытую поломъ. Закидка топлива идетъ чрезъ топочную дверку, регулированіе тяги зольниковой дверкой или регистромъ. Очистка колосниковъ и зольника здѣсь неудобна. Поэтому такой подтопокъ примѣнимъ для дровъ, сучьевъ и чистыхъ корней, для которыхъ онъ является весьма рациональнымъ: увеличивается слой топлива на рѣшѣткѣ, получаютъ раскаленные стѣнки, существенно удлиняется путь пламени, увеличивается экономичность и паропроизводительность котла. Стоимость подтопка очень невелика, а уходъ для упомянутого топлива весьма удобенъ. Эти подтопки автору пришлось наблюдать и испытывать на золотыхъ приискахъ Средняго Урала. При локомобиляхъ англійскаго типа для дровъ, сучьевъ и чистыхъ корней смѣло можно рекомендовать это простое устройство.

Ступенчатая топка, изображенная на фиг. 2641 и 2642, имѣютъ ступенчатую рѣшетку обычнаго типа и закидную воронку для мелкаго топлива; онѣ заключены въ желѣзный клепаный кожухъ и имѣютъ огнеупорную футеровку, а также снабжены колесами для откатыванія. Обыкновенно онѣ снабжаются вторичнымъ впускомъ воздуха и являются полугазовыми топками. Эти топки удобно приспособливаются и къ нѣмецкому, и къ англійскому типу, требуя въ послѣднемъ ямы и подтопка. Въ этихъ топкахъ можно довольно хорошо сжигать: опилки, торфъ, угольную мелочь и т. д.

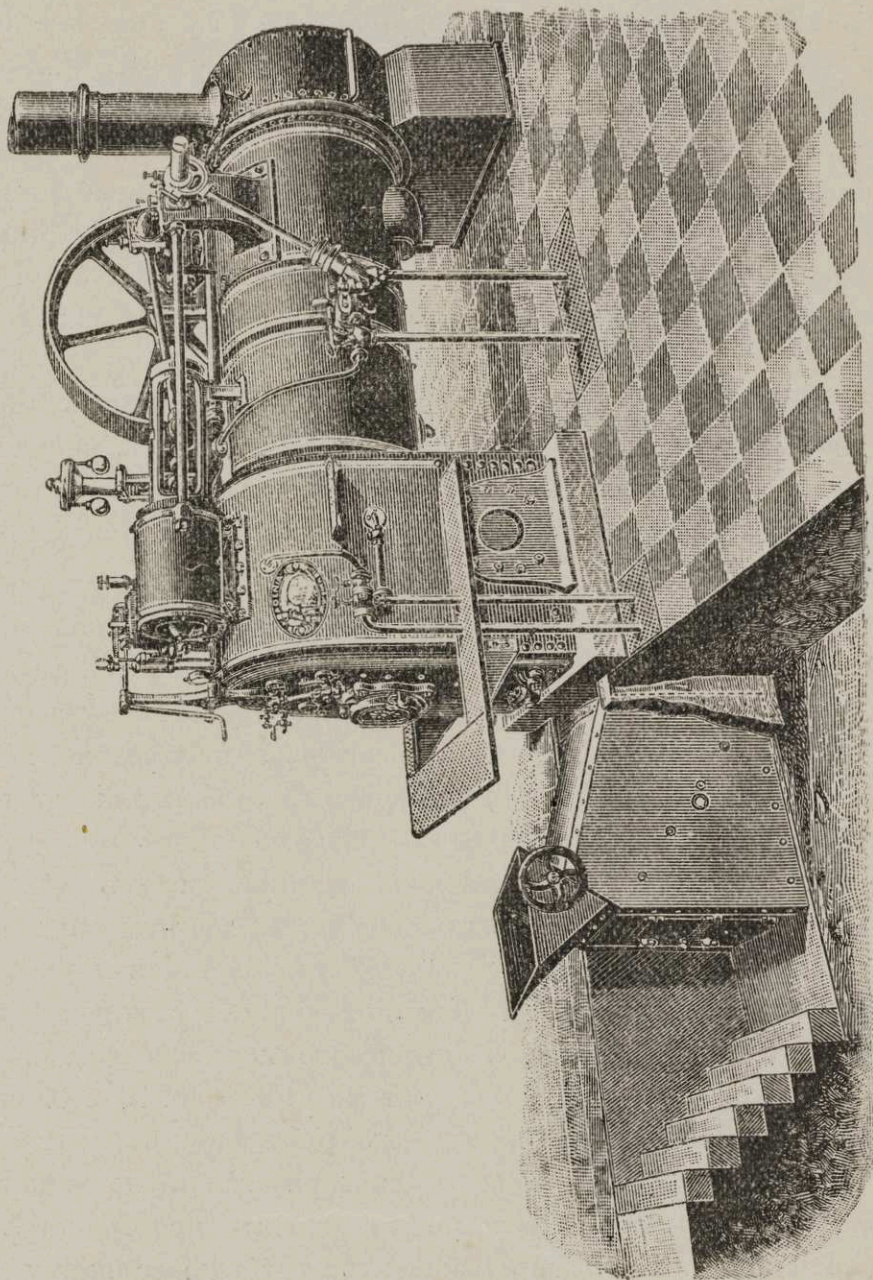
Газовыя и полугазовыя топки съ постоянной обмуровкой нерѣдко примѣняются въ полулокомотивахъ при плохомъ топ-



Фиг. 2641.

ливѣ. Топка устраивается въ ямѣ подѣ поломъ у фронта котла. Закидная воронка располагается надѣ поломъ. Устье

топки при котлахъ англійскаго типа входятъ въ низъ коробчатой топки, а при котлахъ нѣмецкаго типа переходить въ фронтное отверстіе топки особымъ *отъемнымъ колыномъ*, футерованнымъ въ металлическомъ футлярѣ, которое при выдвиганіи жаровой



Фиг. 2642.

части отнимается. Фирма Torf Söhne выполняетъ для нѣмецкаго типа двойныя топки съ боковъ передняго фронта котла, надъ поломъ, соединяя ихъ отъемной камерой съ фронтнымъ отверстіемъ внутренней топки. При проектированіи этихъ топокъ, въ виду небольшого количества сжигаемаго топлива надо обратить особое вниманіе на *уменьшеніе потери тепла во внешнюю среду*,

дѣлая въ стѣнкахъ воздушныя прослойки и используя ихъ для подогрева воздуха. Это относится не только къ топкѣ, но и къ вышеупомянутому отъемному колѣну. Безъ этой предосторожности получается чрезмѣрная потеря во внѣшнюю среду, перевѣшивающая или компенсирующая выгоду отъ правильнаго горѣнія. Затѣмъ нужно избѣгать неплотностей при соединеніи топки съ котломъ. Въ остальномъ можно придерживаться обычныхъ основаній проектированія этихъ топокъ. Такія топки громоздки, дороги, требуютъ сложнаго и внимательнаго ремонта, но зато позволяютъ сжигать самое плохое топливо: торфяную мелочь, корье, сучья, хвою, опилки и т. д., не проигрывая при томъ особенно въ экономичности и въ паропроизводительности котла, ибо онѣ даютъ высокую температуру при правильномъ наблюденіи за ними.

Въ ступенчатыхъ и газовыхъ топкахъ въ котлахъ нѣмецкаго типа почти нѣтъ теплоотдачи лучеиспусканіемъ, ибо пламя не доходитъ до топки. Въ котлахъ англійскаго типа отчасти дѣйствуетъ лучеиспусканіемъ нагретая поверхность подтолка, открывающаяся въ топку.

Нефтетопки локомотивовъ, служащихъ для промышленныхъ цѣлей, имѣютъ въ Россіи большое практическое значеніе, которому, однако, мало соответствуетъ слабое вниманіе къ нимъ заграничныхъ строителей ¹⁾. Для нефтетопки необходимо соблюденіе слѣдующихъ условій: 1) достаточный объемъ для окончанія процесса горѣнія въ раскаленныхъ стѣнкахъ и внѣ соприкосновенія съ холодными; 2) защита трубной рѣшетки отъ дѣйствія пламени; 3) правильный подводъ воздуха; 4) достаточное распыливаніе нефтяныхъ остатковъ; 5) удобство растопки и ухода за топкой; 6) удобства ремонта. Для полученія достаточнаго пространства горѣнія въ котлахъ англійскаго и нѣмецкаго типа необходимо устройство предтопка, какъ на т. 4, фиг. 10 и 11, снабженнаго футеровкой. Футеровка съ добавленіемъ воздушнаго прослойка, защищая отчасти отъ потери тепла во внѣшнюю среду, должна образовать раскаленные стѣнки пространства горѣнія, а порогъ ея долженъ защитить трубную рѣшетку отъ дѣйствія пламени. Непосредственное дѣйствіе пламени здѣсь недопустимо, ибо слишкомъ интенсивная теплоотдача отъ нефтянаго факела вызываетъ коробленіе рѣшетки и быстрое ея выгораніе,

¹⁾ Теперь этотъ вопросъ разрабатывается въ Механическомъ Институтѣ И. М. Т. У. Нѣкоторые критическія данныя объ нефтяной топкѣ Вольфа можно найти въ „Извѣстіяхъ Механическаго Института“, выпускъ I.

если она не совсѣмъ чиста. Поэтому сводикъ и порогъ равно необходимы и въ англійскомъ типѣ. Не слѣдуетъ дѣлать порога чрезмѣрно высокимъ, подобно т. L, фиг. 10, чтобы не вызвать этимъ неравномѣрнаго распредѣленія газовъ въ верхнихъ и нижнихъ рядахъ трубокъ. Подводъ воздуха правильно производить спереди и сверху, такъ, чтобы болѣе тяжелый холодный воздухъ падалъ на факель; подводъ снизу, какъ на т. L, фиг. 10, — чрезъ щели пода не даетъ столь равномѣрнаго распредѣленія воздуха и требуетъ бѣльшаго избытка его. На всѣ три предыдущія условія конструкторъ долженъ обратить особое вниманіе. Распыливаніе нефти производится паровой форсункой, круглой или плоской, смотря по формѣ обмуровки и всегда можетъ быть выполнено удовлетворительно. Для удобства ухода слѣдуетъ выбирать форсунки шарнирныя и возможно менѣе ревушія, какъ это дѣлаетъ заводъ Вольфа, форсунка котораго, однако, даетъ недостаточное распыливаніе и нагаръ нефти въ конусѣ. Необходимо въ топкѣ имѣть дверку и достаточное пространство для растопки на дровахъ по крайней мѣрѣ до 2—3 атмосферъ. Наконецъ, футеровка должна быть возможно прочна и удобна для ремонта; въ мѣстѣ удара пламени долженъ быть упорный камень, чтобы защитить сводикъ отъ быстраго выгоранія; сводики не слѣдуетъ дѣлать слишкомъ плоскими; слѣдуетъ примѣнять лучший англійскій огнеупорный кирпичъ.

Соломотопки являются наиболѣе распространенными топками русскихъ сельскохозяйственныхъ локомотивовъ и поэтому имѣютъ громадное значеніе. Устройство ихъ представляетъ совершенно своеобразныя трудности, обусловливаемыя свойствами топлива и условіями ихъ примѣненія. Соломотопка сельскохозяйственнаго локомотива должна удовлетворить слѣдующимъ условіямъ: 1) удобоперемѣщаемость вмѣстѣ съ локомотивомъ, 2) возможная форсировка котла, 3) полнота сгоранія, 4) устраненіе засариванія дымогарныхъ трубокъ, 5) удаленіе золы и шлака, 6) простота устройства и ухода, 7) прочность и удобства ремонта, 8) безопасность въ пожарномъ отношеніи.

Условіе (1) весьма важно, ибо сельскохозяйственные локомотивы при молотьбѣ часто перемѣщаются. Выполненіе условія (2) представляетъ особыя трудности. Температура въ топкѣ на соломѣ весьма низка: 1) за счетъ неполноты сгоранія, 2) за счетъ большой отдачи тепла шлаку, 3) за счетъ испаренія конституціонной воды, около 51⁰/₀ по вѣсу отъ сухой соломы, 4) за счетъ испаренія гигроскопической воды, содержаніе которой при влажной соломѣ доходитъ до 30—50⁰/₀ по вѣсу. Дѣйствіе поверхности

нагрѣва страдаетъ отъ сажи, золы и обугленной соломы, засаривающихъ трубки. По этимъ причинамъ паропроизводительность даннаго котла на соломѣ на 20—40% меньше, чѣмъ на углѣ. Для обезпеченія достаточной паропроизводительности при соломотопкахъ целесообразно брать котлы съ увеличенной топкой; правда, эти котлы болѣе дороги, но поверхность нагрева топки дѣйствуетъ при соломѣ значительно надежнѣе, чѣмъ поверхность трубокъ. Топка своимъ устройствомъ отнюдь не должна наносить ущерба паропроизводительности, которая и безъ того понижена малоцѣнностью топлива. Условія (3) и (4) важны не столько въ смыслѣ обезпеченія экономичности, сколько для достиженія удовлетворительной паропроизводительности. Условіе (5) весьма важно, ибо солома благодаря значительному содержанію кремнезема и покрывающей ее пыли даетъ много шлака, спекающагося въ видѣ пористыхъ, но крѣпкихъ камней. Условія (6) и (7) весьма важны для сельскохозяйственныхъ локобилей, работающихъ при слабомъ техническомъ надзорѣ и удаленныхъ отъ техническихъ средствъ для сложнаго ремонта. Наконецъ, условіе (8) практически очень важно, ибо при молотбѣ локобиль окруженъ массой горючихъ матеріаловъ, какъ — солома, трыва (сбойва), полоза, а соломотопка способна давать раскаленный шлакъ и искры изъ дымовой трубы и изъ поддувала.

Всѣ различные типы соломотопокъ можно раздѣлить на 2 главные класса:

соломотопки съ внутренней топкой, которыя бываютъ:

- 1) съ металлическими щитами въ топкѣ,
- 2) съ нижней подачей и пониженными колосниками;

соломотопки съ выносной топкой, которыя бываютъ:

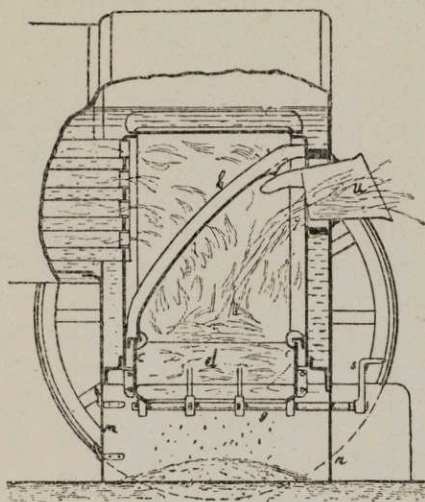
- 1) съ предтопками,
- 2) съ подтопками.

Во всѣхъ подраздѣленіяхъ возможно питаніе топки соломой:

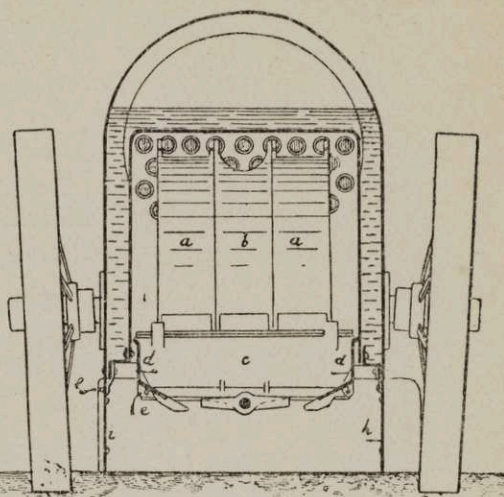
- 1) періодическое, ручное;
- 2) непрерывное, механическое.

Соломотопки съ внутренней топкой и металлическими щитами отлично удовлетворяютъ условію (1), но имѣютъ общій недостатокъ — быстрое перегораніе щитовъ. Наиболѣе простой и практичной является соломотопка Эльворти, фиг. 2643, 2644 и 2645. Щиты здѣсь выполнены изъ чугунныхъ дугъ, дефлекторовъ, тавроваго сѣченія и ставятся почти вплотную въ числѣ 3—4 оставляя проходъ по бокамъ. Они образуютъ камеру горѣнія съ накаленной стѣнкой, что даетъ полное сгораніе и обезпечиваетъ

отчасти рѣшетку отъ засоренія. Подача соломы идетъ вручную въ воронку съ откиднымъ клапаномъ, что устраняетъ лишній протокъ



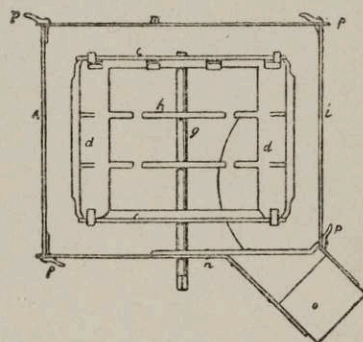
Фиг. 2643.



Фиг. 2644.

воздуха. Колосники замѣнены чугунной коробкой съ откосами внутрь, съ валикомъ, снабженнымъ пальцами и ручкой. Валикъ при горизонтальномъ положеніи пальцевъ удерживаетъ соломѣ, позволяя легко проваливаться золѣ и шлаку; проваливается также и довольно много обугленной соломы.

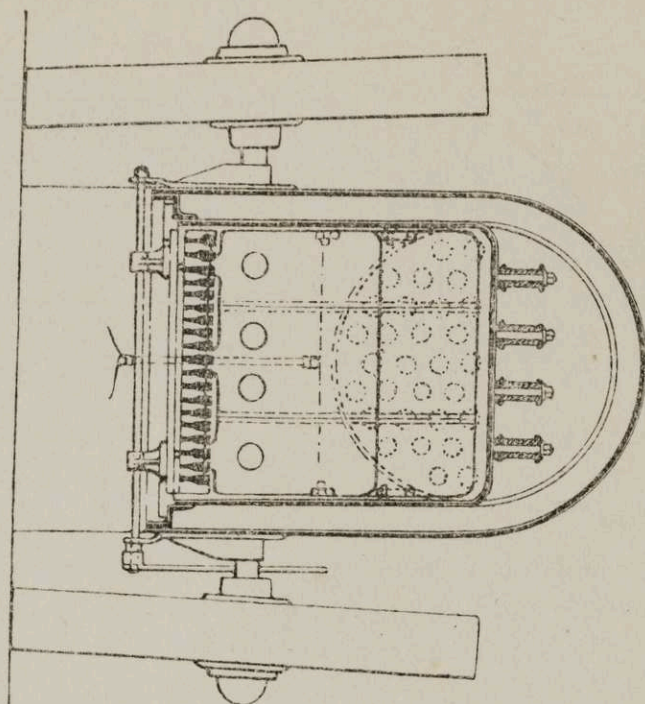
Для лучшаго удаленія шлака и золы ручка время отъ времени поворачивается, шевеля соломѣ. Поддувало замѣнено желѣзной коробкой безъ дна, укрѣпленной при установкѣ въ топочной части, а низомъ закапываемой въ землю; сюда проведена трубочка изъ котла для заливки водой золы и шлака; въ переднемъ углу имѣется дверка для выгребанія золы и шлака. Соломотопка хорошо удовлетворяетъ требованіямъ (5), (6) и (8). При увеличенной топкѣ паропроизводительность котла не особенно страдаетъ; возможна установка и въ обыкновенной топкѣ, но при сильно уменьшенной паропроизводительности. Серьезнымъ недостаткомъ является лишь быстрое перегораніе дефлекторовъ, которое ослабляется отчасти ихъ массивностью; можно было бы покрывать ихъ слоемъ карборунда. Показанная на т. М, фиг. 17, „южно-русская“ соломоторка Гаррета представляетъ видоизмѣненіе соломоторки Эльворти, но здѣсь отдѣльные дефлекторы замѣнены общимъ подвижнымъ щитомъ, чѣмъ недостатокъ быстрого перегоранія еще увеличенъ, такъ какъ дефлекторы Эльворти можно замѣнять



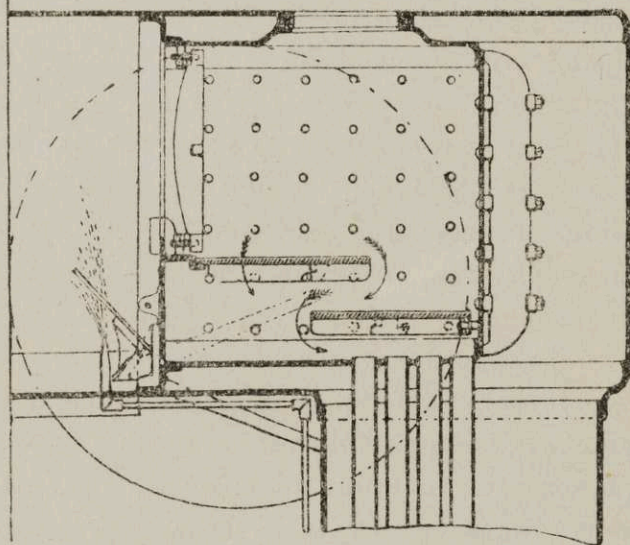
Фиг. 2645.

порознь по мѣрѣ порчи. Зато здѣсь больше топочное пространство. Другая распространенная соломотопка—*Геда и Шеміота*, фиг. 2646 и 2647—имѣетъ щиты въ видѣ 2 чугунныхъ ребристыхъ

Фиг. 2646.



Фиг. 2647.



плитѣ, подвѣшенныхъ боками, изъ нихъ передняя внизу снабжена круглыми дырами. Колосники расположены въ передней части топки, рѣже чѣмъ обыкновенно. Задняя часть закрыта поворотной доской, чѣмъ достигается выбрасываніе изъ нея золы. Пита-

ніе чрезъ воронку производится автоматическое 2 вальцами, движущимися ремнемъ отъ коренного вала. Поддувало таково же, какъ у Эльворти. Ограниченіе объема камеры горѣнія плитами, требуетъ *увеличенной топки*. По паропроизводительности эта соломотопка нѣсколько уступаетъ соломотопкѣ Эльворти, давая менѣе благопріятное распредѣленіе пламени и сильно стѣсняя работу верхнихъ рядовъ трубокъ. Свободная верхняя поверхность соломы способствуетъ увлеченію ея въ трубки, которыя сильно ею засариваются. Удаленіе шлака и золы менѣе надежно, и колосники можетъ залить шлакомъ. По этимъ 2 причинамъ требуется особенно усиленная тяга для обезпеченія паропроизводительности, что вызываетъ нерѣдко выбрасываніе искръ въ трубу и противорѣчитъ условію 8-му. Въ отношеніи устройства и ухода соломотопка сложнѣе, чѣмъ Эльворти. Недостатокъ перегоранія плитъ сохраненъ и добавлена еще возможность порчи колосниковъ. Нѣкоторое преимущество даетъ механическое питаніе, что, однако, не особенно существенно, ибо при соломотопкѣ Эльворти кочегаромъ служить полурабочій. Вообще соломотопку Геда и Шеміота нужно признать болѣе сложной и дорогой, менѣе практичной, чѣмъ соломотопку Эльворти. На т. М, фиг. 18, представлено, ясное изъ чертежа, измѣненіе соломотопки Геда и Шеміота заводомъ Гарретъ, подобно которому строятъ эту соломотопку и нѣкоторые другіе заводы. Внѣшній видъ локобиля съ соломотопкой Геда и Шеміота данъ на т. М, фиг. 26. Соломотопка Грэнеля, выполненная заводомъ Marshall Sons, имѣетъ полу ю чугунную плиту съ отверстіями впередъ, въ камеру горѣнія, идущую отъ поддувала почти до потолка топки и подающую воздухъ; колосниковъ здѣсь нѣтъ, ихъ замѣняетъ желѣзное дно поддувала. Солома подается маленькими порціями, а воздухъ—спереди поддувала и изъ отверстій плиты, которая въ верхней части даетъ какъ бы вторичный впускъ воздуха. Для полноты сгорания это представляетъ преимущества; но прочія условія этой соломотопкой не особенно удовлетворяются.

Соломотопки съ нижней подачей не чрезъ топочную дверку, а чрезъ спеціальное отверстіе внизу фронта котла выполняются многими заводами. Нерѣдко щитовъ здѣсь не ставится, почему страдаетъ условіе (3); свободная поверхность соломы ухудшаетъ условіе (4), а несоблюденіе условій (3) и (4) уменьшаетъ паропроизводительность котла. Колосники выполняются изогнутыми заднимъ концомъ вверхъ и ставятся рѣже обычнаго; форма колосниковъ затрудняетъ очистку отъ шлака, и условіе (5) соблюдается плохо. Зато здѣсь часто не бываетъ быстро перегора-

ющихъ плитъ, и слабое мѣсто представляютъ лишь колосники. Солома подается въ воронку вилами вручную. Устройство и уходъ за ними отличаются простотой. По высказаннымъ соображеніямъ соломотопки этой категоріи нужно признать менѣе цѣлесообразными, чѣмъ соломотопки первой категоріи.

Соломотопки съ выноснымъ предтопкомъ въ англійскомъ типѣ строились ранѣе заводомъ Clayton & Shuttleworth въ видѣ коробчатой прибавки къ передней части котла, высотой примѣрно до оси барабана, съ полуцилиндрическимъ верхомъ и двойными стѣнками, пространство между которыми принадлежало къ водяному объему котла. Въ предтопкѣ ставились спеціальныя колосники, а спереди помѣщалась широкая дверка, поднимавшаяся цѣпью, перекинутой чрезъ блокъ. Единственное основаніе такой сложной конструкціи—увеличеніе поверхности нагрѣва котла для сохраненія требуемой паропроизводительности, что можетъ быть проще достигнуто увеличенной топкой. Въ остальномъ соломотопка уступаетъ ранѣе разсмотрѣннымъ и вообще является непрактичной. Въ котлахъ нѣмецкаго типа невозможно вести сжиганіе соломы въ тѣсной цилиндрической топкѣ. Заводъ Вольфа устраиваетъ для сельскохозяйственныхъ локобилей отъемныя предтопки, по формѣ подобныя топочной части англійскаго типа, снабженныя внутри футеровкой, висящія между балками, приклепанными къ бокамъ барабана, и входящія отверстіемъ въ топку. Это громоздкое и тяжелое устройство можетъ обезпечить хорошее сгораніе соломы при надлежащемъ устройствѣ колосниковъ, но вообще, для котловъ нѣмецкаго типа соломотопки гораздо менѣе удобны, чѣмъ для котловъ англійскаго типа.

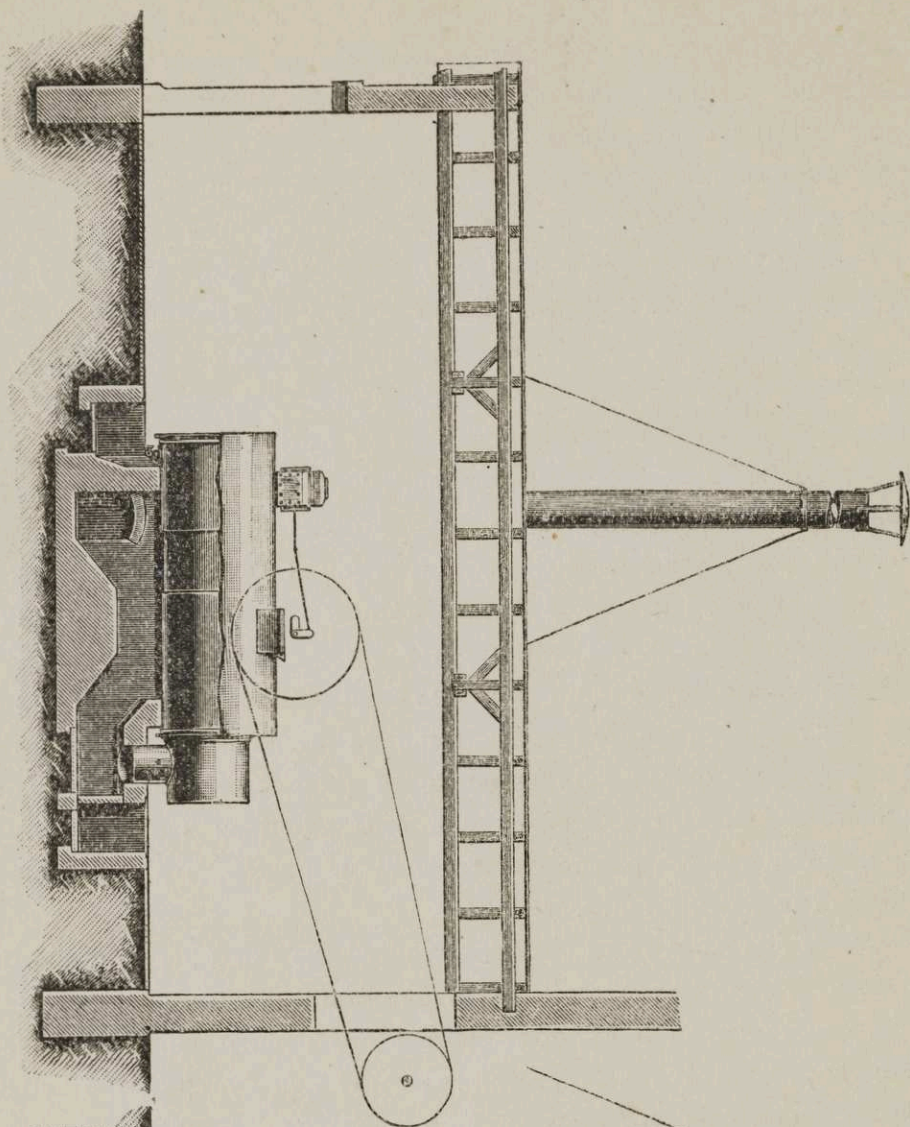
Соломотопка съ подтопкомъ въ землѣ является наиболѣе примитивнымъ и старымъ типомъ. Подъ топкой вырывается яма съченіемъ по внутренней топкѣ, глубиной отъ 1,0 до 1,5 м, облицовываемая въ $\frac{1}{2}$ кирпича такъ, что верхніе ряды вмазываются въ топку, закрывая нижній рядъ заклепокъ. На облицовку идетъ до 150 шт. кирпича. Внизу, вбокъ или впередъ, оставляется облицовываемое кирпичомъ выгребное отверстіе, закрываемое желѣзной заслонкой и выходящее въ яму, вырываемую или передъ фронтомъ локобиля или у лѣваго задняго колеса. Глубина ямы около 1,5 м, а съченіе—около $0,9 \times 1,5$ м; разстояніе отъ топочнаго кожуха—0,7 до 0,9 м, яма иногда перекрывается досками. Солома подается въ воронку, падая на горящій въ подтопкѣ слой соломы. Воздухъ идетъ снизу сквозь весь слой соломы, а отчасти падаетъ сверху сквозь неплотности вмазки облицовки въ топку. По дѣйствию топка напоминаетъ шахтныя полугазовые топки

для дровъ, торфа и т. д. Зола и шлакъ выгребаются чрезъ 3—5 часовъ работы при остановкахъ и сейчасъ же заливаются въ ямъ водой. Шлакъ образуетъ сплошную массу на днѣ,—„жужелицу“, а золы получается немного. Топка лишена важнаго условія—перемѣщаемости и удобопримѣнима лишь при довольно продолжительной работѣ на одномъ мѣстѣ, требуя также плотнаго сухого грунта. Въ остальномъ она весьма хорошо удовлетворяетъ поставленнымъ условіямъ. Сгораніе при раскаленныхъ стѣнкахъ подтопка получается довольно полнымъ, хотя иногда при слишкомъ толстомъ слое соломы бываетъ недостатокъ воздуха. Трубки и рѣшетка остаются чистыми, и вся поверхность топки использована для теплопередачи лучеиспусканіемъ, а поэтому паропроизводительность котла страдаетъ меньше, чѣмъ при другихъ соломотопкахъ. Условія (5), (6), (7) и (8) удовлетворяются какъ нельзя лучше. При всей примитивности этотъ способъ при рѣдкихъ перемѣщеніяхъ локомотива весьма цѣлесообразенъ. Иногда въ это устройство вносятся измѣненія. Въмѣсто подачи соломы въ воронку она подается въ топочное отверстіе въ стѣнкѣ ямы, ставится нѣсколько колосниковъ, а подъ ними—зольникъ съ заслонкой. Вся топка ведется изъ ямы, которая засорена при этомъ соломой; сюда же выгребаются зола и шлакъ, что небезопасно въ пожарномъ отношеніи.

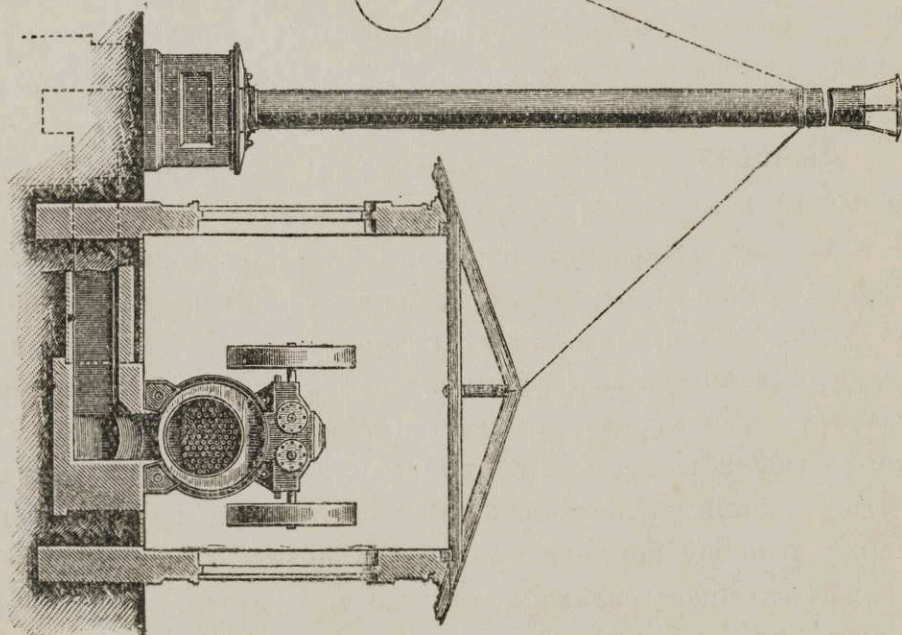
Таковы разные типы соломотопокъ, изъ которыхъ наиболѣе удовлетворяютъ поставленнымъ требованіямъ соломотопки съ металлическими щитами и съ подтопкомъ. Ни одного типа, вполне удовлетворяющаго всѣмъ условіямъ, нѣтъ, и устройство соломотопокъ, несмотря на кажущуюся простоту, представляетъ очень серьезную задачу для конструктора, до сихъ поръ ждущую еще обстоятельныхъ опытныхъ изслѣдованій.

Дымовая коробка устраивается въ нѣмецкомъ и англійскомъ типѣ за задней трубной рѣшеткой. Выполняется обыкновенно изъ котельнаго желѣза въ 5—6 mm толщиной и приклепывается или къ отогнутому наружу фланцу задняго днища или къ угольнику, приклепанному къ барабану. Съ фронта имѣется дверка для чистки дымогарныхъ трубокъ, на петляхъ, снабженная изнутри предохранительнымъ щитомъ, и закрывается 2 или 3 поворотными щеколдами съ ручками. Конструкторъ долженъ обратить вниманіе на плотность запора, чтобы не портить тяги. На верху дымовой коробки приклепанъ цоколь дымовой трубы. Въ большихъ локомотивахъ нѣмецкаго типа этотъ цоколь обращенъ иногда внизъ и выходитъ въ нижній газоходъ, расположенный подъ котломъ, какъ на фиг. 2648 и 2649.

Фиг. 2649.



Фиг. 2648.



Дымовая труба въ перевозныхъ локомотивахъ дѣлается около 2,5—3 м, считая отъ цоколя. Сѣченіе ея отъ $\frac{1}{2}$ до $\frac{3}{4}$ сѣченія дымогарныхъ трубокъ. Труба выполняется изъ желѣза въ 2—3 мм толщиной въ видѣ складной, опускающейся на рогачь, укрѣпленный къ паровому цилиндру. Для подъема и опусканія служитъ иногда рычагъ, какъ на фиг. 2635, или червячная передача съ блокомъ и цѣпью, какъ на т. L, фиг. 12, введенная заводомъ Н. Lanz и заимствованная отъ него нѣкоторыми другими заводами. Однако, часто не дѣлаютъ никакихъ приспособленій для подъема трубы. Въ полулокомотивахъ обыкновенно ставятъ желѣзную трубу, достаточную для естественной тяги, высотой отъ 15 до 20 м.

Усиленная тяга производится конусомъ, который помѣщается у основанія дымовой трубы и заканчиваетъ выхлопную трубу изъ цилиндра. На фиг. 2650 показано обычное положеніе конуса въ трубѣ.

Характерное для разрѣженія въ дымовой коробкѣ отношеніе нормальнаго секунднаго расхода пара въ kg къ площади выпускного сѣченія конуса въ □ м колеблется отъ 30 до 60 при средней и слабой тягѣ, а при особенно усиленной тягѣ въ локомотивахъ съ соломотопками Геда и Шеміота доходитъ до 150. Конусъ въ локомотивахъ имѣетъ постоянное сѣченіе; поэтому его дѣлаютъ смѣннымъ, чтобы легче мѣнять условія тяги. Слабое измѣненіе сѣченія достигается загонкой желѣзныхъ колець. Для ослабленія перегоранія конусъ и колѣно выхлопной трубы дѣлаются чугунными; соединенія на газовой рѣзбѣ, ниппелями. Для болѣе быстрой растопки, пока не работаетъ машина и не дѣйствуетъ конусъ, тяга усиливается помощью впуска пара изъ котла маленькой трубкой діаметромъ въ $\frac{3}{8}$ "— $\frac{1}{2}$ ", какъ видно на фиг. 2650.

Искроловители составляютъ необходимую принадлежность перевозныхъ локомотивовъ съ короткой дымовой трубой и усиленной тягой. Особенно важны они при топкѣ соломой, которая даетъ обильныя, легкія искры въ видѣ недогорѣвшихъ стеблей соломы; для прочихъ видовъ топлива они менѣе существенны, но все-таки необходимы. Для сельскохозяйственныхъ локомотивовъ, часто отопляемыхъ соломой и въ работѣ окруженныхъ большимъ количествомъ горючаго матеріала, искроловители составляютъ мало замѣтную, но съ практической стороны чрезвычайно важную деталь, въ значительной степени опредѣляющую пригодность и надежность локомотива. Для искроловителей необходимо

удовлетвореніе слѣдующимъ условіямъ: 1) надежности дѣйствія, 2) простоты и компактности устройства, 3) легкости очистки и 4) незначительнаго сопротивленія тягѣ. Надежность дѣйствія составляетъ основное условіе, необходимое въ пожарномъ отношеніи. Простота и компактность конструкціи необходимы въ виду соединенія искроловителя съ дымовой трубой, съ которой вмѣстѣ онъ часто складывается, а также въ виду ненадежности сложныхъ устройствъ въ невыгодныхъ техническихъ условіяхъ работы искроловителей. Легкость очистки весьма важна, потому что наиболѣе опасное топливо, — солома — быстро загрязняетъ искроловитель, особенно водяной, въ которомъ обугленные стебли образуютъ густую массу; а вслѣдствіе загрязненія нарушается основное требованіе — надежности дѣйствія. Незначительность сопротивленія тягѣ необходима, чтобы не увеличивать чрезмерно избытка давленія въ конусѣ.

Искроловители различаются:

1) инерціонные, отражательные или центробѣжные, задерживающіе искры въ силу ихъ большей инерціи сравнительно съ газами;

2) сѣтчатые, задерживающіе искры сѣткой.

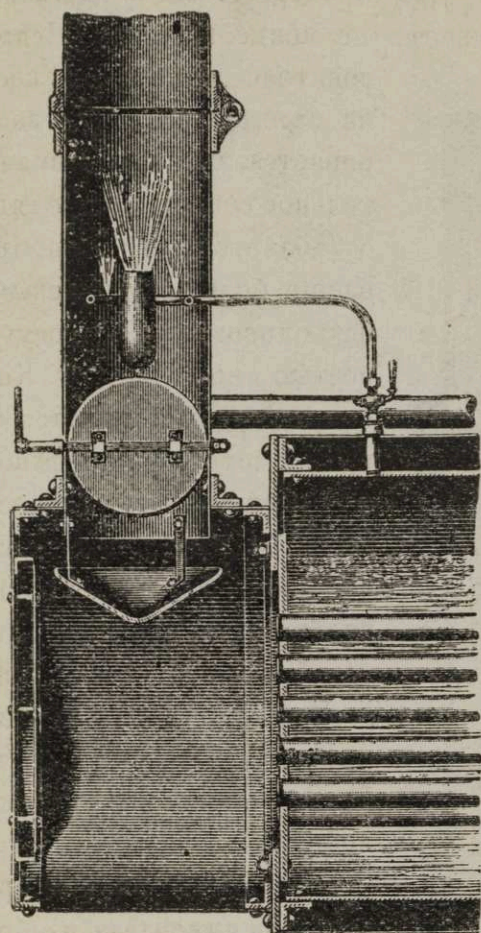
Комбинированные искроловители и гасители являются инерціонными искроловителями, въ которыхъ искропріемникъ заполненъ водой.

Наконецъ, **искрогасители** имѣютъ назначеніемъ не столько удерживать, сколько охлаждать искры.

Инерціонные искроловители должны ставиться въ мѣстахъ наибольшей скорости газовъ. **Отражательные искроловители** показаны на фиг. 2650, 2652, 2654 и на т. М, фиг. 28 и 29. Наиболѣе простъ и компактенъ искроловитель Вольфа на фиг. 2650, у основанія трубы, но дѣйствіе его менѣе надежно, вслѣдствіе меньшихъ измѣненій движенія газовъ, чѣмъ въ прочихъ. На т. М, фиг. 28 и 29, показанъ подобный же искроловитель локомотивовъ завода „Баденія“, дѣйствующій болѣе энергично въ силу большихъ измѣненій движенія газовъ.

Искроловитель Грагама фиг. 2654, примѣняемый заводомъ Гаррета, помѣщается у основанія трубы и тремя коническими поверхностями даетъ значительныя измѣненія скоростей газовъ, образуя и искропріемникъ; поѣтому его дѣйствіе болѣе надежно; но онъ менѣе компактенъ и простъ. Наконецъ, искроловитель фиг. 2652, помѣщенный наверху трубы, уступаетъ 2-му первому въ легкости очистки, для которой требуется опускать трубу, чѣмъ на практикѣ часто пренебрегаютъ. Подобные искроловители выполняются за-

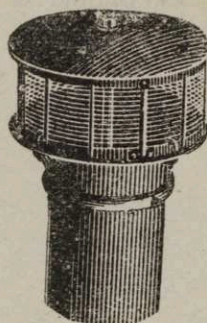
водами: Рустонъ, Прокторъ, и въ болѣ изящной, менѣ громоздкой американской формѣ — заводомъ Венгерскихъ казенныхъ



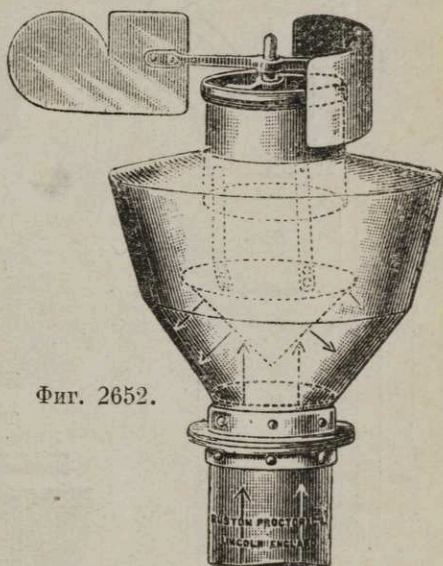
Фиг. 2650.

жел. д. Всѣ эти искроловители даютъ незначительное сопротивление.

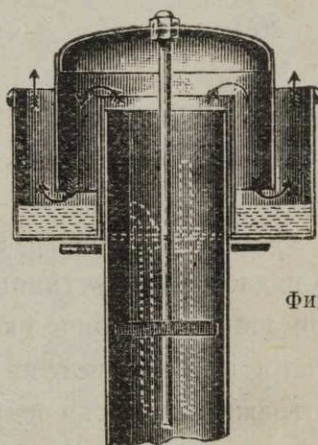
Центробѣжный искроловитель Штрубе показанъ на фиг. 2655. Помощью винтообразныхъ угольниковъ, вклепанныхъ въ нижнюю часть трубы, газы получаютъ вращательное движеніе, отбрасывающее искры въ приемникъ на срединѣ трубы. Этотъ искроловитель даетъ наименьшее сопротивление тягѣ, дѣйствуетъ одинаково надежно съ инерціонными, но громоздкій приемникъ въ срединѣ трубы имѣетъ безобразный видъ, а высокое помѣщеніе его затрудняетъ очистку.



Фиг. 2651.

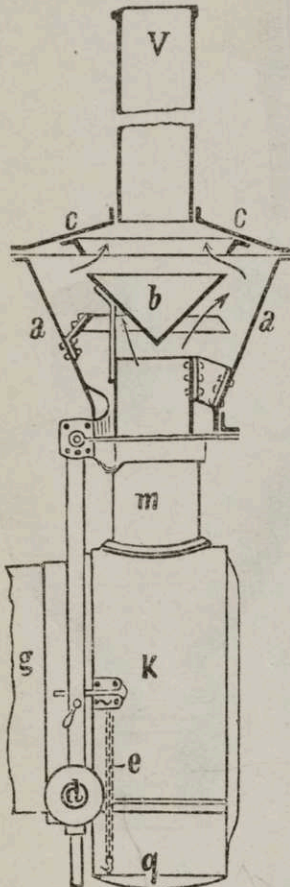


Фиг. 2652.

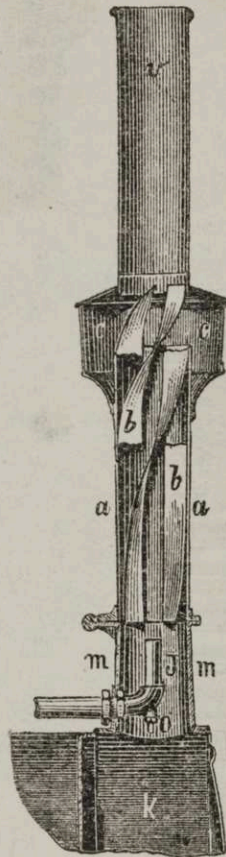


Фиг. 2653.

Сѣтчатые искроловители помѣщаются подъ основаніемъ трубы, вверху дымовой коробки въ видѣ плоской рѣшетки значительной площади, чтобы уменьшить скорость прохода газовъ. Дымовая коробка удлинняется, ея длина бываетъ не менѣе діаметра. Искроловитель дѣйствуетъ весьма надежно, но легко засоряется, что даетъ значительное сопротивленіе тягѣ; ослабляется это сопротивленіе большой площадью искроловителя и доступностью его чистки. Конструкція представляется довольно дорогой, лишена компактности и въ перевозныхъ локомотивахъ почти не употребляется. Выполняютъ эти искроловители, подобные американскимъ паровознымъ, заводъ Венгерскихъ казенныхъ ж. д. въ нѣкоторыхъ типахъ локомотивовъ.



Фиг. 2654.



Фиг. 2655.

Комбинированные искроловители и гасители изображены на т. Л, фиг. 21 и 22 и на фиг. 2653. Оба они имѣютъ отражательный

колпакъ, а искроприемникъ заполняется водой изъ питательнаго насоса или прямо изъ котла, помощью трубочки *ab*, т. Л, фиг. 21 и 22. Кромѣ того, имѣется сливная трубка *d* съ клапаномъ *h*. Колпакъ въ обѣихъ конструкціяхъ можетъ перемѣщаться по высотѣ для надлежащей установки, обеспечивающей надежность дѣйствія. При внимательномъ уходѣ, т.-е. заполненіи водой приѣмника и содержаніи его въ чистотѣ, дѣйствіе достаточно надежно, болѣе чѣмъ у отражательныхъ искроловителей. Однако, эти искроловители легко загрязняются, искры въ водѣ образуютъ клейкую массу. Очистка гораздо удобнѣе при помѣщеніи искроловителя, какъ на т. Л, фиг. 21 и 22 у основанія трубы, снабженной опускаемымъ червячнымъ механизмомъ и поэтому легко приспускаемой для очистки; такъ дѣлаетъ заводъ Ланца. При помѣщеніи наверху очистка гораздо менѣе удобна; опусканіе трубы при случайно не-

опорожненномъ отъ воды пріемникъ обливаешь грязью всю машину локомобиля; своевременной чисткой въ этихъ условіяхъ часто пренебрегаютъ. По простотѣ и компактности этотъ типъ уступаетъ простымъ отражательнымъ искроловителямъ, имѣя преимущество въ надежности дѣйствія. Очень простую конструкцію представляетъ **сѣтчатый искрогаситель**, какъ на фиг. 2635 и 2651. Онъ не задерживаетъ всѣхъ искръ, но своимъ прикосновеніемъ охлаждаетъ ихъ, дѣлая болѣе безопасными. Для лучшаго дѣйствія проволока берется мѣдная, какъ болѣе теплопроводная, выпускное сѣченіе должно быть возможно больше для уменьшенія скорости движенія газовъ. Поверхность сѣтки должна очищаться отъ сажи, которая легко уничтожаетъ всякое дѣйствіе искрогасителя; на практикѣ этимъ часто пренебрегаютъ, и поэтому искрогаситель является очень ненадежнымъ не только для болѣе крупныхъ и тяжелыхъ дровяныхъ и торфяныхъ искръ, но и для болѣе легкихъ соломенныхъ. Этой ненадежностью умаляется цѣнность простоты и компактности конструкціи и незначительности сопротивленія тягъ. *Для сельско-хозяйственныхъ локобилей сѣтчатый искрогаситель не годится, необходимы болѣе надежные искроловители.*

Изъ всѣхъ искроловителей наиболѣе надежны: сѣтчатый искроловитель въ дымовой коробкѣ и комбинированный искроловитель Ланца, прочіе отличаются меньшей надежностью. Вообще, при соломотопкахъ искрогасители дѣйствуютъ надежно лишь тогда, когда сама топка даетъ немного искръ и негорѣвшихъ стеблей; въ противномъ случаѣ всѣ искроловители быстро засариваются и становятся ненадежными или сильно ослабляютъ тягу.

Прочія части котла.

Котельная арматура не представляетъ существенныхъ особенностей и состоитъ обыкновенно изъ 1 водомѣрнаго стекла, двухъ пробныхъ крановъ, 1 манометра, двухъ предохранительныхъ клапановъ, 1 запорнаго вентиля или золотничка, 1 спускнаго крана, одной или двухъ питательныхъ головокъ, соотвѣтственно числу питательныхъ приборовъ.

Водомѣрное стекло помѣщается обычно наклонно, справа, на фронтѣ котла. Длина стекла между гайками 200—250 mm. Предѣльные уровни воды отмѣчаются стрѣлками, иногда—только одинъ нижній. Укрѣпленіе головокъ стекла—круглыми или овальными фланцами. Въ сельскохозяйственныхъ локобиляхъ для защиты стекла обычно надѣвается мѣдный чехолъ съ продольнымъ прорѣзомъ. Въ локобиляхъ компаундъ съ высокими давленіями въ

котлѣ лучше устраивать *стеклянный чехолъ на проволочномъ каркасѣ*, какъ дѣлаетъ заводъ Вольфа. Цѣлесообразно примѣненіе извѣстныхъ *коробчатыхъ водоуказателей Клингера* съ толстымъ плоскимъ стекломъ. Этотъ водоуказатель очень отчетливо даетъ уровень воды, благодаря рубчатой задней поверхности стекла, очень солиденъ и не нуждается въ предохранительномъ чехлѣ. Неудобство—отсутствіе стеколъ Клингера въ качествѣ повсемѣстнаго рыночнаго продукта, что затрудняетъ замѣну лопнувшихъ стеколъ.

Пробные краны—обычнаго типа, на фланцахъ.

Манометры, діаметромъ 100—150 mm ставятся или на фронтѣ котла, или изрѣдка въ нѣмецкомъ типѣ—на сухопарѣ. Сообщение съ котломъ или U-образной, или витой желѣзной трубкой, съ контрольнымъ фланцемъ и трехходовымъ краномъ на концѣ. Иногда стекло манометра закрывается предохранительной рѣшеткой. Манометръ представляетъ слабое мѣсто арматуры, ибо при неумѣломъ обращеніи часто портится, а контрольный манометръ въ небольшомъ паровомъ хозяйствѣ обычно отсутствуетъ. Нѣкоторый контроль манометру даетъ пружинный балансъ предохранительнаго клапана, указывающій давленіе, на которое поставленъ клапанъ.

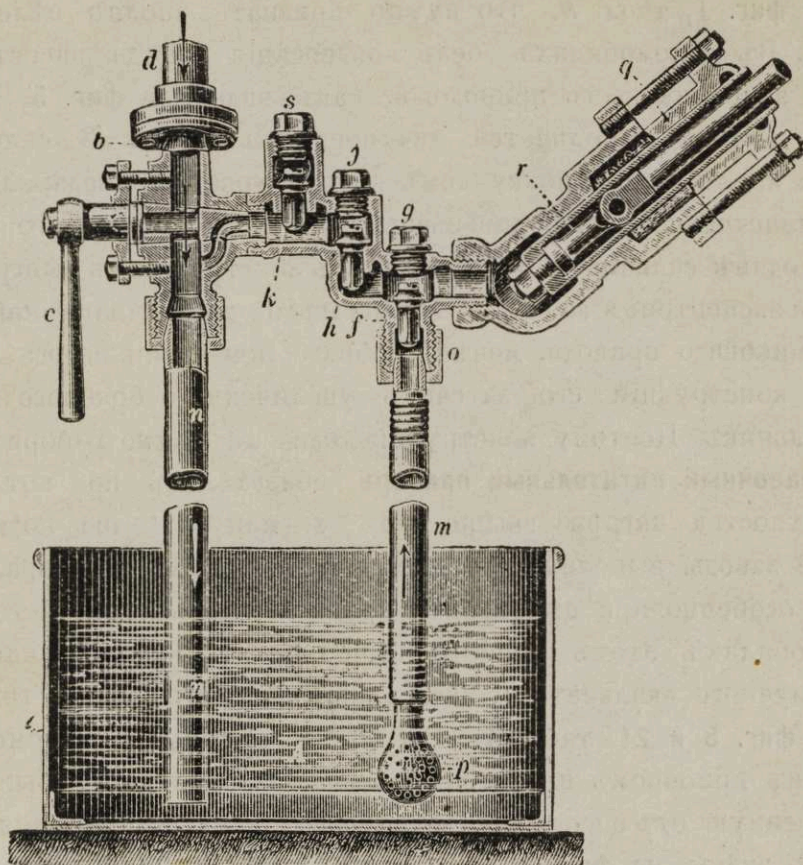
Конструкція арматуры должна отличаться возможной простотой и солидностью, соотвѣтственно невыгоднымъ условіямъ ухода. Можно отмѣтить практичное для сельскохозяйственныхъ локомотивовъ выполненіе арматуры завода *Венгерскихъ казенныхъ ж. д.* При общей солидности и компактности арматуры этотъ заводъ выполняетъ всѣ ручки крановъ безъ деревянныхъ накладокъ, полыми, открытыми съ концовъ, а у корня снабженными отверстиями. Благодаря этому получается внутри ручки токъ воздуха, ее охлаждающій, и ручка для привычной руки машиниста не кажется горячей, а вмѣстѣ съ тѣмъ является очень прочной.

Прочія детали арматуры разсматриваются ниже, а о спускныхъ кранахъ уже было сказано ранѣе.

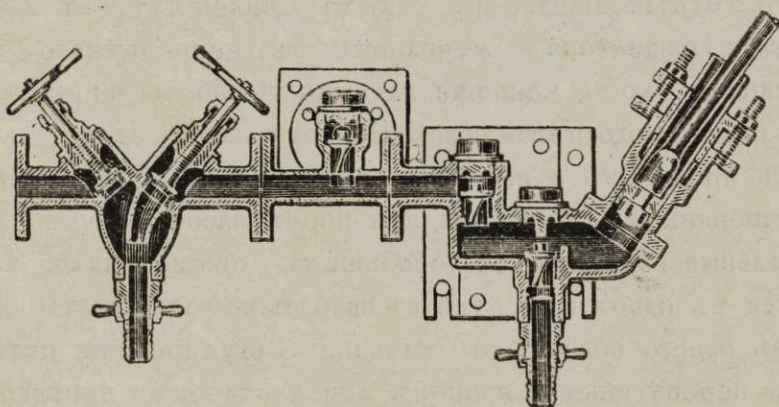
Питаніе и подогревъ воды имѣютъ характерныя для локомотивовъ особенности.

Эксцентриковый питательный насосъ—представляетъ главный и необходимый питательный приборъ. Насосъ выполняется всегда скальчатымъ, простого дѣйствія, наклоннымъ или вертикальнымъ. Образцы даны въ разрѣзахъ на **фиг. 2656 и 2657** и на **фиг. 1, табл. N**. Часто оба клапана насоса и возвратный клапанъ питательной головки выполняются въ одномъ общемъ корпусѣ, обыкновенно бронзовомъ. Клапаны дѣлаются коническими, рѣже—ша-

ровыми, возможно тяжелыми для плавности работы при довольно высоких числах оборотов, отъ 120 до 210 въ 1'. Корпусъ насоса дѣлается чугуннымъ или бронзовымъ и боковымъ фланцемъ привертывается къ барабану котла прямо или чрезъ приклепанную постель.



Фиг. 2656.



Фиг. 2567.

Въ конструкторіи насоса нужно обратить особое вниманіе на простоту и солидность ея, на отсутствіе воздушныхъ мѣшковъ и удобный независимый доступъ къ каждому изъ клапановъ. Воздушный колпакъ ставится очень рѣдко. Приводъ насоса въ большинствѣ случаевъ выполняется отъ эксцентрика, помѣ-

щаемого на правомъ концѣ вала, снаружи подшипника, какъ видно на фиг. 15, 16, 17, 18, 21, 23, 24, 25, 26, табл. *М*. Заводы Вольфа и Ланца въ локомотивахъ компаундъ съ конденсаціей приводятъ питательный насосъ эксцентрично отъ скалки воздушнаго, подобно фиг. 1, табл. *М*, что нужно признать вполне цѣлесообразнымъ. Въ локомотивахъ безъ конденсаціи иногда насосъ приводится золотниковымъ приводомъ, какъ видно на фиг. 5, табл. *М*. Тогда скалка выполняется дифференціальной съ 2 сальниками, служа, кромѣ того, и ползункомъ золотниковаго привода; или скалка выполняется направляющей эксцентричнаго золотниковаго привода, имѣя одинъ сальникъ. Въ послѣднихъ конструкціяхъ выигрывается одинъ эксцентрикъ за счетъ невыгоднаго добавочнаго нагруженія золотниковаго привода, менѣе удобнаго помѣщенія насоса и усложненія конструкціи его, за счетъ увеличеннаго бокового давленія въ сальникѣ. Поэтому конструкцію едва ли можно одобрить.

Добавочный питательный приборъ обязателенъ при котлахъ съ поверхностью нагрѣва свыше 200 □ ф. (или 20 □ м), но довольно многіе заводы выполняютъ его и при меньшихъ размѣрахъ котловъ, особенно при нѣмецкомъ типѣ. Въ сельскохозяйственныхъ локомотивахъ этотъ приборъ выполняется большей частью въ видѣ ручнаго скальчатаго насоса, помѣщаемаго сбоку топки, подобно фиг. 5 и 21, табл. *М*. Въ болѣе крупныхъ локомотивахъ вторымъ приборомъ является *инжекторъ*, имѣющій обыкновенно независимую отъ насоса питательную головку. Расположенія инжекторовъ видны на фиг. 1, 3, 16, 17 и 18, табл. *М*, и на фиг. 1, табл. *Л*. Преимущество инжектора—возможность качать воду безъ пуска въ ходъ машины, при малыхъ давленіяхъ, въ 2—3 атм. Недостатки инжектора — невозможность непрерывнаго питанія, усложняющая уходъ, меньшая надежность работы и невозможность питанія сильно подогрѣтой водой. Поэтому насосъ является, обычно, рабочимъ приборомъ, а инжекторъ—лишь запаснымъ, для дѣйствія при остановкахъ машины или при порчѣ насоса.

Питательная головки—въ небольшихъ локомотивахъ часто соединяются въ одномъ корпусѣ съ насосными клапанами и состоятъ лишь изъ одного возвратнаго клапана. Регулированіе питанія получается перепускнымъ краномъ или клапаномъ, нерѣдко служащимъ и для регулированія подогрѣва, какъ на фиг. 2656 и 2657. Особый запорный кранъ или вентиль въ питательной головкѣ ставится при наличности 2 питательныхъ приборовъ.

Подогрѣвъ смѣшивательный устраивается во всѣхъ локомотивахъ, за исключеніемъ снабженныхъ поверхностнымъ подогрѣвателемъ. Для смѣшенія пара и воды служитъ возвратная труба насоса, въ

которую регулирующимъ краномъ по фиг. 2656 или особымъ вентилемъ по фиг. 2657 выпускается часть мятаго пара, отъ 8 до 12⁰/₀ общаго количества. Вода подогревается до 60--80⁰ С. Часть масла изъ выхлопной трубы увлекается въ подогревательный кранъ и попадаетъ отчасти въ питательную воду. Единственнымъ средствомъ для ослабленія этого загрязненія воды служить заборъ питательной воды съ дна обрѣза (чана), тогда какъ масло, отстайваясь, собирается на поверхности. Конструкторамъ слѣдовало бы обратить на этотъ вопросъ больше вниманія. Простой заборъ пара для подогрева у верхней образующей горизонтальной части выхлопной трубы устраняетъ попаданіе конденсата въ этотъ паръ и въ значительной степени освобождаетъ его отъ масла. Введеніе какого-нибудь простого центробѣжнаго маслоотдѣлителя и заборъ пара для подогрева по оси трубы также позволили бы имѣть тогда чистый паръ. Маслоотдѣлитель на выхлопной трубѣ устраиваетъ фирма Brown & May. Наконецъ, можно приспособить питательный обрѣзъ для лучшаго отстайванія масла, перегородивъ его на 2 отдѣленія, съ довольно большимъ отверстіемъ у середины высоты перегородки. Въ одно отдѣленіе почти до дна входитъ возвратная труба, несущая подогревную масляную воду; въ другое—также почти до дна входитъ пріемная труба насоса. Масло будетъ отстайваться преимущественно на поверхности перваго отдѣленія. Подливаніе холодной воды слѣдуетъ производить въ первое отдѣленіе черезъ воронку, доходящую почти до дна. При работѣ съ соломотопкой или вообще на молотилку питательный обрѣзъ обязательно закрывать плотно крышкой, иначе вода сильно засоряется кусочками соломы, что влечетъ за собой и засореніе клапановъ насоса.

Поверхностный подогреватель устраивается по желанію въ полулокомотивахъ нѣмецкаго типа. На фиг. 1 и 2 табл. *L* виденъ вертикальный подогреватель, а на фиг. 22, табл. *M*, и на фиг. 3, табл. *N*—горизонтальный. Вода пропускается всегда по трубкамъ, а паръ—между ними; это выгодно для повышенія коэффициента теплопередачи увеличеніемъ скорости воды. Для увеличенія скорости воды и укороченія подогревателей нерѣдко ихъ выполняютъ съ оборотомъ тока. Вода пропускается чрезъ одну половину трубокъ впередъ, а чрезъ другую—обратно. Трубки дѣлаются латунными діам. отъ 15 до 20 mm въ свѣту, рѣдко больше. При достаточной поверхности нагрѣва подогреватель нагрѣваетъ воду до температуры на 3—5⁰ С ниже температуры пара. При конденсациі подогреватель помѣщается передъ холодильникомъ. Вода пропускается чрезъ подогреватель всегда подъ напоромъ изъ нагнета-

тельной трубы насоса. При сравнительно невысокой стоимости поверхностный подогреватель является весьма выгодной частью локомотива, позволяя питать котелъ болѣе подогретой и болѣе чистой водой чѣмъ при смѣшивательномъ подогревѣ.

Перегрѣватели. Около 1870 г. фирмой Tischbein въ Ростоки примѣнялись перегрѣватели къ локомотивамъ, но практическое значеніе они получили лишь около 1900 г. въ отличныхъ конструкціяхъ завода Вольфа. Естественное для локомотивовъ расположение перегрѣвателей—*конечное, послѣдовательное*. Для обезпеченія перегрѣва до 300°C и выше надо имѣть температуру газовъ передъ перегрѣвателемъ около 450°C . Достигнуть этого можно укороченіемъ дымогарныхъ трубъ котла и форсированіемъ его работы. Эти принципы устройства осуществлены въ перегрѣвателяхъ Вольфа.

Перегрѣватель полулокомотивей компаундъ, изображенный на фиг. 10, табл. N, представляетъ основной типъ. Перегрѣватель состоитъ изъ желѣзной спиральной трубы. Паръ поступаетъ въ задній конецъ наружнаго завитка спирали и проходитъ всѣ элементы спирали, выходя въ осевую трубу изъ передняго конца внутренняго завитка спирали. Перегрѣватель работает по принципу *противотока*. Паръ омываетъ послѣдовательно всѣ элементы поверхности нагрѣва. Поступивъ въ задній элементъ, состоящій изъ 3 концентрическихъ завитковъ плоской спирали, и двигаясь по нимъ къ центру, паръ переходитъ во внутренній завитокъ втораго элемента и двигается по завиткамъ къ периферіи, затѣмъ переходитъ въ наружный завитокъ третьяго элемента и т. д. Оси завитковъ послѣдовательныхъ элементовъ сдвинуты другъ относительно друга, что вызываетъ отличное перемѣшиваніе струй газовъ и увеличиваетъ теплопередачу. Регулированіе величины перегрѣва достигается отчасти задвижкой въ центрѣ дымовой коробки, которая направляетъ большую или меньшую часть газовъ среднимъ пролетомъ перегрѣвателя. Этимъ измѣняются скорости газовъ, температура ихъ и теплопередача для наружныхъ и среднихъ завитковъ спиралей, чѣмъ и регулируется величина перегрѣва. Для продувки перегрѣвателя служитъ паровая трубка, проходящая по оси змѣвика и дающая радіальныя струи, а для продувки дымогарныхъ трубокъ служитъ поворотная трубка около задней рѣшетки. Послѣ разборки видныхъ на фиг. 10, табл. N, фланцевъ, соединяющихъ паропроводную и пароотводную трубы съ перегрѣвателемъ, весь перегрѣватель свободно вынимается изъ кожуха черезъ дверку дымовой коробки и можетъ быть подвергнутъ основательной очисткѣ или разборкѣ.

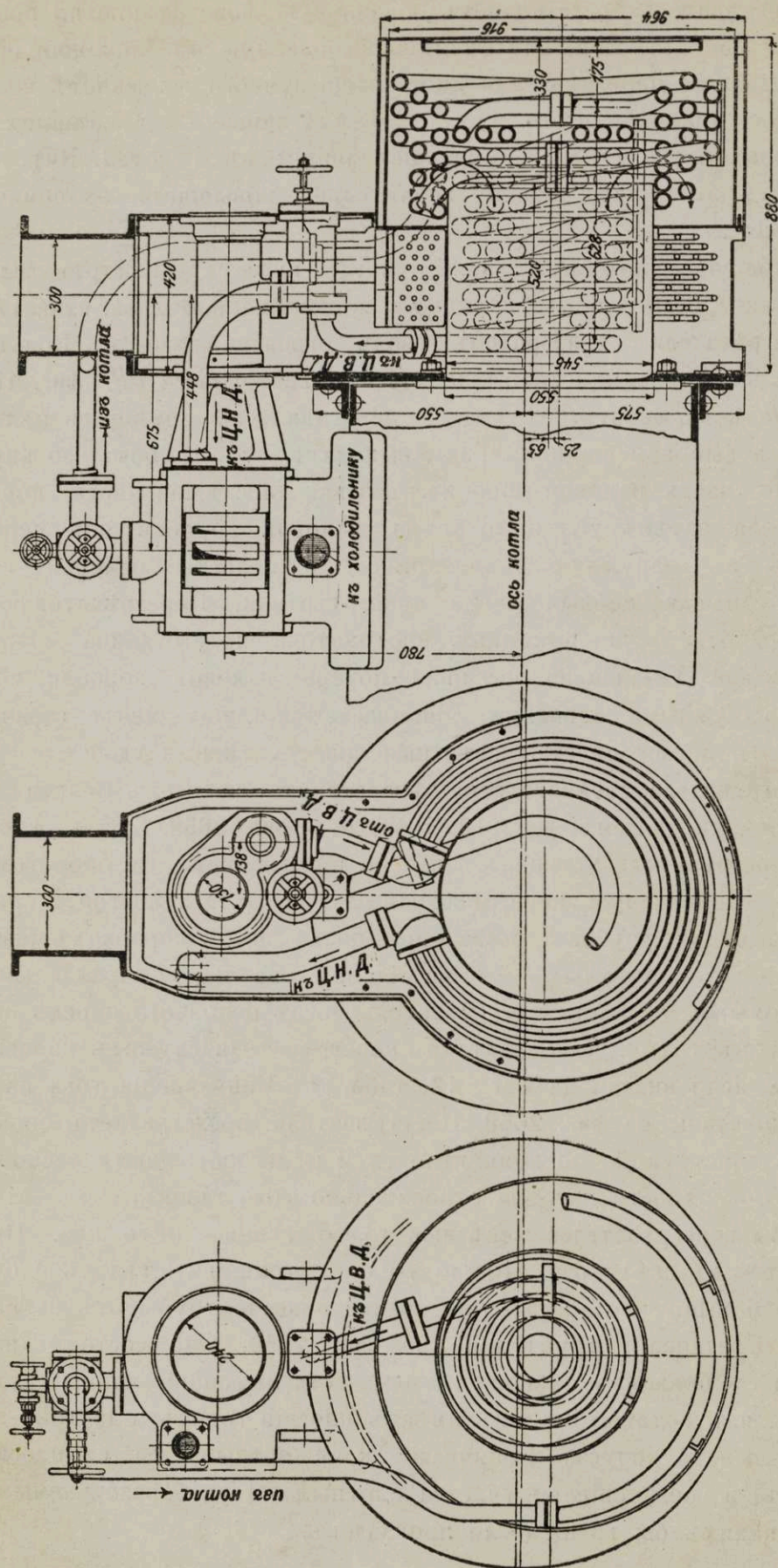
Перегрѣватель представляетъ образцовую конструкцію по простотѣ и компактности, вполне приспособленную къ локомотиву. Присоединеніе перегрѣвателя лишь очень немного усложняетъ конструкцію локомотивнаго котла, не увеличивая его внѣшнихъ размѣровъ и значительно уменьшая общій вѣсъ котла. Вместе съ этимъ это присоединеніе значительно повышаетъ экономичность котла.

Совершенно подобную конструкцію имѣютъ перегрѣватели одноцилиндровыхъ болѣе крупныхъ локомотивовъ Вольфа, класса *H*.

Перегрѣватели съ оборотомъ газовъ строятся заводомъ Вольфа для малыхъ одноцилиндровыхъ локомотивовъ, класса *ОН*; фиг. 15, табл. *N*, показываетъ, что здѣсь перегрѣватель помещенъ цѣликомъ въ дымовой коробкѣ. Газы выходятъ изъ трубокъ во внутреннюю часть дымовой коробки, омывая послѣднія части перегрѣвателя, затѣмъ у задняго конца дымовой коробки они переходятъ въ наружную концентрическую полость дымовой коробки, омывая первыя части перегрѣвателя. Перегрѣватель и здѣсь работаетъ по принципу противотока, но его длина сокращена вдвое. Уменьшена внѣшняя потеря дымовой коробки, ибо съ ея наружными стѣнками соприкасаются лишь менѣе горячіе газы. Это представляетъ извѣстные конструктивные удобства.

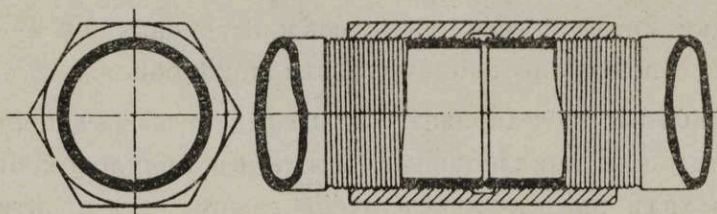
Перегрѣватели двойного перегрѣва строятся заводомъ Вольфа для локомотивовъ тандемъ, фиг. 12, табл. *N*, и фиг. 2658. Здѣсь основной перегрѣватель устроенъ, подобно предыдущему, съ оборотомъ газовъ. Добавочный перегрѣватель для *Ц. Н. Д.* состоитъ изъ серіи тонкихъ трубокъ, развальцованныхъ въ 2 коробкахъ (фиг. 2658) и расположенныхъ относительно тока пара параллельно. Газы омываютъ этотъ перегрѣватель послѣ основного передъ выходомъ въ трубу. Для продувки перегрѣвателя служитъ паровая трубка, ясно видная на фиг. 12, табл. *N*. Направленія тока пара ясно показаны на фиг. 2658. Перегрѣватель представляетъ образцовую конструкцію по компактности и цѣлесообразности расположенія поверхности нагрѣва относительно тока газовъ.

Трубы перегрѣвателей желѣзныя толстостѣнныя, безъ шва. При диаметрѣ въ свѣту отъ 40 до 76 мм, толщина стѣнокъ δ отъ 4,5 до 6 мм, что достаточно обезпечиваетъ трубы отъ перегоранія. Соединеніе трубъ дано на фиг. 2659. Оно состоитъ изъ муфты съ правой и лѣвой рѣзбой, стягивающей концы двухъ трубъ, изъ которыхъ одинъ имѣетъ плоскій торецъ, а другой—заостренный на конусъ. Коническій край врѣзывается въ плоскій торецъ, и соединеніе получается плотнымъ и удоборазбираемымъ, безъ какихъ бы то ни было прокладокъ.



Фиг. 2658.

Одежда котла составляет необходимую часть каждого локомотивного котла и имѣетъ цѣлью уменьшеніе его внѣшней потери. Она должна быть достаточно легка, нетеплопроводна и удобо-разбираема; въ перевозныхъ локомотивахъ, подвергающихся вліянію погоды, она не должна страдать отъ сырости. Одежда состоитъ, обыкновенно, изъ двухъ частей: *изолирующей покрывки и обшивки*.



Фиг. 2659.

Изолирующая покрывка наиболѣе просто, хотя и не совершенно, выполняется деревянной обичайкой, иногда съ обкладкой войлокомъ; примѣняется въ небольшихъ перевозныхъ локомотивахъ. Она легко разбирается для осмотра котла. Иногда примѣняется изолирование асбестовымъ картономъ. Примѣняется изолирование *асбеститомъ* и *киземуромъ*; въ обоихъ послѣднихъ случаяхъ снятіе изолировки требуетъ ея разламыванія; кромѣ того, она страдаетъ отъ сырости. Заводъ Вольфа примѣняетъ изолировку желобчатыми пробковыми кирпичами, которая, кромѣ изолирующаго слоя пробки, даетъ еще воздушные каналы и нѣкоторую воздушную изолировку. Эта изолировка имѣетъ довольно высокую стоимость, но весьма дѣйствительна и удобо-разбираема.

Между изолирующей покрывкой и обшивкой остается обыкновенно воздушный прослойкъ, помогающій изолировкѣ.

Обшивка выполняется изъ листового желѣза въ 1—2 мм толщиной и придерживается желѣзными обручами. Снаружи обшивка покрывается масляной краской. Масляная краска и поверхность, запачканная масломъ, каковой часто является обшивка въ работѣ, по лучеиспускающей способности весьма близки къ сажѣ, что весьма невыгодно въ смыслѣ внѣшней потери котла. Для полулокомотивовъ, работающих въ закрытыхъ помѣщеніяхъ, было бы цѣлесообразно устраивать одежду изъ *глянцевой стали*, сильно уменьшающую лучеиспусканіе, при условіи содержанія ея чистой отъ масла.

Одежда топки англійскихъ локомотивовъ, видная на фиг. 17, 19, 21, 22, 24 и 28, табл. N, теперь выполняется уже многими фирмами, будучи первоначально введена заводомъ Ланца. Иногда въ

большихъ локомотивахъ она закрываетъ весь кожуховой листъ, какъ видно на **фиг. 17**, табл. **N**, иногда закрываетъ его до начала анкерныхъ связей или немного ниже, какъ видно на **фиг. 19, 21, 24 и 28**. Нельзя не признать этой одежды весьма полезнымъ развитіемъ общей одежды котла. Покрываемая поверхность топки уменьшаетъ внѣшнюю потерю котла на $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ и притомъ въ наиболѣе вредной ея части—въ потерѣ парового пространства, вліяющей на влажность пара. Можно сказать, что надлежащая одежда топки можетъ уменьшить влажность пара на 1—2%, что весьма существенно для экономичности локомотива.

Опоры котла представляетъ *колесный ходъ* въ перевозныхъ локомотивахъ или приклепанныя *ножки* въ полулокомотивахъ.

Колесный ходъ представляетъ очень важную для практики часть конструкціи локомотивовъ. Задняя пара колесъ въ локомотивахъ англійскаго типа поддерживаетъ переднюю часть котла—топку. Эта поддержка выполняется различно. Наиболѣе выгодно въ смыслѣ прочности котла и солидности хода, но и болѣе дорого выполняется это *изогнутой осью*, охватывающей топку сзади, при чемъ топка опирается на ось приклепанными угольниками, какъ видно на **фиг. 25 и 26**, табл. **N**. Это устройство выполняется фирмами Marshall & Sons, Ransomes, Sims & Jefferies, заводомъ Венгерскихъ казенныхъ ж. д. и др. Дешевле укрѣпленіе къ топкѣ *отдѣльных шиповъ* для заднихъ колесъ. Оно выполняется помощью чугунныхъ или стального литья привертныхъ тарелокъ, какъ на **фиг. 17, 19 и 28**, табл. **N** или помощью рамки изъ угольника, какъ на **фиг. 23 и 24**, табл. **N**. Первое наиболѣе дешево, но и наименѣе совершенно. Изгибающій моментъ съ шипа передается на стѣнку топки на небольшомъ плечѣ сопротивленія, вызывая сильныя напряженія въ кожуховомъ листѣ. Кромѣ того, привертныя шпильки ввернуты въ сравнительно тонкій кожуховой листъ. Эта конструкція выполняется заводами: Clayton & Shuttleworth, R. Garret & Sons, H. Lanz и др. Вторая конструкція устраняетъ недостатки первой, распредѣляя передачу изгибающаго момента на большее плечо сопротивленія и устраняя привертныя шпильки. Эту конструкцію, принадлежащую заводу Ruston Proctor & Co, нужно признать болѣе цѣлесообразной, хотя и она имѣетъ недостатокъ зыбкости въ горизонтальномъ направленіи подъ вліяніемъ усилія тяги.

Въ перевозныхъ локомотивахъ нѣмецкаго типа задняя ось, прямая или изогнутая, проходитъ подъ топочной частью.

Передняя ось всегда прямая и соединяется со стойкой, приклепанной къ котлу, шаровымъ шкворнемъ, подобно **фиг. 14**, табл. **L**.

Рама передка выполняется изъ плоскаго и углового желѣза; заводъ Marshall & Sons выполняетъ ее штампованной изъ цѣльнаго листа, по **фиг. 25**, табл. **М**, что болѣе солидно. Дышло обыкновенно выполняется деревяннымъ, съ поперечиной, укрѣпленной подкосами въ основаніи и соединяется съ рамой передка 2 крючками. Между передкомъ и топкой обыкновенно дѣлается связь, видная на многихъ фигурахъ. Колеса дѣлаются изъ широкой шины, изъ 2 угольниковъ, составляющихъ ободъ; спицы—изъ плоскаго желѣза, поставленнаго плашмя. Фирма Marshall & Sons, какъ видно изъ **фиг. 25**, табл. **М**, выполняетъ колеса нѣсколько иначе: спицы дѣлаютъ двойными клепанными изъ широкаго плоскаго желѣза, поставленнаго на ребро. Эти полосы приклепываются къ шинѣ и замѣняютъ отдѣльный ободъ. Эта конструкція прочнѣе обычной, но при грязной дорогѣ загребаешь грязь спицами. Втулки колесъ обязательно достаточно длинныя, *закрытыя*, для предохраненія отъ пыли и лучшаго удержанія смазки. Шипы осей—обычно коническіе съ проточкой въ срединѣ.

Колесный ходъ долженъ обладать достаточной устойчивостью, ибо въ работѣ локомотива онъ передаетъ горизонтальныя силы инерціи механизма на грунтъ. Устойчивость локомотива увеличивается зажимомъ колесъ между подкладными клиньями по **фиг. 4**, **8** или **19**, табл. **М**. Иногда ставятся распорки между передней и задней парой ихъ; иногда при молотбѣ колеса закапываются довольно глубоко въ землю. Затѣмъ ходъ долженъ имѣть нужную поворотливость, широкую и длинную базу и широкія шины для перевозки по грунтовымъ дорогамъ. Ширина шины у локомотивовъ вѣсомъ около 5—7 *tn*—отъ 150 до 200 mm. Для облегченія спуска съ горъ локомотивы снабжаются *тормазомъ*, башмакъ котораго подкладывается подъ одно изъ заднихъ колесъ и который виденъ на **фиг. 17** и **23**, табл. **М**.

Приклепанныя ножки составляютъ опору для полулокомотивовъ и выполняются различно. При котлахъ англійскаго типа нижній край топki вкладывается въ чугунную рамку, передающую давленіе на фундаментъ. Опора задней части котла выполняется различно: въ видѣ чугунной тумбы или въ видѣ водяного бака. Образцы даны на **фиг. 21** и **24**, табл. **М**. Въ котлахъ нѣмецкаго типа примѣняются обыкновенно 2, 3 или 4 поперечныхъ чугунныхъ ножки двутавроваго сѣченія по **фиг. 1** и **2**, табл. **Л**. Образцы видны на **фиг. 10**, **12**, **14**, **16** и **18**, табл. **М**. Ножки ставятся на деревянные лежни при временной установкѣ, подобно **фиг. 27**, табл. **М**, или на легкій каменный фундаментъ при постоянной установкѣ. Фундаментъ имѣетъ цѣлью только передачу давленія на грунтъ

и ничѣмъ съ ножками не скрѣпляется, а необходимая масса фундамента дается самимъ локомотивомъ.

Конструкція машины.

Общія условія. Соотношенія главныхъ элементовъ.

Конструкція локомотивной машины должна удовлетворять слѣдующимъ условіямъ:

1) *машина со всеми вспомогательными частями связывается въ одно конструктивное цѣлое замѣняющимъ фундаментъ котломъ, податливымъ и сильно деформирующимъ отъ нагрѣванія.*

Эго требованіе является основнымъ, наиболѣе характернымъ для локомотивной машины. Лишь локомотивы-самоходы, особенно американскіе, имѣютъ нерѣдко полную станину машины, связывающую всѣ ея части, для которой котель служитъ только опорой, фундаментомъ.

Сверхъ того, должны быть удовлетворены еще слѣдующія требованія:

2) *возможно малый вѣсъ, простота и компактность конструкціи машины;*

3) *надежность въ работѣ и простота ухода;*

4) *простота ремонта и удобство замѣны болѣе чувствительныхъ къ поврежденіямъ частей;*

5) *возможность значительнаго форсированія безъ ущерба для надежности дѣйствія;*

6) *экономичность работы машины.*

Иногда сюда добавляются еще нѣкоторыя спеціальныя требованія, напр.—реверсивность, измѣненіе числа оборотовъ и т. д., которыя вообще относятся къ спеціальнымъ типамъ локомотивовъ.

Разными конструкціями всѣ эти требованія удовлетворяются далеко не въ одинаковой мѣрѣ. Наиболѣе характерными типами машинъ являются:

а) *машина простого расширенія безъ конденсаціи, подобно изображенной на т. L фиг. 12, 13 и 14.*

б) *машина двойного расширенія съ конденсаціей, подобно изображенной на т. L, фиг. 1, 2 и 3. Первый изъ нихъ лучше удовлетворяетъ условіямъ (2), (3) и (4)—но хуже (6), а второй—наоборотъ.*

Въ отношеніи условія (1) очень важно соединеніе цилиндра съ котломъ, обеспечивающее герметичность проводки пара. Столь же важны достаточныя опорныя поверхности присоединяе-

мыхъ къ котлу частей, передающихъ большія усилія, какъ паровой цилиндръ и *сдла* или *копылы* коренныхъ подшипниковъ. Полезна для разгрузки котла и особая *связь* между этими частями въ направленіи передаваемыхъ усилий, помимо котла. Деформация котла отъ нагрѣванія производитъ, обыкновенно, значительное перемѣщеніе коренного вала относительно цилиндра. Это вызываетъ перемѣщеніе мертвыхъ точекъ въ цилиндръ и перемѣщеніе золотника и требуетъ для температурной деформации котла свободы отъ воздѣйствія связей, чтобы устранить лишнія напряженія связей, частей машины и котла. Наконецъ, использование горизонтальнаго котла въ качествѣ фундамента приводитъ и къ *горизонтальному типу* машины. Таковы характерныя требованія, налагаемыя на локомобильную машину условіемъ (1).

Условіе (2) требуетъ ограниченія размѣровъ машины посредствомъ уменьшенія степени расширения пара, повышенія числа оборотовъ и *короткоходности*, — сравнительно малаго отношенія хода поршня къ діаметру цилиндра. Уменьшенію вѣса содѣйствуетъ также устраненіе полной станины и замѣна ея котломъ, колѣнчатый валъ вмѣсто кривошипнаго. Въ видахъ простоты конструкціи распредѣленія обыкновенно выполняютъ золотниковыми.

Условіе (3) требуетъ тщательнаго выполненія условія (1), — обезпеченія связи частей и свободной температурной деформации машины и котла. Затѣмъ необходимы *наглядное размѣщеніе*, доступность всѣхъ частей, солидность и простота конструкціи частей. При повышеніи числа оборотовъ оно не должно доходить до предѣловъ быстроходныхъ машинъ. Эти требованія обезпечиваютъ и условіе (4), для котораго особенно важны простота и солидность конструкціи частей, а также *массовое производство* локомобилей, дающее удобство смѣнныхъ запасныхъ частей. Условіе (5) требуетъ солидности размѣровъ изнашиваемыхъ частей и большой величины максимальной отсѣчки.

Наконецъ, требованіе экономичности локомобилями простого расширения безъ конденсаціи удовлетворяется довольно слабо, зато локомобилями двойнаго расширения съ конденсаціей — весьма хорошо. Противъ экономичности говоритъ, вообще, уменьшеніе степени расширения, но гораздо больше условій, благоприятствующихъ ей. Таковы: повышенное число оборотовъ, высокое давленіе пара, сухость пара при правильной конструкціи котла и правильномъ заборѣ пара, благодаря отсутствію паропровода и конденсаціи въ немъ. Затѣмъ помогаетъ экономично-

сти хорошее обогрѣваніе цилиндра или цилиндровъ и ресивера котельнымъ паромъ и стокъ конденсаціонной воды изъ рубашекъ обратно въ котель. Благопріятствуютъ экономичности сравнительная незначительность объема и поверхности вредныхъ пространствъ, благодаря малымъ линейнымъ скоростямъ поршня и короткимъ паровымъ каналамъ. Всѣ эти обстоятельства дѣлаютъ локомотивную машину болѣе экономичной, чѣмъ постоянная, при одинаковыхъ размѣрахъ, одинаковыхъ предѣлахъ давленій и одинаковыхъ распредѣленіяхъ. Наконецъ, какъ и при постоянныхъ машинахъ, экономичность локомотивныхъ машинъ усиливается примѣненіемъ перегрѣва и конденсаціи пара.

Главные элементы конструкции машины суть: отношеніе хода поршня— S къ діаметру цилиндра— D , число оборотовъ вала и, наконецъ, отношеніе μ рабочего объема $C. B. D.$ къ объему $C. H. D.$ въ машинахъ двойного расширенія.

Отношеніе $\frac{S}{D}$ представляется самымъ характернымъ элементомъ конструкции машины, отзывающимся на всѣхъ частяхъ ея. Увеличеніе этого отношенія удлинняетъ всю машину, увеличиваетъ линейную скорость поршня при данномъ числѣ оборотовъ и уменьшаетъ діаметръ цилиндра для данной мощности. Всѣ продольные размѣры машины увеличиваются, а всѣ поперечные уменьшаются. Уменьшеніе $\frac{S}{D}$ вызываетъ обратныя измѣненія.

Цѣлесообразно выбранное отношеніе $\frac{S}{D}$ даетъ наиболѣе удачныя пропорціи движенія: скалокъ, ползуновъ, шатуновъ, пропорціи колѣнчатого вала и коренныхъ подшипниковъ. Поэтому съ увеличеніемъ давленія пара слѣдуетъ нѣсколько увеличивать $\frac{S}{D}$, съ уменьшеніемъ—уменьшать его.

Отношеніе $\frac{S}{D}$ въ локомотивахъ одноцилиндровыхъ не сохраняется постояннымъ. Обыкновенно нѣсколько послѣдовательныхъ размѣровъ машинъ составляютъ серію, имѣя одинъ ходъ поршня и послѣдовательно измѣняющіеся діаметры цилиндровъ. Обычно въ каждой серіи $\frac{S}{D}$ измѣняется отъ 1,5 для меньшаго, до 1,2—для большаго размѣра серіи. Лишь немногія конструкции даютъ отклоненія за эти предѣлы. При серіяхъ съ малымъ числомъ машинъ, напр. 2, высшій предѣлъ $\frac{S}{D}$ обыкновенно около 1,35. Отношеніе $\frac{S}{D}$ отъ 1,25 до 1,35 можно считать наиболѣе нормальнымъ.

Въ локомотивахъ Вольфа при $p_k = 10 \text{ ат}$ $\frac{S}{D}$, естественно, болѣе.

Отношеніе $\frac{S}{D}$ въ локомотивахъ двухцилиндровыхъ, простого расширенія таково же, какъ и въ одноцилиндровыхъ или лишь немного болѣе.

Отношеніе $\frac{S}{D}$ для Ц. Н. Д. локомотивей компаундъ обычно находится въ предѣлахъ отъ 1 до 0,8, достигая низшаго предѣла въ локомотивахъ Вольфа съ увеличенными размѣрами Ц. Н. Д. Это отношеніе гораздо менѣе, чѣмъ въ одноцилиндровыхъ локомотивахъ, соотвѣтственно меньшимъ давленіямъ пара въ Ц. Н. Д.

Отношеніе $\frac{S}{D}$ для Ц. Н. Д. локомотивей Вольфа съ перегрѣвомъ, отъ 1 до 1,1, большее чѣмъ въ прочихъ локомотивахъ компаундъ, соотвѣтственно болѣе высокимъ давленіямъ въ котлѣ

Всѣ вышеозначенные предѣлы для $\frac{S}{D}$ при горизонтальныхъ машинахъ даютъ короткоходныя машины, какими являются локомотивныя.

Линейная средняя скорость поршня s въ локомотивахъ одноцилиндровыхъ колеблется въ узкихъ предѣлахъ — отъ 1,3 до 1,7 м/сек. Обыкновенно же эти предѣлы еще уже. Немногія фирмы строятъ болѣе тихоходные локомотивы съ s отъ 1,3 до 1,5 м/сек, нѣкоторыя, какъ R. Garret & Sons, болѣе быстроходные съ s отъ 1,5 до 1,7 м/сек, а у большинства s колеблется отъ 1,4 до 1,6 м/сек.

Число оборотовъ вала — n , находится по этимъ значеніямъ s и по отношенію $\frac{S}{D}$. Обыкновенно для S отъ 200 до 250 мм n бываетъ отъ 225 до 160; при $S \sim 300 \text{ мм}$ n — отъ 150 до 130; при S отъ 350 до 400 мм n отъ 130 до 120. Въ локомотивахъ Вольфа съ перегрѣвомъ числа оборотовъ значительно повышены; при мощности 10 HP, n — 210 при 100 HP, n — 160. Значительно повышены числа оборотовъ и у локомотивей самоходовъ, для уменьшенія вѣса машины.

Линейная средняя скорость поршня локомотивей компаундъ вообще выше, чѣмъ локомотивей одноцилиндровыхъ. Обычно въ англійскомъ типѣ s колеблется отъ 1,5 до 1,8 м/сек. Въ нѣмецкомъ типѣ s колеблется отъ 1,5 до 2,2 м/сек, причемъ верхнее значеніе соотвѣтствуетъ мощностямъ въ 200—250 HP. Въ локо-

мобилияхъ Вольфа съ перегрѣвомъ скорости поршня соотвѣтственно болѣе высокимъ давленіямъ пара и большей компактности котловъ значительно повышены, отъ 2,2 м/сек для малыхъ и до 3,5 м/сек для самыхъ большихъ локомотивовъ. По скоростямъ поршня машины этихъ локомотивовъ можно назвать быстроходными.

Число оборотовъ вала локомотивовъ компаундъ англійскаго типа, вообще, нѣсколько выше, чѣмъ для одноцилиндровыхъ одинаковой мощности. Въ локомотивахъ нѣмецкаго типа n колеблется въ узкихъ предѣлахъ отъ 135 для мелкихъ—до 110 для самыхъ крупныхъ размѣровъ. Въ локомотивахъ компаундъ съ перегрѣвомъ, завода Вольфа, n колеблется отъ 190 до 150 при тѣхъ же предѣлахъ размѣровъ, т.е. повышено противъ обычнаго на 30—40%. Въ тандемъ-локомотивахъ съ перегрѣвомъ завода Вольфа n еще нѣсколько выше,—отъ 230 до 200, чѣмъ уменьшаются размѣры машины и компенсируется отчасти ея удлиненіе расположеніемъ обоихъ цилиндровъ другъ за другомъ.

Всѣ числа оборотовъ локомотивныхъ машинъ, для насыщеннаго пара, нѣсколько повышены сравнительно съ „нормальными“ трансмиссионными машинами. Однако, благодаря короткоходности, линейныя скорости поршня въ локомотивныхъ машинахъ нѣсколько менѣе нормальныхъ и меньше измѣняются съ величиной машинъ, чѣмъ въ трансмиссионныхъ. Локомотивныя машины съ перегрѣвомъ, завода Вольфа и по числу оборотовъ, и по линейной скорости поршня можно причислить къ довольно быстроходнымъ. При современной выработанности деталей локомотивной машины подобное повышеніе числа оборотовъ можно считать вполне цѣлесообразнымъ; его слѣдовало бы отчасти распространить и на прочіе локомотивы.

Отношеніе объема $\zeta. В. Д.$ къ объему $\zeta. Н. Д.$,— μ , представляющее очень важный элементъ конструкціи машины двойного расширенія, въ локомотивахъ бываетъ въ предѣлахъ отъ 1 : 2¹/₄ до 1 : 3¹/₂. Это отношеніе стоитъ въ обратной зависимости отъ давленія въ котлѣ и отъ паденія давленія въ $\zeta. В. Д.$ При прочихъ равныхъ условіяхъ оно должно быть больше въ машинахъ компаундъ, чѣмъ въ машинахъ тандемъ, больше — въ машинахъ безъ конденсаціи чѣмъ въ машинахъ съ конденсаціей. Такъ какъ локомотивныя машины, вообще, приспособлены къ работѣ и съ конденсаціей и безъ нея, то отношеніе μ для нихъ должно быть нѣсколько болѣе, чѣмъ въ постоянныхъ машинахъ съ конденсаціей. Давленіе въ котлѣ очень мало колеблется. Поэтому у большинства фирмъ $\mu \sim 1 : 2\frac{1}{2}$.

Фирма Вольфъ строить почти всея локомобили съ междукривошипнымъ угломъ въ 180^0 и беретъ $\mu \sim 1 : 3\frac{1}{2}$ для локомобилей, работающихъ какъ насыщеннымъ, такъ и перегрѣтымъ паромъ. Это отступленіе отъ обычнаго отношенія въ связи съ нѣкоторымъ увеличеніемъ объема *Ц.Н.Д.* и общей степени расширенія повышаетъ экономичность, уменьшая паденіе температуръ пара на линіи расширенія *Ц.В.Д.* и тѣмъ ослабляя нѣсколько начальную конденсацію въ немъ. Такое измѣненіе μ надо признать цѣлесообразнымъ. Однако, это вліяніе μ не можетъ быть очень замѣтнымъ, и выборъ μ въ указанныхъ предѣлахъ въ значительной мѣрѣ зависитъ отъ произвола конструктора.

Цилиндры и распредѣленія.

Соединеніе цилиндра съ котломъ представляетъ очень ответственную и характерную часть локомобильной машины, замѣняя и паропроводъ, и часть фундамента подъ цилиндромъ.

Ось цилиндра въ одноцилиндровыхъ локомобиляхъ англійскаго типа почти всегда сдвинута вправо отъ средней плоскости котла, смотря спереди, по т. *L*, фиг. 12. Этимъ достигается расположеніе праваго плеча колѣна вала вплотную къ правому коренному подшипнику, что даетъ выгоду существеннаго уменьшенія сгибающаго момента въ мотылевой шейкѣ. Въ локомобиляхъ нѣмецкаго типа ось цилиндра лежитъ въ средней плоскости котла. Въ локомобиляхъ двухцилиндровыхъ или локомобиляхъ компаундъ оси цилиндровъ обыкновенно расположены симметрично относительно средней плоскости котла.

Укрѣпленіе цилиндра должно удовлетворить слѣдующимъ требованіямъ: 1) сдѣлать сборку машины точной и удобной, 2) надежно передавать дѣйствующія на крышки цилиндра давленія пара, 3) не напрягать чрезмерно частей котла, 4) не нарушать герметичности котла, 5) имѣть наименьшую стоимость. Укрѣпленіе бываетъ двоякое: къ станинѣ или къ котлу.

Укрѣпленіе къ станинѣ, обычное въ американскихъ локомобиляхъ - самоходахъ, отлично удовлетворяетъ условіями (1)—(4), но рѣшительно не выполняетъ условія (5), требуя довольно тяжелой и дорогой полной станины машины, кромѣ того оно и затрудняетъ нѣсколько сообщеніе цилиндра съ котломъ. Въ обыкновенныхъ локомобиляхъ оно почти никогда не выполняется. Исключеніе представляетъ конструкція *Верхъ-Исетскаго завода*, котель которой данъ на т. *M*, фиг. 1—10. Эта конструкція

имѣть цѣлью возможность пользованія снятой съ локомобиля машиной въ качествѣ постоянной, на каменномъ фундаментѣ, облегчая этимъ устройство отопленія локобильнаго котла и устройство передачи на нѣкоторыя спеціальныя машины орудія. Затрудненіе въ сообщеніи котла съ цилиндромъ обойдены устройствомъ податливаго сообщенія по т. *М*, фиг. 9 и 10.

Укрѣпленіе къ котлу бываетъ двоякое: *непосредственное* или помощью *плоской постели*.

Непосредственное укрѣпленіе болѣе употребительно, какъ болѣе простое и дешевое. Неудобство здѣсь—въ затрудненіи сборки машины и вывѣрки ея оси постановкой цилиндра прямо на цилиндрическую поверхность котла. Для удовлетворенія условіямъ (2) и (3) опорныя поверхности цилиндра должны захватывать возможно большій периметръ. При отсутствіи связныхъ штангъ укрѣпленіе передаетъ, кромѣ осевой силы, еще пару отъ нея съ плечомъ, приблизительно равнымъ высотѣ оси цилиндра надъ котломъ. Эта пара воспринимается опорной поверхностью и требуетъ ея развитія *вдоль оси котла*, для увеличенія плеча сопротивляющейся пары, т.-е. уменьшенія ея силъ.

Кромѣ того, должно быть выполнено условіе (4), какъ разсмотрѣно ниже. Примѣры непосредственнаго укрѣпленія даны на т. *Л*, фиг. 4—5 и фиг. 15—17, на т. *М*, фиг. 12—15 и фиг. 21. Въ большихъ локомобиляхъ нѣмецкаго типа примѣняется исключительно этотъ способъ непосредственнаго укрѣпленія.

Плоская постель—менѣе употребительна, будучи дороже и сложнѣе и требуя иногда герметичности двухъ стыковъ вмѣсто одного при непосредственномъ укрѣпленіи. Преимущества этого способа—точность и удобство сборки машины, легкость ~~снятія~~ *снятія* цилиндра для расточки. Между прочимъ, этотъ способъ примѣняютъ фирмы: Clayton & Shuttleworth, Ruston Proctor & Co, заводъ Венгерскихъ каз. ж. д. Послѣдній заводъ ставитъ 2 поперечныхъ постели по концамъ цилиндра, чѣмъ вполне рационально увеличиваетъ плечо сопротивляющейся пары и жесткость стѣнки котла.

Укрѣпляющіе болты дѣлаются съ коническими заплечиками надъ головкой по т. *Л*, фиг. 4 и 17, которые притираются къ гнѣздамъ, давая требуемую герметичность. Отъ небрежной разборки герметичность этого соединенія, конечно, страдаетъ. Въ большихъ локомобиляхъ нѣмецкаго типа иногда вмѣсто болтовъ ставятся заклепки, какъ дѣлаетъ заводъ Вольфа по т. *М*, фиг. 14; это даетъ болѣе надежное соединеніе, но устраняетъ возможность *снятія* цилиндровъ и при ремонтѣ требуетъ ихъ расточки на

мѣствъ. Постель рѣдко привертывается болтами, большей частью приклепывается какъ на т. *М*, фиг. 26—27, при чемъ герметичность достигается ея чеканкой, если она выполнена изъ стального литья. Цилиндръ къ постели всегда привертывается болтами для удобства разборки.

Сообщеніе цилиндра съ котломъ бываетъ двоякое: *непосредственное и особымъ патрубкомъ*.

Непосредственное сообщеніе требуетъ герметичности по большому периметру всего укрѣпленія цилиндра къ котлу. Это достигается прокладкой мѣдной плетенки на сурикѣ, тонкой мѣдной гофрированной прокладки, точной пригонки стыка и т. д. Можно было бы вводить и толстую желѣзную прокладку, для чеканки стыка снаружи, что служить самымъ надежнымъ средствомъ для поддержанія герметичности. Самое сообщеніе выполняется обыкновенно не однимъ большимъ, а нѣсколькими болѣе мелкими отверстиями въ стѣнкѣ котла, какъ на т. *Л*, фиг. 4, и т. *М*, фиг. 14. Это меньше ослабляетъ стѣнку и дѣлаетъ болѣе равномернымъ заборъ пара надъ поверхностью воды, давая болѣе спокойное кипѣніе. Удобствомъ непосредственнаго сообщенія является *свободный стокъ конденсата изъ рубашки* чрезъ боковыя отверстія, расположенныя ниже среднихъ, поэтому конденсатъ не увлажняетъ свѣжаго пара.

Сообщеніе особымъ патрубкомъ надежнѣе въ смыслѣ герметичности, которая требуется лишь въ стыкѣ патрубка съ котломъ, на малой длинѣ, и въ укрѣпляющихъ цилиндръ болтахъ или заклепкахъ. Это сообщеніе возможно при непосредственномъ укрѣпленіи цилиндра къ котлу и при укрѣпленіи на постели. Оно получается заводомъ Н. Lantz при помощи спеціальнаго фланца на болтахъ, какъ на т. *Л*, фиг. 15—17, или при помощи колѣна, какъ на т. *М*, фиг. 20, что выполняется заводомъ Clayton & Shuttleworth. Выполняется оно и посредствомъ *газового ниппеля*, ввертываемаго чрезъ отверстіе стѣнки котла въ цилиндръ; на нижній конецъ ниппеля наворачивается колпакъ съ отверстиями для забора пара. Герметичность здѣсь обезпечивается чеканкой шайбы красной мѣди, подложенной изнутри котла подъ заборный колпакъ, а также и постановкой ниппеля на сурикѣ. Таковы конструціи *Marshall & Sons* и *Коломенскаго завода*.

При своихъ достоинствахъ сообщеніе особымъ патрубкомъ обыкновенно имѣетъ и недостатокъ: *стокъ конденсата изъ рубашки* направляется въ этотъ же патрубокъ, что увлажняетъ свѣжій паръ, увлекающій отчасти этотъ конденсатъ. Заводъ Ruston, Proctor & Co выполнялъ въ своихъ локомотивахъ ком-

паундъ этотъ стокъ чрезъ спеціальныя отверстія въ болтахъ, укрѣпляющихъ цилиндръ къ котлу, что усложняетъ конструкцію. Въ конструкціи *Верхъ-Исетскаго завода* на т. М, фиг. 9—10, этотъ недостатокъ устраненъ отведеніемъ конденсата отдѣльной газовой трубкой въ патрубокъ котла, откуда онъ такой же трубкой направляется въ водяное пространство, минуя струю свѣжаго пара. На свободный стокъ конденсата изъ рубашки при сообщеніи отдѣльнымъ патрубкомъ конструкторамъ слѣдовало бы обратить серьезное вниманіе, для обезпеченія сухости пара.

Цилиндры представляютъ наиболѣе важную деталь локомобильной машины. Они должны удовлетворять слѣдующимъ условіямъ: 1) компактности конструкціи, 2) отливкѣ, по возможности, въ одномъ цѣломъ цилиндра со всѣми добавочными частями, 3) правильности проводки пара, 4) надежности формовки, (5) удобству и простотѣ обработки и сборки.

Условіе (1) является естественнымъ слѣдствіемъ требованія компактности, простоты и надежности конструкціи машины. Всякія далеко выступающія, тонкія части при грубомъ уходѣ и перемѣщеніяхъ, которыя испытываютъ локомобили, могутъ быть причиной поломокъ. Поэтому хорошія конструкціи локомобильныхъ цилиндровъ представляютъ компактное цѣлое. Условіе (1) въ связи съ (5) приводитъ къ требованію отливки по возможности въ одномъ цѣломъ цилиндра, золотниковой коробки, коробки для предохранительныхъ клапановъ и для запорнаго золотника или клапана. Въ компаундъ-локомобиляхъ оба цилиндра съ золотниковыми коробками и ресиверомъ всегда отливаются въ одно цѣлое. Возможнымъ соблюденіемъ этого условія усложняется, правда, отливка, но упрощается сборка, уменьшается число герметичныхъ стыковъ, фланцевъ, болтовъ и т. д., вообще—частей, требующихъ наблюденія и ремонта. Условіе (3) требуетъ достаточныхъ свѣчей для проводки пара и устраненія, по возможности, *водяныхъ мѣшковъ* въ направленіи къ цилиндру. Надежность формовки требуетъ возможно равномерной толщины стѣнокъ, устраненія скопленій чугуна, достаточныхъ толщинъ стержней, возможности полной прочистки отъ земли всѣхъ паровыхъ полостей при обрубкѣ и болѣе или менѣе простыхъ формъ. Последнее требованіе стоитъ, вообще, на заднемъ планѣ и выдвигается лишь неопытными заводами, а первоклассные не стѣсняются и сложными формами литья, если того требуетъ выполненіе прочихъ условій. Наконецъ, простота обработки и сборки требуетъ доступности всѣхъ частей для обработки, простоты формъ обрабатываемыхъ поверхностей. Иногда въ этомъ смыслѣ выгодно выдѣленіе тре-

бующихъ болѣе тонкой обработки частей, какъ коробка предохранительныхъ клапановъ и запорнаго золотника, въ особую отливку. Затрудненія размѣтки и сверленія дыръ въ разныхъ направленіяхъ часто устраняются обработкой цилиндровъ въ коробкѣ, снабженной направляющими кондукторами для сверлъ укрѣпляемыхъ къ ней переносныхъ машинокъ. Перечисленнымъ наиболѣе существеннымъ условіямъ должны удовлетворять хорошія конструкціи локомобильныхъ цилиндровъ.

Примѣры конструкцій цилиндровъ даны на т. *Л*, фиг. 4—9, фиг. 15—18, на т. *М*, фиг. 12—15, фиг. 19—21, фиг. 26 и 27. На т. *М*, фиг. 19—20, данъ цилиндръ, поставленный на постель и отлитый въ одно цѣлое вмѣстѣ съ рубашкой и прочими частями, кромѣ коробки *Н* для предохранительныхъ клапановъ. Таковъ же цилиндръ локомобиля Вольфа, укрѣпленный непосредственно къ котлу на т. *М*, фиг. 12—13, наружное очертаніе котораго—коробчатое—представляетъ сухопаръ котла. На т. *М*, фиг. 26—27, имѣется въ цилиндрѣ, укрѣпленномъ къ постели, приставная коробка для предохранительныхъ клапановъ, запорнаго вентиля и регулирующаго дроссель-вентиля. Таковъ же и цилиндръ на т. *Л*, фиг. 15—18, укрѣпленный непосредственно къ котлу локомобиля Н. Lanz; эта отливка является образцовой въ смыслѣ выполненія всѣхъ условій (1)—(5). На т. *М*, фиг. 14—15; даны цилиндры локомобиля-компаундъ Вольфа. Здѣсь сухопаръ котла, цилиндры, ресиверъ и золотниковыя коробки представляютъ одну отливку, кромѣ вставной втулки рубашки *Ц.Н.Д.* На т. *Л*, фиг. 4—9, даны цилиндры локомобиля-компаундъ Ланца, отличающіеся формой сухопара и вставной втулкой рубашки *Ц.В.Д.* Эта отливка является образцовой въ отношеніи соблюденія всѣхъ условій (1)—(5). На т. *М*, фиг. 10—13, видны, къ сожалѣнію, неполно и въ мелкомъ масштабѣ, конструкціи цилиндровъ локомобилей Вольфа съ перегрѣвомъ, съ поршневыми золотниками, удовлетворяющія вообще требованіямъ для цилиндровъ съ перегрѣвомъ. Нѣкоторые отступленія отъ этихъ требованій въ смыслѣ усложненія формъ извиняются, отчасти, небольшими размѣрами цилиндровъ и помѣщеніемъ ихъ въ сухопаръ котла съ высокой температурой пара, чѣмъ уравниваются отчасти температуры различныхъ частей стѣнокъ.

Толщина стѣнокъ цилиндровъ и золотниковыхъ коробокъ берется по обычнымъ нормамъ. Плоскія стѣнки большого размѣра укрѣпляются ребрами, какъ на т. *Л*, фиг. 4—9, или т. *М*, фиг. 14.

Матеріаль—сѣрый мелкозернистый чугуны. Твердость и вязкость чугуна здѣсь особенно важны, благодаря сложнымъ

формамъ цилиндровъ, затрудненію ремонта и неблагопріятнымъ условіямъ работы. Хорошій матеріалъ и правильное литье—одни изъ важнѣйшихъ требованій относительно локомобильныхъ цилиндровъ, тѣмъ болѣе серьезныхъ, чѣмъ слабѣе техническій надзоръ за локомобилемъ. При неувѣренности въ качествѣ матеріала и въ правильности литья формы цилиндровъ слѣдуетъ возможно упрощать, относя больше ответственности на обработку и сборку, которыхъ дефекты легче обнаруживаются и исправляются, чѣмъ дефекты литья.

Паровая рубашка, представляя выгоду въ отношеніи экономичности, очень важна для прогрѣва цилиндра при разводкѣ паровъ. Она устраняетъ опасность отъ быстрого пуска машины въ ходъ, безъ спеціального прогрѣва цилиндра, на что всегда нужно рассчитывать въ условіяхъ работы локомобилей. Поэтому рубашка всегда должна стоять надъ паромъ, а запоръ долженъ помѣщаться непосредственно передъ золотниковой коробкой. Въ одноцилиндровыхъ локомобиляхъ рубашка выполняется преимущественно литой въ одно цѣлое съ цилиндромъ, при чемъ просвѣтъ между рубашкой и цилиндромъ долженъ быть не менѣе 30 мм. Нѣкоторые заводы дѣлаютъ *вставную втулку* для рубашки, чѣмъ ослабляется вѣроятность трещинъ вслѣдствіе температурныхъ напряженій при не вполне удовлетворительномъ литьѣ. Въ локомобиляхъ компаундъ большей частью рубашка образуется вставными втулками, чѣмъ достигается большая компактность, облегчается очистка во время обрубки и упрощается весьма сложная отливка. Прессовая вставка втулки требуетъ, однако, особенно тщательной работы и опытности завода, безъ чего подобная вставка является ненадежной. Чеканные красной мѣди кольца, утолщающія концы втулки, въ локомобиляхъ вообще неупотребительны. При конструированіи рубашки нужно обратить особое вниманіе на свободный стокъ конденсата въ котель, а если онъ невозможенъ (изъ ресивера)—то на увлеченіе его въ цилиндръ, чтобы устранить вредные для дѣйствія рубашки водяные мѣшки. На т. 4, фиг. 15 и 16, изображено отверстіе *m*, служащее для этой цѣли. На фиг. 4—5 форма ресивера позволяетъ образованіе водяного мѣшка на днѣ его; однако, на дѣлѣ его образованіе невозможно вслѣдствіе обогрѣва ресивера сухопаромъ котла. Рубашка *Ц. В. Д.*, образуемая сухопаромъ котла, имѣетъ свободный стокъ конденсата въ котель. Эти примѣры уясняютъ цѣлесообразныя конструкціи рубашекъ.

Расположеніе золотниковыхъ коробокъ въ одноцилиндровыхъ локомобиляхъ всегда *слева*, глядя спереди. Въ двухцилиндровыхъ

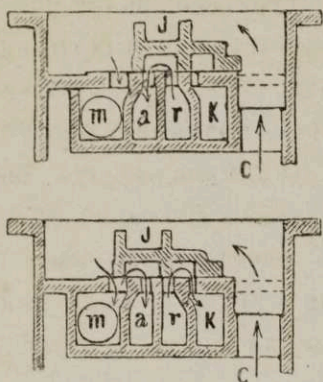
локомотивахъ золотниковыя коробки всегда помѣщаются *наружу*. Выполнявшіеся ранѣе нѣкоторыми заводами расположенія золотниковыхъ коробокъ внутрь дѣлаютъ недоступными золотники и лица, стѣсняють ихъ сборку, вывѣрку и ремонтъ. Эти конструкціи теперь оставлены.

Паровые каналы выполняются возможно короткими и разстояніе между золотниковымъ лицомъ и осью цилиндра всегда сводится къ минимуму, изъ расчета средняго канала (топора) на необходимое сѣченіе въ самомъ невыгодномъ мѣстѣ, какъ видно на т. *L*, фиг. 5 и 16. Для устраненія скопленія чугуна у золотниковаго лица въ лентахъ дѣлаются иногда выемки по т. *L*, фиг. 5, что нужно признать вполне цѣлесообразнымъ.

Запоръ пара выполняется золотникомъ или вентилемъ. Первый имѣетъ преимущество очень быстрого закрыванія, почему и заслуживаетъ предпочтенія для небольшихъ локомотивовъ, работающих при тяжелыхъ условіяхъ и недостаточномъ уходѣ. Регулированіе открытія можетъ быть весьма тонкимъ при треугольномъ очертаніи вершины окна. Недостаткомъ является довольно большая величина усилія, затрудняющая перемѣщеніе при высокихъ давленіяхъ и большихъ размѣрахъ. Въ этихъ случаяхъ болѣе пригодны запорные вентили съ рѣзбой на шпинделѣ и маховичкомъ. Медленность закрыванія здѣсь не имѣетъ такого значенія, ибо крупные локомотивы работаютъ обыкновенно въ лучшихъ условіяхъ. Иногда при большихъ размѣрахъ устраивается вентиль Дэлена съ (предварительной разгрузкой) и рычажнымъ приводомъ. Едва ли, однако, этой конструкціи можно отдать предпочтеніе передъ золотничкомъ. Хорошая конструкція золотничка дана на т. *L*, фиг. 15 и 17; соединеніе его со шпинделемъ — подвижное. Различные типы рычажнаго привода къ запорному органу видны на т. *N*, фиг. 19, 21, 23, 24, 25, 28. Непосредственный винтовой приводъ съ маховичкомъ виденъ на т. *M*, фиг. 13, на т. *N*, фиг. 10 и 12. Винтовой приводъ съ конической зубчатой передачей и маховичкомъ на валикѣ примѣняется въ крупныхъ локомотивахъ и виденъ на т. *L*, фиг. 1 и 2, и на т. *N*, фиг. 27, 3, 16, 17.

Перепускной вентиль для ресивера машинъ компаундъ, служащій для пуска въ ходъ, помѣщается отдѣльно, какъ видно на т. *L*, фиг. 4, слѣва; или соединяется съ запорнымъ золотничкомъ, какъ выполняетъ заводъ Гаррета, фиг. 2660. Здѣсь *C* — входъ свѣжаго пара, *m* — входъ въ золотниковую коробку *Ц.В.Д.*, *a* — входъ въ ресиверъ, куда свѣжій паръ поступаетъ одновременно съ *Ц.В.Д.* при положеніи золотничка на нижней фигурѣ. Далѣе,

г—выпускъ изъ *Ц.В.Д.*, а *к*—выхлопъ. Дѣйствіе золотничка при работѣ (верхняя фигура) или пускѣ въ ходъ (—нижняя) понятно безъ описанія. Такое усложненіе конструкции едва ли покрываетъ удобство пуска въ ходъ и, кромѣ того, грозитъ протокомъ свѣжаго пара въ ресиверъ, а ресивернаго въ выхлопъ при неплотностяхъ золотничка.



Фиг. 2660.

Выхлопной фланецъ обращается внизъ или впередъ, подобно т. *Л*, фиг. 4 и 5 или фиг. 15—17. Первое болѣе употребительно въ компаундъ-локомотивахъ нѣмецкаго типа, приноровленныхъ къ работѣ съ конденсаціей. Второе болѣе выгодно для локомотивовъ съ выпускомъ мятаго пара въ конусъ, давая болѣе прямую и короткую выхлопную трубу. Различные случаи расположенія выхлопного фланца видны на всѣхъ фигурахъ т. *Н*.

Прочія детали цилиндровъ представляютъ мало существенныхъ особенностей.

Крышки цилиндровъ выполняются для простоты всегда безъ обогрѣва ¹⁾, возможно простой и легкой формы тѣла вращенія, снаружи точеными. Къ передней крышкѣ приливается гнѣздо сальника, а при заднемъ направленіи то же дѣлается и для задней крышки. Въ малыхъ локомотивахъ задняя крышка остается открытой;—въ большихъ закрывается точеной чугунной *фальшивой крышкой*. При линейчатыхъ направляющихъ къ гнѣзду сальника приливаются уши для привертыванія 4 линеекъ направляющихъ.

Крышки золотниковыхъ коробокъ выполняются плоскими, возможно простой формы, безъ реберъ при малыхъ размѣрахъ и съ ребрами—при большихъ, подобно т. *М*, фиг. 14 и 15. Нерѣдко крышки покрываются обшивкой или фальшивыми крышками. Размѣры крышекъ дѣлаются лишь необходимыми для обработки лицъ, какъ показываетъ т. *Л*, фиг. 4 и 5.

Прокладки у крышекъ дѣлаются обыкновенно изъ асбестоваго картона, почему фланцы выполняются ровными, прямо изъ обточки, обстрожки или фрезовки.

Крышечныя шпильки рассчитываются по общимъ нормамъ. Для компактности цилиндровъ вообще приходится ставить, не-

¹⁾ Рѣдкимъ исключеніемъ является полудокомотивъ Н. Lanz съ Парижской выставки 1900 г. въ 260 НР_е, въ которомъ обогрѣваются всѣ крышки цилиндровъ.

смотря на ихъ невыгодность для ремонта, шпильки вмѣсто болтовъ, чтобы не увеличивать размѣровъ фланцевъ.

Сальники выполняются обыкновеннаго типа для мягкой набивки. Набивка примѣняется изъ хлопчатобумажнаго шнура, для высокихъ давленій и перегрѣва—изъ асбестоваго шнура съ графитовой начинкой. Цѣлесообразно примѣнять въ этихъ условіяхъ набивку изъ круглыхъ колецъ бѣлаго металла съ графитовой начинкой, напр. Баха, Гуна и т. д. При своей простотѣ эта набивка даетъ отличные результаты, кромѣ случаевъ поворачивающихся скалокъ, напр. въ отсѣчномъ золотникѣ Ридера, при которыхъ страдаетъ поверхность набивки, и получается ея прошибаніе.

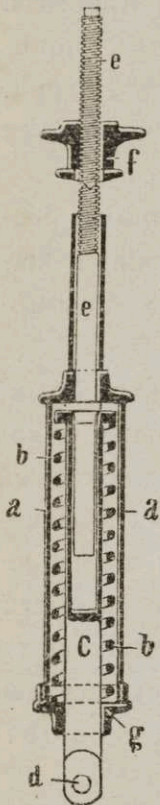
Продувные краны цилиндровъ и золотниковыхъ коробокъ выполняются по общимъ нормамъ и въ малыхъ локомотивахъ замѣняютъ собой и индикаторныя пробки. Въ большихъ локомотивахъ послѣднія выполняются независимо.

Смазка цилиндра и золотниковой коробки производится обычными *двухкрановыми лубрикаторами*. Въ болѣе крупныхъ локомотивахъ выгодно примѣнять *прессовый лубрикаторъ* для смазки пара, съ приводомъ отъ золотниковой штанги, оставляя обыкновенные въ качествѣ запасныхъ. Это и выполняется большинствомъ заводовъ. Помѣщеніе лубрикаторовъ видно на разныхъ фигурахъ т. *Н*. Особого вниманія требуетъ смазка золотниковыхъ лицъ при перегрѣтомъ парѣ. На т. *Л*, фиг. 4—5, даны вставки для смазочныхъ каналовъ при вставныхъ рубашкахъ; герметичность достигается притертыми конусами.

Обшивка цилиндра производится листовымъ желѣзомъ, толщиной отъ 1 до 2 мм, покрываемымъ масляной краской. Въ смыслѣ лучеиспусканія эта окраска невыгодна, ибо лучеиспускающая способность ея почти одинакова съ сажей. Покрытіе глянцевой сталью, лучеиспускающая способность которой въ 8—10 разъ меньше, если она чиста отъ масла, примѣняется очень рѣдко; при условіяхъ работы локомотивовъ это покрытіе легко портится. Однако, для большихъ полулокомотивовъ, предназначенныхъ для закрытыхъ помѣщеній, было бы цѣлесообразно примѣнять глянцевую сталь. Покрывается обыкновенно боковая поверхность цилиндра и часть золотниковой коробки, а въ локомотивахъ вѣмечкаго типа покрывается со всѣхъ сторонъ сухопаръ.

Предохранительные клапаны въ числѣ двухъ помѣщаются обыкновенно на цилиндрѣ или въ приставной коробкѣ къ нему, подобно т. *Л*, фиг. 15, 18, т. *М*, фиг. 26, 27. Въ перевозныхъ локомотивахъ примѣняется почти всегда нагрузка *пружиннымъ*

балансомъ по фиг. 2661, при чемъ рычагъ клапана зажимается между гайкой *f* и трубкой *e* чехла пружины. Нагрузка на клапанъ увеличивается подтягиваніемъ вверхъ чехла пружины помощью навинчиванія внизъ гайки *f*. Нижняя выступающая часть стержня *c* обыкновенно градуируется какъ манометръ, позволяя этимъ машинисту провѣрять послѣдній. Чехоль, запираемый на замокъ, требуемый закономъ для одного изъ клапановъ, нерѣдко



Фиг. 2661.

отсутствуетъ. На т. *М*, фиг. 19, 20, такой чехоль имѣется, причемъ здѣсь нагрузка на клапанъ не можетъ мѣняться машинистомъ, для котораго доступенъ лишь подлежаивальный рычажокъ, позволяющій провѣрять исправность клапана. Пружинная нагрузка имѣетъ недостатокъ — облегченіе произвола машиниста въ измѣненіи нагрузки на клапанъ. Примѣненіе вѣсовой нагрузки въ перевозныхъ локомотивахъ, какъ дѣлаетъ заводъ *Венгерскихъ казенныхъ ж. д.* непрактично, ибо отъ качаній локомотива въ работѣ грузъ подбрасывается, и клапанъ паритъ при давленіяхъ ниже нормального. Это заставляетъ машинистовъ или понижать давленіе, или подклинивать рычагъ, или догружать его сверхъ нормы. Наоборотъ, въ полулокомотивахъ, особенно нѣмецкаго типа, примѣняется почти всегда вѣсовая нагрузка. Расположенія предохранительныхъ клапановъ на цилиндрѣ или сухопарѣ видны на т. *Л*, фиг. 1—5, фиг. 12—18, на т. *М*, фиг. 12, 13, 19, 20, 26, 27, и на всѣхъ фиг. т. *Н*. Очень рѣдко одинъ изъ клапановъ (подъ чехломъ) располагается не на цилиндрѣ,

а въ передней части котла, при чемъ никакихъ преимуществъ такое расположеніе не имѣетъ.

Распредѣленіе почти всегда золотниковое. Исключеніемъ является распредѣленіе однимъ или двумя кранами, замѣняющими простой золотникъ и не имѣющими предъ нимъ никакихъ преимуществъ. Въ небольшихъ локомотивахъ простого расширенія — *отсѣчка неизмѣнная или переставная, а регулированіе — мятіемъ нара;* въ болѣе крупныхъ эта отсѣчка по желанію замѣняется автоматической отъ регулятора. Въ локомотивахъ компаундъ отсѣчка всегда автоматическая отъ регулятора въ *Ц.В.Д* и переставная или неизмѣнная въ *Ц.Н.Д*. Основныя условія для распредѣленія локомотивовъ: 1) надежность конструкціи, 2) простота вывѣрки, 3) простота ремонта, 4) правильная индикаторная діаграмма. Условія (1)—(3) доминируютъ, но при тщательномъ кон-

струированіи, не нарушая ихъ, можно получать отличныя индикаторныя діаграммы, какъ показываютъ все образцы ихъ на т. 0.

Размѣры паровыхъ оконъ рассчитываются по *средней фиктивной скорости пара* $w_m = 25-30$ м/сек, при чемъ $w_m = \frac{c \cdot F}{f}$, гдѣ F — площадь поршня, а f — площадь окна.

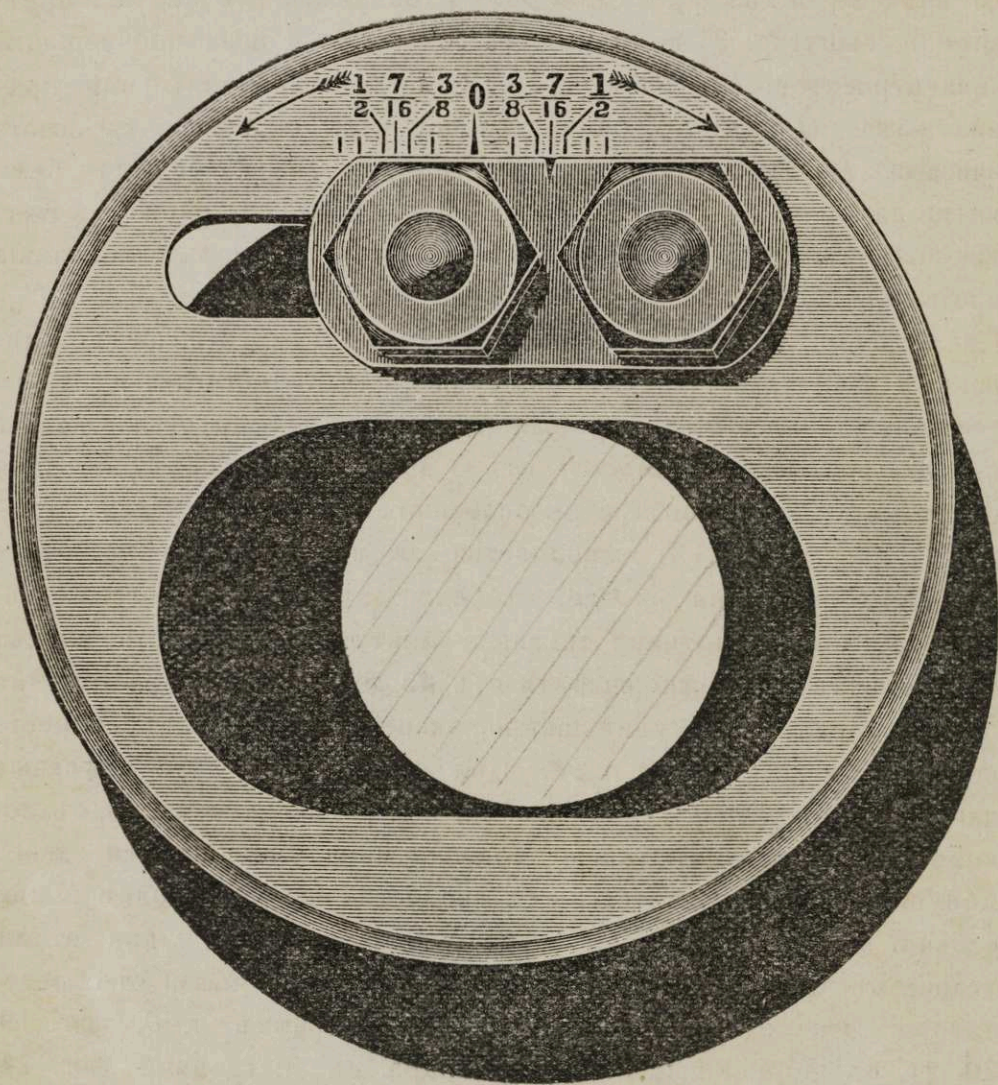
Обыкновенно ширина окна $-b$ берется отъ 0,6 до 0,8 діаметра цилиндра, а высота окна a — отъ $\frac{1}{10}$ до $\frac{1}{8} b$. При увеличенной скорости поршня размѣры оконъ получаются, конечно, больше.

Простой золотникъ, служащій для переставной отсѣчки, долженъ удовлетворять слѣдующимъ условіямъ: 1) минимальная отсѣчка не болѣе $\frac{1}{3}$, 2) при этомъ нечрезмѣрное сжатіе и предвареніе выпуска, 3) компактность золотника и возможно меньшій эксцентриситетъ. Условія (1) и (2) легко выполнимы при правильныхъ элементахъ распредѣленія, какъ показываютъ **золотниковыя діаграммы** и индикаторныя діаграммы, снятыя безъ мятія пара, т. 0, фиг. 22 и 24. При отсѣчкахъ около $\frac{1}{3}$ сжатія получаются не чрезмѣрными, несмотря на малыя величины вредныхъ пространствъ — обычно въ предѣлахъ отъ 5 до 70%. Предвареніе выпуска здѣсь не болѣе 20—25%, что даетъ умѣренныя закругленія индикаторной діаграммы. Достигается это за счетъ *положительныхъ внутреннихъ перекрытій и очень малыхъ угловыхъ предвареній впуска* — отъ 3 до 5°, возможныхъ благодаря отсутствію паропровода и не особенно высокимъ числамъ оборотовъ. Условіе (3) выполняется за счетъ весьма *неполнаго открытія окна при впускѣ*, особенно при малыхъ отсѣчкахъ. При простомъ золотникѣ среднюю фиктивную скорость впуска при отсѣчкѣ 0,5 можно считать отъ 45 до 50 м/сек. При отсѣчкѣ около $\frac{1}{3}$ благодаря уменьшенію эксцентриситета эта скорость повышается до 80—100 м/сек. При *золотникѣ Трика* впускныя площади при неполныхъ открытіяхъ, употребительныхъ въ локомотивахъ, удваиваются, а скорости пара уменьшаются вдвое. Допущеніе столь значительныхъ скоростей впуска вполне рачіонально, ибо мятіе пара отъ распредѣленія даже и при этихъ условіяхъ невелико относительно нормальнаго мятія отъ регулятора. Это видно изъ сопоставленія діаграммъ т. 0, фиг. 19, 20, 21, съ нормальнымъ мятіемъ пара съ діаграммой фиг. 24, безъ него. Здѣсь фиктивная средняя скорость впуска при отсѣчкѣ 0,33 ~ 130 м/сек, а при отсѣчкѣ 0,63 ~ 32 м/сек. Итакъ, допущеніемъ значительныхъ скоростей впуска или при-

мѣненіемъ золотника Трика можно достигнуть значительнаго уменьшенія размѣровъ золотника и эксцентриситета r . Обыкновенно получается $r \sim 2a$. Этимъ не наносится ущерба виду индикаторныхъ діаграммъ при регулированіи мятіемъ пара. Замедленіе открыванія выпуска, влѣдствіе уменьшенія r , замедляетъ вытеканіе пара и уравниваетъ отчасти вліяніе ранняго выпуска, какъ ясно изъ формы линіи вытеканія пара на индикаторныхъ діаграммахъ.

Такими средствами можно получить вполне удовлетворительныя индикаторныя діаграммы при отсѣчкахъ отъ $\frac{3}{4}$ до $\frac{1}{3}$ и даже менѣе, какъ видно изъ т. 0, фиг. 16—22 и 24.

Переставные эксцентрики чаще всего выполняются съ прямолинейнымъ перемѣщеніемъ и сохраненіемъ линейнаго предваренія



Фиг. 2662.

впуска по т. 0, фиг. 23. Въ тѣлѣ эксцентрика имѣются прорѣзы для вала и закрѣпного болта c , которымъ эксцентрикъ крѣпится

къ *закрѣпной шайбѣ d*. Прорѣзъ обыкновенно достаточенъ не только для измѣненія отсѣчки, но и для перестановки эксцентрика на обратный ходъ, и снабженъ указателемъ отсѣчекъ, подобно фиг. 2662.

Иногда это простое устройство усложняется, подобно т. 0, фиг. 25, гдѣ перемѣщеніе эксцентрика направляется дуговымъ прорѣзомъ *g* въ *закрѣпной шайбѣ* и штифтомъ съ противоположной стороны прорѣза для вала. Здѣсь получается очень небольшое уменьшеніе линейнаго предваренія впуска съ уменьшеніемъ отсѣчки, не имѣющее значенія для индикаторныхъ діаграммъ. *Заводъ Венгерскихъ каз. ж. д.* выполняетъ эксцентрикъ поворотнымъ на валу. Отсѣчка измѣняется за счетъ измѣненія одного угла заклиниванія при $r = \text{const}$. Получаются большія измѣненія въ угловомъ предвареніи впуска, искажающія индикаторную діаграмму. Несмотря на особую простоту, конструкція поэтому должна быть признана неудовлетворительной.

Распределение Ридера всего употребительнѣе при регулированіи на отсѣчку. Наиболѣе простъ и удобенъ для ремонта плоскій отсѣчной золотникъ, какъ выполняетъ *заводъ Н. Lang* по т. *M*, фиг. 21. Полуцилиндрической отсѣчной золотникъ, выполняемый *заводомъ Вольфа* по фиг. 13, менѣе удобенъ для ремонта, но зато компактнѣе и требуетъ меньшей ширины золотниковой коробки.

Распределение Полонсо съ двумя золотниками и плоскимъ регуляторомъ примѣняется довольно рѣдко, несмотря на свои удобства. Чаще примѣняютъ англійскіе заводы *кулиссеу* для отсѣчного золотника по т. *M*, фиг. 31, которая даетъ измѣненіе фиктивного эксцентриситета, сохраняя постояннымъ уголъ заклиниванія. Это распределение не имѣетъ никакихъ преимуществъ передъ распределеніемъ Ридера, но требуетъ болѣе сильнаго регулятора и имѣетъ непріятную для ремонта кулиссеу, излишніе шарниры и, вообще, болѣе сложный золотниковый приводъ. Поэтому нѣкоторые заводы перешли на распределение Ридера, другіе же, какъ: *Marshall & Sons*, *Clayton & Shuttleworth*, *Ransomes*, *Sims & Jefferies*, продолжаютъ его строить.

Распределение Ц. Н. Д локомотивей компаундъ всегда выполняется или простымъ золотникомъ, или чаще — золотникомъ Трика. При работѣ безъ конденсаціи здѣсь требуется незначительная величина сжатія, легко получаемая при отсѣчкахъ отъ 0,4 до 0,6. Иногда каналомъ Трика пользуются для перепуска расширеннаго пара на сторону сжатія для повышенія давленія сжатія при ра-

ботъ съ конденсаціей, какъ видно изъ т. 0, фиг. 3, 4 и 5. Перестановкой эксцентрика получается измѣненіе отсѣчки, что полезно дѣлать при значительныхъ измѣненіяхъ нагрузки или при выключеніи конденсаціи на долгій срокъ.

Поршневые золотники удачно примѣнены заводомъ *Вольфа* для всѣхъ локобилей съ перегрѣвомъ. Впускъ производится внутренними кромками, а внутренность золотника охлаждается отработаннымъ паромъ, который находится въ соприкосновеніи и съ сальникомъ золотниковой скалки. Отсѣчка автоматическая отъ плоскаго регулятора въ *Ц. В. Д.* или въ локобилѣ одноцилиндровомъ, и постоянная—въ *Ц. Н. Д.* При перегрѣтомъ парѣ среднія фиктивные скорости впуска въ 50—60 м/сек не даютъ замѣтнаго мятія пара отъ распредѣленія. Видъ индикаторныхъ діаграммъ локобиля компаундъ съ перегрѣвомъ, т. 0, фиг. 10—11, надо признать отличнымъ.

При высокихъ давленіяхъ, большихъ числахъ оборотовъ и перегрѣвѣ поршневые золотники надо признать наиболѣе целесообразнымъ распредѣлительнымъ органомъ. Они проще всѣхъ прочихъ органовъ, и въ то же время, на основаніи практики, напр. *Dingler'sche M-fabrik*, при рациональной конструкціи они въ теченіе долгаго времени не даютъ неплотностей.

Примѣненіе поршневыхъ золотниковъ было бы вполне целесообразно въ быстроходныхъ машинахъ локобилей самоходовъ.

Проектированіе распредѣленія всегда должно имѣть дѣло съ моментомъ отсѣчки, а не съ теоретическимъ концомъ впуска по діаграммѣ. Для простаго золотника это особенно важно, ибо проектированіе его для малыхъ наполненій по концу впуска по діаграммѣ несуразно увеличиваетъ эксцентриситетъ и размѣры золотника. Между тѣмъ конструкторы часто допускаютъ эту непростительную ошибку.

Конструкція золотниковаго привода и золотниковъ должна удовлетворять требованіемъ возможной простоты, солидности и удобства вывѣрки. Эксцентрики имѣютъ чугунные хомуты, большей частью безъ заливки бѣлымъ металломъ. Въ англійскихъ локобиляхъ нерѣдки бронзовые хомуты, въ сущности представляющіе излишнюю роскошь. Профиль—обычный, иногда встрѣчается профиль по дугѣ круга, по т. 0, фиг. 25, для обезпеченія эксцентрика отъ нагрѣванія при развѣркѣ коренного вала. Значительная развѣрка вала невозможна безъ болѣе опаснаго нагрѣванія мотылевой головки шатуна и коренныхъ подшипниковъ; поэтому подобная форма, плохо держащая смазку, едва ли имѣетъ за себя серьезныя основанія. Эксцентрикковыя

скалки закрѣпляются въ хомутъ рѣзьбой, клиномъ или замѣняющими его *конусными шпильками*, стальными, пригнанными подъ развертку по т. О, фиг. 23. Эта замѣна для небольшихъ усилій вполне цѣлесообразна.

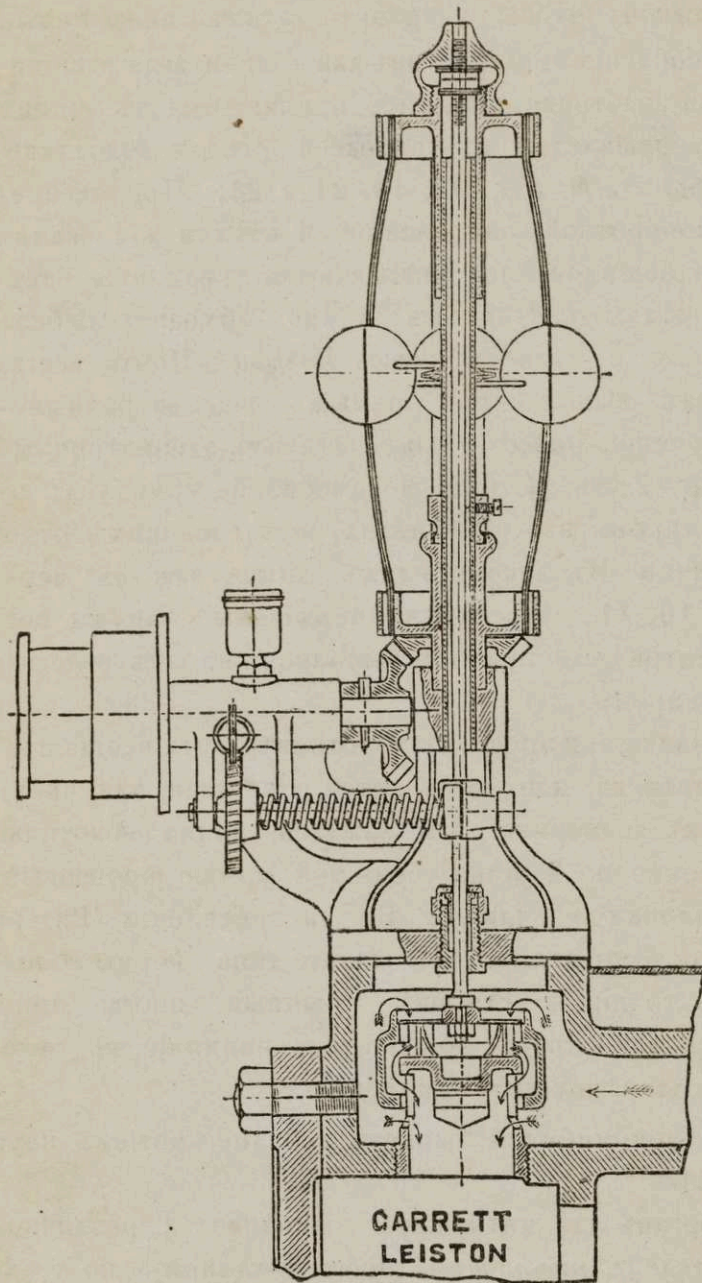
Шарниръ золотниковой и эксцентриковой скалокъ слѣдуетъ выполнять съ подтяжкой, чтобы устранить этимъ неизбѣжныя самодѣльныя приспособленія машинистовъ для компенсаціи изнашивания. Направляющая золотниковыхъ тягъ приливается къ стойкѣ регулятора или привертывается къ передней стѣнкѣ золотниковой коробки, подобно т. М, фиг. 13, 19, 21 и 26. При распределеніи Ридера на поворотной направляющей втулкѣ для скалки отсѣчнаго золотника обыкновенно указываются величины отсѣчекъ. При поршневыхъ золотникахъ можно обходиться безъ направляющихъ, какъ и дѣлаетъ заводъ *Вольфа*. Почти всегда золотниковый приводъ выполняется прямымъ; эксцентричный—представляетъ исключеніе. Заводъ *Вольфа* ставитъ эксцентричный приводъ по т. N, фиг. 2, въ *Ц.Н.Д.* локомотивей - компаундъ въ виду большихъ размѣровъ этого цилиндра, заставляющихъ относить золотниковое лицо. Въ локомотивахъ компаундъ съ перегрѣвомъ, т. N, фиг. 10, 11, эксцентрики помѣщены снаружи подшипниковъ, и эксцентричный приводъ выполненъ вполне надежно посредствомъ балансировъ.

Золотниковая скалка при простомъ золотникѣ почти всегда проходитъ насквозь золотника, или чрезъ литое отверстіе, или чрезъ углубленіе въ спинкѣ золотника. Съ каждаго конца золотника на скалкѣ—обыкновенно по 2 гайки, большей частью бронзовыя, служащія для установки ея длины. Въ распределеніи Ридера соединенія золотниковъ со скалками—обычнаго типа. Формы золотниковъ и пропорціи толщины стѣнокъ—обычныя, иногда лишь лицо золотника нѣсколько толще обычнаго во вниманіе къ тяжелымъ условіямъ ухода и ремонта локомотивей.

Регулированіе локомотивей бываетъ двоякое: мятіемъ пара и измѣненіемъ отсѣчки.

Регулирующій органъ для мятія пара выполняется различно. Довольно употребителенъ *поворотный дроссель-клапанъ*, по т. L, фиг. 15 и 17, приточенный къ отверстію. Ось вращенія слѣдуетъ сажать не центрально, а нѣсколько ближе къ краю, направленному противъ движенія пара, этимъ уравниваются неодинаковыя реакціи пара на части клапана, отклоненныя по движенію пара и противъ него. Въ закрытомъ положеніи щитокъ клапана долженъ составлять съ осью отверстія уголъ не больше 50—55°, чтобы устранить опасность защемленія его въ отверстіи.

Особенностями такого клапана являются: 1) малое плечо трения въ сальникѣ, ослабляющее нечувствительность регулятора при чрезмѣрной затяжкѣ сальника; 2) значительныя перемѣщенія клапана около положенія закрытія для измѣненія степени мятія пара, что ослабляетъ вліяніе развѣрки привода отъ регулятора



Фиг. 2663.

на измѣненіе степени мятія пара. Поэтому дроссель-клапанъ мало чувствителенъ къ ошибкамъ въ уходѣ, наиболѣе цѣлесообразенъ какъ регулирующий органъ для небольшихъ локомотивовъ съ плохимъ уходомъ. Другой типъ представляетъ двухпорный уравновѣшенный дроссель-вентиль по т. М, фиг. 20 и 26. Здѣсь приводъ отъ регулятора выполненъ столь же просто, помощью поворотнаго шпинделя. Перемѣщенія вентилей для данной степени мятія требуются меньшія, что даетъ болѣе чувствитель-

ность регулятора, но зато и увеличиваетъ вліяніе развѣрки привода. Этотъ типъ можно признать почти равноцѣннымъ предыдущему, но самый регулирующий органъ нѣсколько усложненнымъ. Иногда двухпорный дроссель-вентиль соединяется непосредственно

со шпинделемъ регулятора по **фиг. 2663**, какъ дѣлаеть заводъ R. Garrett & Sons при регуляторахъ Пикеринга. Здѣсь треніе въ сальникѣ полностью дѣйствуетъ на нечувствительность регулятора, которая можетъ очень увеличиться отъ чрезмѣрной затяжки сальника, почему этотъ типъ слѣдуетъ допускать для локомотивовъ, рассчитанныхъ на лучший уходъ. *Заводъ Венгерскихъ каз. ж. д.* выполняетъ своеобразный регулирующий органъ въ видѣ круглаго кольца, заключеннаго съ торцевъ между 2 такими же сѣдлами, внутренность которыхъ сообщается съ котломъ, а—наружная сторона стоитъ въ сообщеніи съ золотниковой коробкой. Поворотнымъ шпинделемъ, проходящимъ эксцентрично сквозь подвижное кольцо, регуляторъ сдвигаетъ его относительно сѣделя, давая для прохода пара 4 серповидныхъ отверстія. Этотъ органъ весьма чувствителенъ, компактенъ и простъ. Таковы различные типы органовъ, служащихъ для мятія.

Приводъ отъ регулятора выполняется весьма просто. Нѣкоторые заводы снабжаютъ приводъ установочнымъ приспособленіемъ позволяющимъ измѣнять крайнее положеніе регулятора при закрытомъ органѣ. При сильно статическомъ регуляторѣ этимъ измѣняется число оборотовъ машины. Однако, машинистъ, повышая число оборотовъ машины, можетъ поставить приводъ такъ, что въ крайнемъ верхнемъ положеніи регулятора регулирующий органъ не вполне закрытъ. Тогда машина „не слушается регулятора“, и ей можетъ грозить опасность разнosa, а машинистъ прибѣгаетъ для регулированія къ запорному органу. Поэтому иные избѣгаютъ установочнаго приспособленія на приводѣ. Вообще конструкція органовъ для регулированія мятіемъ имѣетъ преимущество простоты и меньшаго изнашиванія въ работѣ по сравненію съ органами для регулированія на отсѣчку. Поэтому въ случаяхъ непрерывныхъ и сильныхъ колебаній сопротивленія, какъ при работѣ на молотилку, регулированіе мятіемъ безусловно заслуживаетъ предпочтенія.

Регулированіе на отсѣчку при распредѣленіяхъ Ридера, Полпосо, простыхъ поршневыхъ золотникахъ и т. д. устраивается обычнымъ образомъ. При распредѣленіи Ридера для удобства устройства привода отъ регулятора послѣдній помѣщается обыкновенно съ противоположной золотниковой коробкѣ стороны цилиндра, подобно т. *М*, **фиг. 12 и 13**, хотя встрѣчается и иное размѣщеніе по т. *М*, **фиг. 21**.

Регуляторы локомотивовъ не представляютъ существенныхъ особенностей. Вѣсовые регуляторы, вообще, болѣе громоздкіе и обладающіе меньшей энергіей, менѣе употребительны, чѣмъ пружинные.

жинные, но имѣютъ передъ ними преимущество неизмѣнности качествъ, что существенно при плохомъ уходѣ. Въ англійскихъ локомотивахъ для работы на молотилку нерѣдко примѣняется еще регуляторъ Уатта по т. *М*, фиг. 26. Заводы R. Wolf и Garret & Smith примѣняютъ для распределенія Ридера вѣсовые регуляторы, составляющіе видоизмѣненіе регулятора Клея. Однако, именно при этомъ распределеніи, требующемъ значительной энергии регулятора, пружинные были бы цѣлесообразнѣе. Пружинные регуляторы болѣе употребительны. При регулированіи мятіемъ пара они получаются очень компактными. Подтяжкой пружины измѣняется число оборотовъ машины и степень неравномѣрности регулятора. Последнее заключаетъ нѣкоторую опасность, ибо съ повышеніемъ числа оборотовъ регуляторъ можетъ утратить устойчивость, сильно затрудняя этимъ машиниста. Нерѣдко для измѣненія числа оборотовъ служить добавочная пружина, видная на фиг. 2663, или грузъ по т. *М*, фиг. 12. Иногда число оборотовъ машины приходится мѣнять смѣной шкивовъ въ регуляторномъ приводѣ. Разные типы станинъ регуляторовъ видны на т. *М*, фиг. 12, 20, 21 и 26; вообще ихъ конструируютъ какъ можно проще и компактнѣе, пользуясь для этого иногда приливами къ выхлопной трубѣ. Приводъ къ регулятору обыкновенно ременный; однако, ремень страдаетъ отъ лучеиспусканія котла и можетъ скользить отъ маслянистой пыли, покрывающей его при работѣ на молотилку. Безусловно надежно выполняетъ регуляторный приводъ заводъ Вольфа, помощью зубчатыхъ шестеренъ и продольнаго валика непосредственно отъ коренного вала.

Плоскіе регуляторы строятся заводами R. Garret & Sons и заводомъ Вольфа для локомотивовъ съ перегрѣвомъ. Здѣсь основнымъ требованіемъ является простота и компактность конструкции. На т. *М*, фиг. 24 и 25, изображенъ весьма компактный регуляторъ Тернеръ-Гартнелль, выполняемый первымъ заводомъ.

Прочія части машины.

Движеніе локомотивной машины должно удовлетворять слѣдующимъ условіямъ: 1) простота и надежнѣсть конструкций, 2) простота ухода и ремонта, 3) приспособленность къ сильному нагрѣванію частей вслѣдствіе помѣщенія машины на котлѣ.

Поршни нормальнаго для локомотивовъ типа даны на фиг. 19 и 20, табл. *Л*, и на фиг. 16, табл. *М*. Они выполняются обычно дисковыми, съ ребрами и привертной крышкой. Въ малыхъ порш-

няхъ крышка привертывается гайкой поршневой скалки по фиг. 20, табл. L, въ большихъ—особыми крышечными шурупами. Набивочныхъ колецъ обыкновенно по два—чугунныхъ. На фиг. 19, табл. L, показана стальная распорная пружина, передающая давление своими концами и серединой—чрезъ валикъ *a*. На фиг. 16, табл. M, выполнено нажимное чугунное кольцо, усиленное еще изнутри стальной распорной пружиной. Иногда примѣняется только одно нажимное чугунное кольцо. Поршни этихъ типовъ отличаются нѣкоторой сложностью изготовленія, слабостью самоподдерживанія, благодаря узкимъ рабочимъ пояскамъ, и легкостью протоковъ пара на торцахъ колецъ. Преимущества этихъ поршней—легкость, достаточная плотность по окружности, простота разборки, удобство ремонта—пришабриваніемъ торцевъ и наклепываніемъ колецъ. Для локомотивовъ сельскохозяйственныхъ эти преимущества столь существенны, что ими перевѣшиваются недостатки. Для болѣе крупныхъ промышленныхъ локомотивовъ можно бы примѣнять и иныя конструкціи поршней, вопреки установившейся рутинѣ. Цѣлесообразны были бы *самоподдерживающіеся поршни*, съ давленіемъ отъ собственнаго вѣса на проекцію рабочихъ поясковъ около 0,20—0,25 kg/□ см. Тогда, при діаметрахъ въ 300—500 мм, полная ширина поясковъ получается отъ 70 до 120 мм, что удлиняетъ цилиндры не особенно существенно. Для крупныхъ промышленныхъ полулокомотивовъ, пользующихся хорошими условіями ухода и ремонта, можно ставить поршни *шведскаго типа*, вполне надежные при этихъ условіяхъ и весьма простые. Такіе поршни въ крупныхъ локомотивахъ исполняетъ заводъ Ланца. Для локомотивовъ съ перегрѣвомъ можно было бы ставить широкіе поршни съ кольцами у середины, чѣмъ обезпечивается болѣе низкая температура колецъ и облегчается смазка. Въ постоянныхъ машинахъ съ подобными широкими поршнями достигаютъ отличныхъ результатовъ при перегрѣвѣ; ихъ примѣняютъ, между прочимъ известные заводы: Dingersche Mf., Mf. Gritzner A. G. и т. д. Заводъ Вольфа примѣняетъ, однако, болѣе узкіе поршни шведскаго типа съ 3 самопружинащими набивочными кольцами для Ц. В. Д. и съ 2—для Ц. Н. Д. Вообще, конструкціи поршней локомотивовъ не представляютъ оригинальностей, а во многихъ изъ нихъ замѣтно прочное вліяніе рутины.

Поршневая скалка (штоки) въ локомотивахъ благодаря короткоходности машинъ получаются довольно легкими. Они могутъ считываться при степени надежности отъ 12 до 20, на полную длину $L = 2$ до 2,5 δ .

Въ одноцилиндровыхъ локомотивахъ отношеніе діаметра скалки

къ діаметру цилиндра $\frac{d}{D}$ отъ $\frac{1}{6}$ до $\frac{1}{7}$. Въ Ц. В. Д. локомотивей компаундъ $\frac{d}{D}$ отъ $\frac{1}{4,5}$ до $\frac{1}{5,5}$, а для Ц. Н. Д.— $\frac{d}{D}$ отъ $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{10}$. Въ машинахъ тандемъ скалки, конечно, толще, для Ц. В. Д. $\frac{d}{D}$ доходитъ до $\frac{1}{4}$. Скалки большей частью дѣлаются односторонними, съ закрѣпленіемъ поршня на концѣ. Сквозныя скалки дѣлаются лишь у болѣе крупныхъ локомотивей, особенно нѣмецкаго типа, но и то не всегда, какъ видно изъ разныхъ фигуръ табл. *Н*. Въ локомотивахъ съ перегрѣвомъ сквозныхъ скалокъ не дѣлаютъ, чтобы избѣжать лишнихъ сальниковъ. Закрѣпленіе поршня на скалкѣ обычное — отлогимъ конусомъ и гайкой. Иногда въ машинахъ тандемъ задній поршень крѣпится клиномъ, какъ дѣлаетъ заводъ Венгерскихъ казенныхъ ж. д. Матеріаломъ служить сталь средней твердости.

Ползуны бываютъ двухъ типовъ: для круглыхъ и для четырехлинейчатыхъ направляющихъ. Первые выполняются по нормалямъ постоянныхъ машинъ изъ стального или чугунаго литья, обыкновенно съ надѣвными чугунными башмаками. Вторые выполняются изъ вилки (траверсы) чугунаго или стального литья, стального болта и возможно легкихъ, часто ребристыхъ, чугунныхъ башмаковъ. Въ обоихъ типахъ обращается особое вниманіе на компактность и солидность конструкціи, однако, не въ ущербъ ея легкости. Первый типъ для обработки и сборки выгоднѣе второго. Закрѣпленіе поршневой скалки въ ползунѣ чаще всего — нормальное клиновое, изрѣдка — на рѣзбѣ съ контръ-гайкой. Последнее удобнѣе для разборки въ рукахъ неопытнаго машиниста, но требуетъ стального литья для тѣла ползуна или вилки. Напряженіе изнашивания въ башмакахъ обычно берется до 2 kg/cm^2 и даже менѣе, что не представляетъ никакихъ затрудненій въ виду небольшихъ размѣровъ машинъ и длинныхъ шатуновъ. Пониженіе напряженій изнашивания полезно въ виду нагрѣванія направляющихъ отъ котла.

Шатуны локомотивныхъ машинъ вслѣдствіе ихъ короткоходности дѣлаются довольно длинными, съ отношеніемъ $\frac{L}{R}$ отъ 6 до 7. Тѣло рассчитывается со степенями надежности отъ 20 до 30. Форма тѣла — съ утоненіями къ обоимъ концамъ, или же чисто коническая, съ утоненіемъ только къ крейцкопфной головкѣ; послѣднее нѣсколько тяжеле, но проще и конструктивнѣе. Типы головокъ немногочисленны. Мотылевая головка всегда открытая, или паро-

ходного типа, или со скобой на клиньяхъ, либо на призонныхъ болтахъ. Крейцкопная головка или закрытая, или со скобой на клиньяхъ, либо на призонныхъ болтахъ. Пароходной головкѣ надо отдать рѣшительное предпочтеніе предъ головками со скобой по простотѣ и точности сборки и по удобству правильной подтяжки. Пароходная головка и головка со скобой на призонныхъ болтахъ даютъ возможность *предварительной затяжки соединенія* безъ зажима вкладышей и обезпечиваютъ этимъ безударную работу. Головка со скобой на призонныхъ болтахъ страдаетъ отъ неумѣлой разборки и нѣсколько сложна въ выполненіи. Мотылевая головка со скобой на клиньяхъ, не давая возможности предварительной затяжки, не отличаясь точностью сборки и дешевизной, представляетъ рѣшительно устарѣлый типъ. Этотъ типъ, при современной кузнечной и механической техникѣ, не имѣетъ за себя никакихъ данныхъ и смѣло могъ бы быть вычеркнутъ изъ употребительныхъ конструкцій. При ползунѣ съ круглыми направляющими для крейцкопной головки цѣлесообразенъ закрытый типъ. При ползунѣ для линейчатыхъ направляющихъ необходимъ открытый типъ или закрытый, но съ особымъ вырѣзомъ для возможности выниманія вкладышей безъ разборки ползуна. Напряженія матеріала во всѣхъ частяхъ головокъ берутся нормальными или—чаще—пониженными, чтобы приспособить детали къ неумѣлому уходу. Вкладыши обѣихъ головокъ дѣлаются всегда бронзовыми, иногда съ заливкой бѣлымъ металломъ—для мотылевой. Напряжение на изнашивание для крейцкопного вкладыша берется обычнымъ. Надежность на нагреваніе мотылеваго вкладыша берется повышенной. Въ известной формулѣ $w = \frac{P \cdot n}{l}$, гдѣ P —среднее за ходъ давленіе на шейку, n —число оборотовъ въ 1', а l —длина шейки въ см, коэффициентъ w получается отъ 15000 до 25000 и рѣдко выше, вмѣсто нормальной величины 37500. Повышеніе надежности на нагреваніе въ локомотивахъ необходимо, ибо, находясь надъ горячимъ котломъ, части и безъ вліянія тренія имѣютъ температуру на 40—60° С выше окружающей среды. Матеріалъ шатуна—сталь средней твердости или литое желѣзо.

Смазка движущихся частей выполняется возможно проще. Для направляющихъ и головокъ шатуна обыкновенно примѣняются фитилевыя масленки съ крышками, большей частью привертныя, бронзовыя, иногда отлитыя—для направляющихъ. Для крейцкопной головки можно ставить и неподвижныя масленки со слизывателемъ. Для мотылевой головки можно примѣнять масленки съ качающимся поршенькомъ. При устройствѣ смазки нужно имѣть

въ виду ея доступность для осмотра и приспособленность къ работѣ въ пыльной атмосферѣ—для перевозныхъ локомотивовъ. Въ крупныхъ локомотивахъ нерѣдко примѣняется центробѣжная смазка мотылевыхъ шеекъ.

Валы и маховики представляютъ въ локомотивахъ весьма легкія и конструктивныя детали по сравненію съ постоянными горизонтальными кривошипными машинами.

Однокопѣчатые валы одноцилиндровыхъ локомотивовъ бываютъ *гнутые* и *вырѣзные*. Первые дешевле и проще, вторые дороже, но компактнѣе. Почти во всѣхъ локомотивахъ англійскаго типа дѣлаются гнутые валы, лишь заводъ Венгерскихъ казенныхъ ж. д. дѣлаетъ во всѣхъ локомотивахъ валы вырѣзными. Плечо копѣча въ локомотивахъ англійскаго типа располагается обыкновенно вплотную къ правому подшипнику, а маховикъ на вылетѣ—очень близко къ лѣвому, для уменьшенія изгибающихъ моментовъ и размѣровъ вала. Сложное напряженіе матеріала на изгибъ и крученіе допускается въ предѣлахъ отъ 800 до 1000 $\text{kg}/\square \text{cm}$, т.е. значительно выше обычнаго. Тѣмъ не менѣе случаи поломокъ локомотивныхъ копѣчатыхъ валовъ весьма рѣдки. Объясняется это подборомъ матеріала лучшаго качества—стали средней твердости съ коэф. крѣпости 5500—6500 $\text{kg}/\square \text{cm}$, тщательностью изготовления и небольшими размѣрами валовъ, ослабляющими вѣроятности пороковъ и внутреннихъ напряженій. Гнутые валы выполняются изъ полосъ на 10—20 mm больше діаметромъ, чѣмъ валъ въ обточкѣ. Плечи копѣчъ оставляются вчернѣ. Иногда для компактности плечи копѣчъ проковкой нѣсколько утоняются въ направленіи оси вала, и сѣченія ихъ получаются тогда овальными. Большихъ закругленій въ копѣчахъ избѣгаютъ, также въ видахъ ихъ компактности. Фиг. 14, табл. L, даетъ чертежъ нормальнаго гнутаго вала. Въ локомотивахъ тапдэмъ валы дѣлаются значительно солиднѣе, при чемъ центръ копѣча располагается на оси котла.

Двухкопѣчатые валы выполняются на трехъ опорахъ, съ помещеніемъ средняго подшипника между 2 копѣчами. Междукривошипный уголъ почти всеми заводами берется въ 90° , какъ въ двухцилиндровыхъ локомотивахъ однократнаго расширенія, такъ и въ локомотивахъ компаундъ. Однако, заводъ Вольча дѣлаетъ междукривошипный уголъ въ локомотивахъ компаундъ въ 180° , выполняя кривошипы *противоположными* по фиг. 11, табл. M. Цѣлью такого расположенія служить уравниваніе силъ инерціи передаточнаго механизма, чѣмъ ослабляется дрожаніе локомотива. Весьма существенно при тѣсныхъ расположеніяхъ, повышенныхъ числахъ оборотовъ и давленіяхъ въ котлѣ и уменьшеніе давленія

на средній подшипникъ, находящійся въ самыхъ невыгодныхъ условіяхъ относительно нагрѣванія. Эти существенныя конструктивныя преимущества достигаются за счетъ извѣстнаго ущерба для равномерности вращающаго момента. Противоположное расположеніе кривошиповъ въ локомотивахъ компаундъ нужно признать вполне цѣлесообразнымъ изъ конструктивныхъ соображеній. Въ мелкомъ масштабѣ, но съ размѣрами, данъ чертежъ двухколѣнчатого вала на фиг. 3, табл. L. Тамъ же, а также на фиг. 2, 5, 11 и 13, табл. M, дано расположеніе подшипниковъ, эксцентриковъ и регуляторовъ или привода къ нимъ, маховиковъ и заплечиковъ вала. Эти фигуры показываютъ, что въ локомотивахъ двухцилиндровыхъ разстояніе между крайними подшипниками получается изъ соображеній необходимости размѣщенія всѣхъ частей на валу. Это размѣщеніе должно быть возможно компактнымъ, но не въ ущербъ доступности частей, распредѣленію изгибающихъ моментовъ на валу и давленій на отдѣльные подшипники. Сложное напряженіе матеріала на изгибъ и крученіе въ двухколѣнчатыхъ валахъ допускается гораздо меньшее, чѣмъ въ одноколѣнчатыхъ валахъ одноцилиндровыхъ локомотивовъ. Въ расчетѣ на максимальныя движущія давленія на поршни можно считать это напряженіе отъ 400 до 600 kg/cm² и очень рѣдко болѣе. Это пониженіе напряженій вполне цѣлесообразно, въ виду статической неопредѣленности двухколѣнчатого вала на трехъ опорахъ и возможнаго въ иныхъ случаяхъ нѣкотораго смѣщенія средняго подшипника, а также въ виду значительныхъ колебаній движущихъ давленій на поршни машины компаундъ при измѣненіяхъ мощности.

Таковы общія соображенія, руководящія конструктора при проектированіи колѣнчатыхъ валовъ локомотивовъ. По своей ответственности эта деталь требуетъ самаго тщательнаго конструирования, подбора соотвѣтственнаго матеріала высокаго качества и внимательности къ отковкѣ, а особенно къ выгибу колѣнъ. При неувѣренности конструктора въ качествѣ матеріала и работы отнюдь не слѣдуетъ брать высшихъ предѣловъ допускаемыхъ напряженій, а благоразумнѣе останавливаться на низшихъ, поступаясь нѣсколько компактностью и стоимостью валовъ.

Маховики локомотивовъ служатъ одновременно и для уравниванія хода и для передачи работы въ качествѣ шкивовъ. Въ сельскохозяйственныхъ и вообще некрупныхъ локомотивахъ степень неравномерности δ_0 бываетъ отъ 3,5 до 2,5%. Въ крупныхъ полулокомотивахъ берутъ степень неравномерности менѣе, а въ локомотивахъ для электрическихъ станцій нерѣдко ставятся спеціальныя маховики, большаго діаметра и вѣса, или увеличивается ихъ

число до двухъ. Въ небольшихъ локомотивахъ однократнаго расширения англійскаго типа почти всегда выполняется одинъ маховикъ—на лѣвомъ концѣ вала, а на свободномъ правомъ концѣ прострогивается шпоночная канавка на случай помѣщенія на немъ шкива. При этомъ расположеніи маховика выгоды распределенія давленія на подшипники: правый болѣе нагруженъ отъ давленія пара, а лѣвый—отъ вѣса маховика и натяженія ремня, затѣмъ облегчается доступъ къ машинѣ, которая сдвинута на правую сторону котла, и къ питательному насосу. Въ болѣе крупныхъ двухцилиндровыхъ локомотивахъ однократнаго расширения и въ локомотивахъ компаундъ ставится иногда и по 2 маховика. Въ полулокомотивахъ нѣмецкаго типа почти всегда ставится по 2 маховика, съ обоихъ концовъ вала, при чемъ доступъ къ частямъ машины облегчается соотвѣтственнымъ устройствомъ платформъ. Въ быстроходныхъ локомотивахъ съ перегрѣвомъ—тапдэмъ и малыхъ одноцилиндровыхъ—заводъ Вольфа ставитъ по одному маховику, чѣмъ облегчается доступность машины.

Конструкція маховиковъ выполняется возможно простой. Маховики отливаются цѣльными, и только въ очень большихъ полулокомотивахъ они дѣлаются свертными изъ 2 половинъ. Ободъ въ небольшихъ локомотивахъ имѣетъ форму шкива, съ толщиной отъ 30 до 50 mm, съ рифтомъ или безъ него, какъ видно на фиг. 14, табл. L, и фиг. 4, 19, 23, 24, 25, 26 и 28, табл. M. Форма обода съ большимъ рифтомъ прямоугольнаго сѣченія, по фиг. 2, 3, 11 и 13, табл. M. примѣняемая заводомъ Вольфа, весьма удачна въ смыслѣ уменьшенія толстыхъ мѣстъ литья при значительномъ вѣсѣ маховика. Ширина обода берется соотвѣтственно потребной ширинѣ ремня. Спираль почти всегда дѣлается 6—овальнаго сѣченія, прямыхъ. Въ очень крупныхъ полулокомотивахъ иногда дѣлается 8 спираль, двутаврового сѣченія съ закругленными спинками. На ободѣ крупныхъ маховиковъ отливаются зубья для поворотнаго приспособленія по фиг. 2, табл. M. Втулки дѣлаются обыкновенно довольно длинными. Торцы вала и головки шпонокъ въ полулокомотивахъ нѣмецкаго типа часто закрываются *чехлами* по фиг. 3, 11, 13 и 16, табл. M, что вполне цѣлесообразно. При желаніи для крупныхъ полулокомотивовъ заводы выполняютъ и канатные маховики. Поворотныя приспособленія выполняются обыкновенно рычажными двойнаго дѣйствія, при чемъ приводной рычагъ имѣетъ опору или на котлѣ, или на полу. Въ послѣднемъ случаѣ вводится еще передаточный шатунъ къ оси собачекъ, помѣщаемой внизу маховика.

Окружная скорость маховиковъ сельскохозяйственныхъ локомотивовъ колеблется обыкновенно въ предѣлахъ отъ 10 до 11 m/sec,

изъ соображеній, связанныхъ съ передачей къ молотилкѣ. Соотвѣтственно этому опредѣляется діаметръ маховика, въ зависимости отъ числа оборотовъ. Въ болѣе крупныхъ локомотивахъ окружные скорости берутся выше. Въ полулокомотивахъ нѣмецкаго типа скорости возрастаютъ съ размѣромъ машины, обыкновенно между предѣлами 10 и 16 м/сек. Въ полулокомотивахъ съ перегрѣвомъ завода Вольфа скорости еще выше, соотвѣтственно значительному увеличенію числа оборотовъ, измѣняясь въ предѣлахъ отъ 14 до 23 м/сек. Нельзя не признать такое повышеніе окружныхъ скоростей весьма выгоднымъ и для уменьшенія вѣса маховика и для удешевленія и улучшенія ременной передачи. Но нужно достигать этого повышеніемъ числа оборотовъ машины, а не особымъ увеличеніемъ діаметра маховика. Последнее было бы весьма не конструктивно, нарушая общія пропорціи машины и весьма стѣсняя доступность движущихся частей и размѣщеніе платформъ. Направленіе вращенія въ сельскохозяйственныхъ локомотивахъ всегда бываетъ *лѣвымъ*, съ давленіемъ на верхнюю направляющую, соотвѣтственно потребному направленію вращенія барабана молотилки. Въ промышленныхъ локомотивахъ употребительно обычное *правое* направленіе вращенія.

Станины въ качествѣ цѣлаго въ локомотивныхъ машинахъ обыкновенно отсутствуютъ, и связью частей служитъ отчасти котель. Роль общей станины исполняютъ слѣдующія части: направляющія съ опорными ножками, сѣдла или копылы коренныхъ подшипниковъ, коренные подшипники, иногда еще связныя штанги между подшипниками и цилиндромъ. Эти части представляются весьма характерными для локомотивныхъ машинъ и требуютъ къ себѣ особаго вниманія конструктора.

Направляющія бываютъ круглыя и четырехлинейчатыя. Отвѣчающія всѣмъ требованіямъ простоты и точности выполненія, а также и условіямъ сборки нормальныя для постоянныхъ машинъ круглыя направляющія завоевываютъ себѣ мѣсто и въ локомотивахъ. Четырехлинейчатыя направляющія предъ круглыми не имѣютъ существенныхъ преимуществъ. Онѣ даютъ болѣе простую для неумѣлаго машиниста конструкцію ползуна и больше удобства для наблюденія работы движущихся частей, дѣлаютъ болѣе доступнымъ сальникъ цилиндра, что особенно замѣтно въ небольшихъ локомотивахъ. Нѣкоторой выгодой ихъ является нѣсколько меньшее загрязненіе пылью рабочихъ поверхностей, что представляетъ небольшую выгоду при лѣвомъ направленіи вращенія. Теперь нѣкоторые заводы даютъ по желанію тотъ или другой типъ направляющихъ, другіе заводы при разработкѣ новыхъ моделей пере-

ходятъ на круглыя, какъ заводъ Вольфа, который въ новѣйшихъ локомотивахъ съ перегрѣвомъ дѣлаетъ круглыя, а въ болѣе старыхъ типахъ—четырехлинейчатые направляющіе.

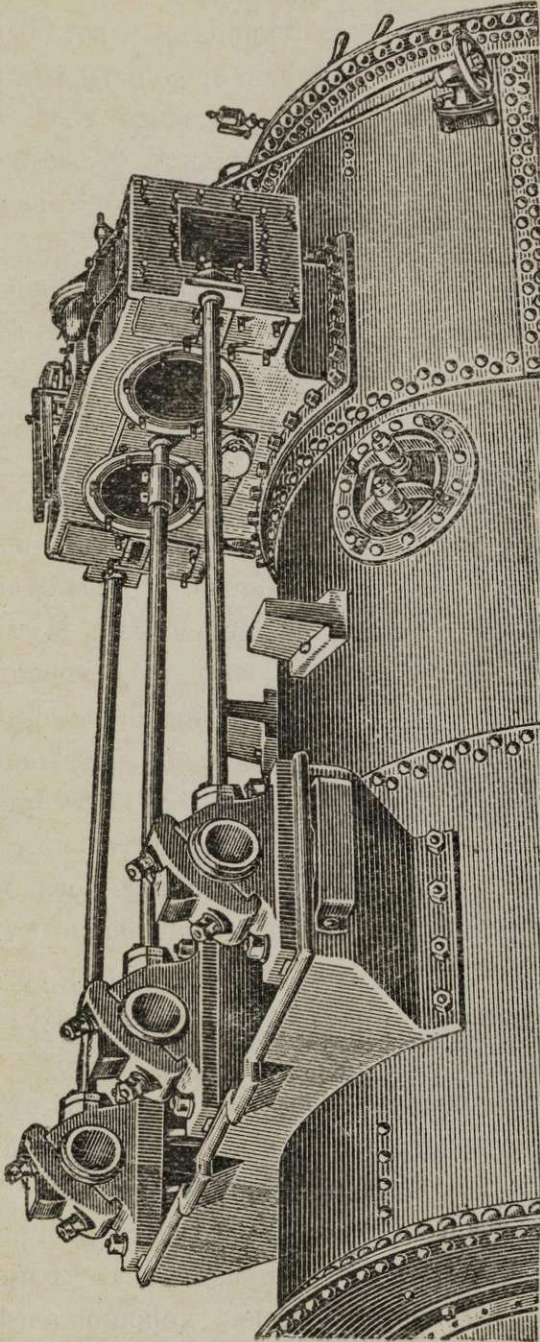
Круглыя направляющіе отливаются почти всегда въ одно цѣлое съ передней крышкой цилиндра, представляя собой трубку съ боковыми вырѣзами. Спереди къ направляющимъ приливается короткая ножка или прямоугольный фланецъ, привертывающійся къ стойкѣ, приклепанной къ котлу. Привертка должна давать свободу продольныхъ перемѣщеній, необходимую въ виду удлиненія котла при нагреваніи. Укороченіе ножки направляющихъ уменьшаетъ для направляющихъ плечо сгибающей пары отъ силъ тренія въ стыкѣ ножки и стойки. Формы направляющихъ видны отчасти на фиг. 12, 13, 18 и 23, табл. *N*.

Четырехлинейчатые направляющіе состоятъ изъ 4 чугуновыхъ линеекъ прямоугольнаго сѣченія, при чемъ у нижнихъ обыкновенно имѣются продольные бортики для удержанія масла, видные на фиг. 2, табл. *N*; для растеканія смазки иногда дѣлаются зигзагообразныя канавки на рабочихъ поверхностяхъ направляющихъ. Линейки привертываются сверху и снизу къ призматическимъ ушамъ, прилитымъ, съ одной стороны, къ передней крышкѣ цилиндра, а съ другой—къ чугунной дужкѣ, пропускающей шатунъ и приклепанной къ котлу. Разныя формы направляющихъ и дужекъ можно видѣть изъ фиг. 1 и 13, табл. *L*, и фиг. 1, 2, 4, 5, 10, 11, 16, 21, 25 и 26, табл. *M*. Передняя свертка должна давать перемѣщаемость концовъ. Стойка должна быть рассчитана на нагрузку направляющихъ и должна быть достаточно солидной въ продольномъ направленіи для сопротивленія тренію въ сверткѣ при удлиненіи котла. Линейки слѣдуетъ рассчитывать на изгибъ съ напряженіемъ не болѣе 100 kg/□ cm, или лучше провѣрять на деформацію, которая не должна превышать 0,2—0,3 mm. Форма линеекъ должна быть возможно проще для облегченія обстрожки или фрезовки, которая часто дѣлается кругомъ.

Сѣдла или копылы коренныхъ подшипниковъ воспринимаютъ отъ нихъ всѣ усилія и передаютъ ихъ полностью барабану котла или помощью связанныхъ штангъ отчасти уравниваютъ внутри машины. Они должны удовлетворять требованіямъ: 1) прочности относительно воспринимаемыхъ значительныхъ усилій; 2) уменьшенія добавочныхъ напряженій и мѣстныхъ деформацій барабана котла; 3) удобства вывѣрки подшипниковъ при сборкѣ; 4) возможно малыхъ собственныхъ деформацій отъ усилій и отъ нагреванія; 5) наименьшихъ стоимости и вѣса.

Конструкціи этихъ частей весьма разнообразны.

Чугунныя сѣдла коробчатой формы по фиг. 30, табл. М, завода Вольфа, или по фиг. 2664, завода Ланца, представляютъ наиболѣе солидную конструкцію, лучше прочихъ отвѣчающую (1)–(3) требованіямъ, но зато отличающуюся наибольшимъ вѣсомъ. Соблю-

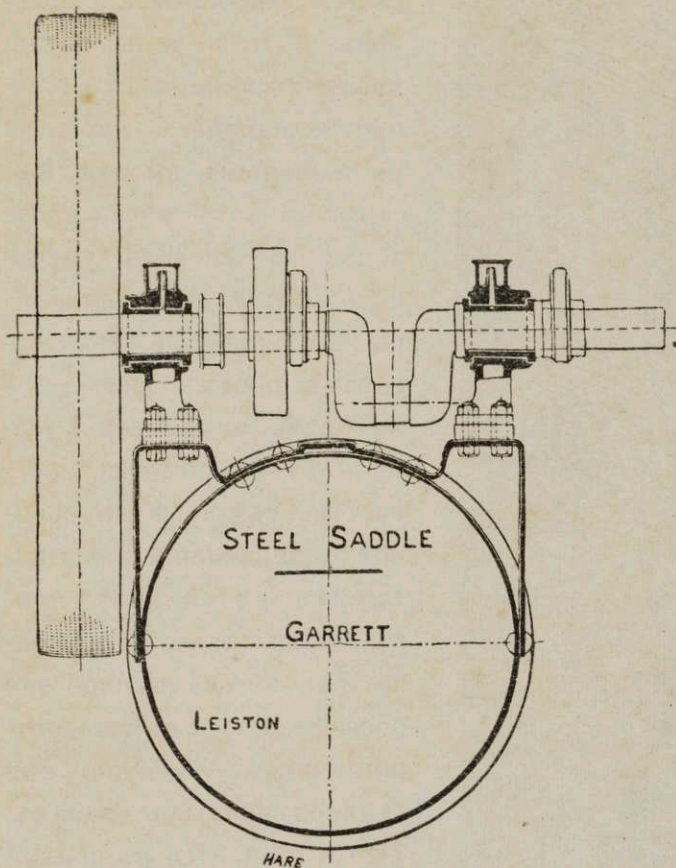


Фиг. 2664.

Штампованныя сѣдла на фиг. 2665 весьма хорошо удовлетворяютъ всѣмъ требованіямъ, кромѣ (4), такъ какъ деформируются вмѣстѣ съ котломъ отъ нагрѣванія. Матеріаломъ служитъ литое желѣзо, толщиной отъ 12 до 20 мм. Къ котлу сѣдло приклепывается, чѣмъ избѣ-

деніе условія (2) достигается развитіемъ размѣровъ сѣдла по длинѣ котла, увеличивающимъ плечо сопротивляющейся пары, и уменьшеніемъ высоты конструкции—отъ мѣста приклейки до оси вала, уменьшающимъ дѣйствующія пары. Уменьшеніе дѣйствія вертикальных силъ (отъ маховика и уклоненій шатуновъ) достигается жесткостью сѣдла въ поперечномъ направленіи и раздвижаніемъ въ ширину приклепныхъ лапъ. Требованіе (4), весьма важное для обезпеченія работы подшипниковъ, особенно при двухколѣнчатыхъ валахъ, удовлетворяется въ полной мѣрѣ, чего не даетъ ни одна изъ послѣдующихъ конструкцій. Такое сѣдло служитъ одновременно и корытомъ для сбора масла, что облегчаетъ содержаніе обшивки котла въ чистотѣ. Конструкція Вольфа отличается особой солидностью, которая въ этомъ случаѣ необходима въ силу отсутствія связныхъ штангъ.

гаются болты и возможность ихъ пропариванія. Жесткость сѣдла въ продольномъ направленіи весьма велика, но въ поперечномъ—гораздо менѣе, чѣмъ у чугунаго, что не особенно существенно при одноколѣнчатомъ валѣ, но весьма не выгодно при двухколѣнчатомъ. Приклепка краевъ сѣдла на діаметральныхъ образующихъ устраняетъ



Фиг. 2665.

наиболѣе вредныя для прочности котла нормальныя къ поверхности слагающія силъ и оставляетъ лишь тангенціальныя. Въсѣ конструкции сведены къ минимуму. Монтаж подшипниковъ довольно простъ, но требуетъ специальной вывѣрки помощью обработки перпендикулярныхъ платиковъ на основаніяхъ подшипниковъ. Довольно существенная выгода конструкции сравнительно съ предыдущей—ослабленіе нагреванія подшипниковъ отъ кот-

ла. Такія сѣдла выполняютъ заводы R. Garret & Sons и Венгерскихъ каз. ж. д.

Чугунныя копылы выполняются большей частью отдѣльно отъ подшипниковъ. Весьма солидная конструкция ихъ, принадлежащая заводу Н. Lanz, дана на фиг. 13, 14, 25 и 26, табл. L. Копыла опирается на барабанъ котла бортами съ трехъ сторонъ и повернута къ нему 4 болтами съ притертыми конусами подъ головками. Требования (3) и (5) удовлетворяются весьма хорошо, а (4) слабо, ибо благодаря деформациямъ стѣнки котла въ мѣстахъ укрѣпленій копылъ послѣднія взаимно развѣряются. Несмотря на солидность этой конструкции, требования (1) и (2) удовлетворяются слабѣе, чѣмъ при сѣдлахъ, но при достаточномъ вниманіи конструктора къ расчету тѣла копылы и ея скрѣпленія съ котломъ конструкция можетъ считаться удовлетворительной и въ этихъ отношеніяхъ.

Такова же конструкция завода Brown & May. Нѣсколько слабѣе конструкции копылъ заводовъ Clayton & Shuttleworth и Черноморскаго. Наконецъ, конструкция завода Robey & Co, въ которомъ копыла отлита въ одно цѣлое съ подшипникомъ, совершенно не удовлетворяетъ требованію (3) и весьма неудобна для обработки, почему и можетъ быть оцѣнена только отрицательно.

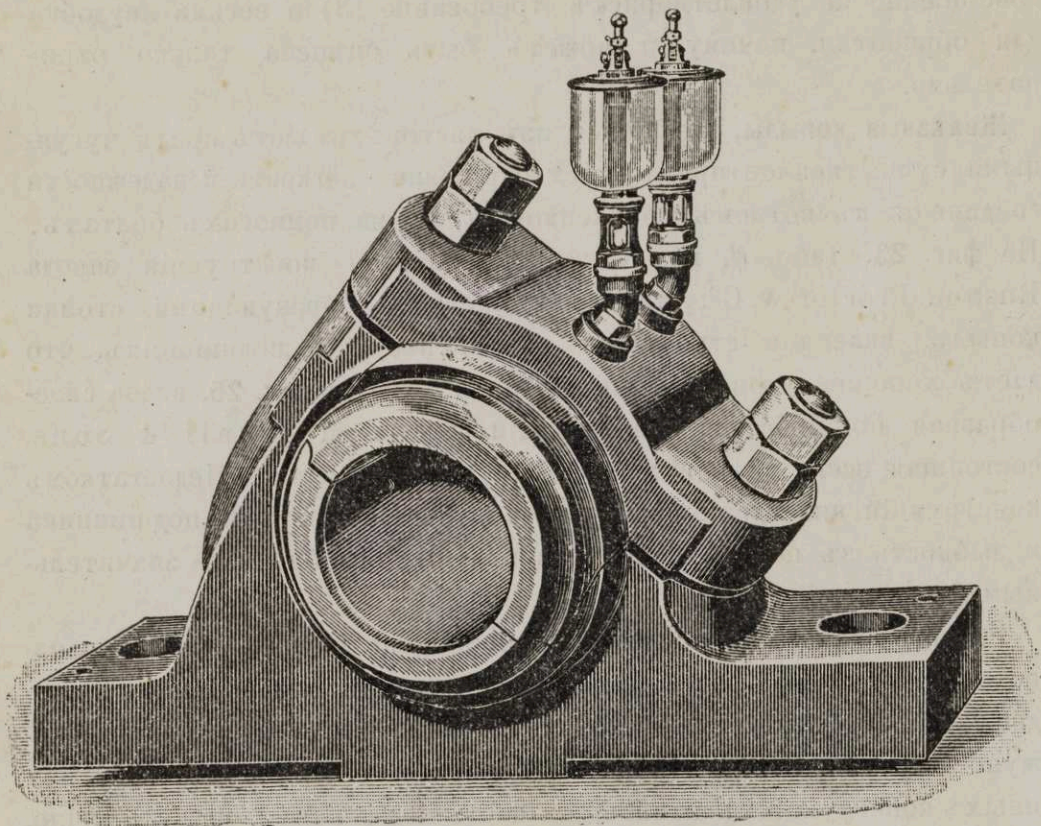
Желѣзные копылы, клепанные изъ листовъ, имѣютъ предъ чугунами существенное преимущество большей легкости и надежности соединенія къ котломъ приклепкой, а не на немногихъ болтахъ. На **фиг. 23**, табл. *N*, видна весьма солидная конструкция завода Ruston, Proctor & Co, гдѣ между листами, образующими стойки копылъ, вклепана строганная плита, несущая подшипникъ, что даетъ хорошее удовлетвореніе условія (3). На **фиг. 25**, видна своеобразная по простотѣ конструкции завода Marshall & Sons, состоящая всего изъ двухъ почти прямыхъ листовъ. Недостаткомъ конструкции является нѣкоторое затрудненіе вывѣрки подшипника и зыбкость въ поперечномъ направленіи, ослабляемая значительнымъ утолщеніемъ листовъ.

Расчетъ сѣделъ или копылъ, вообще, не можетъ быть произведенъ точно. На нихъ дѣйствуютъ реакціи подшипниковъ отъ движущаго усилія, вѣса маховика и натяженія ремня. Часть движущаго усилія иногда уравнивается связной штангой; при иныхъ конструкціяхъ штангъ эта часть можетъ быть оцѣнена точно, а при другихъ нѣтъ; иногда реакція штангъ можетъ быть значительно больше движущаго усилія. Эти усилія даютъ въ мѣстахъ укрѣпленія къ котлу силы и пары. Для удовлетворенія требованія (2) весьма полезно, чтобы главнѣйшія усилія передавались барабану котла тангенциально, а не нормально къ поверхности. Укрѣпляющіе болты или заклепки должны быть рассчитаны на треніе подъ дѣйствіемъ вышеуказанныхъ силъ и паръ, при чемъ для надежности коэффициентъ тренія не слѣдуетъ брать выше 0,2—0,25. Вслѣдствіе выгиба копылъ наружу вертикальныя силы даютъ пары въ поперечной плоскости котла, которымъ хорошо сопротивляются чугунныя сѣдла и значительно слабѣе—прочія конструкции. Горизонтальныя силы даютъ пары въ продольной плоскости котла, изгибающія сѣдла и копылы, и дающія сдвигъ въ мѣстахъ укрѣпленія. Тѣло копылъ и сѣделъ можетъ быть рассчитано съ грубымъ приближеніемъ, беря для чугунныхъ напряженія не болѣе 100 kg/cm², а для листовыхъ—не болѣе 200 kg/cm².

Коренные подшипники локомотивовъ должны удовлетворять требованіямъ: 1) простоты конструкции; 2) солидности конструкции;

3) правильности подтяжки вкладышей; 4) особой надежности на нагревание и изнашивание частей.

Косые подшипники по фиг. 2666 лучше прочихъ удовлетворяютъ требованію (1). Они являются излюбленной конструкціей для ло-



Фиг. 2666.

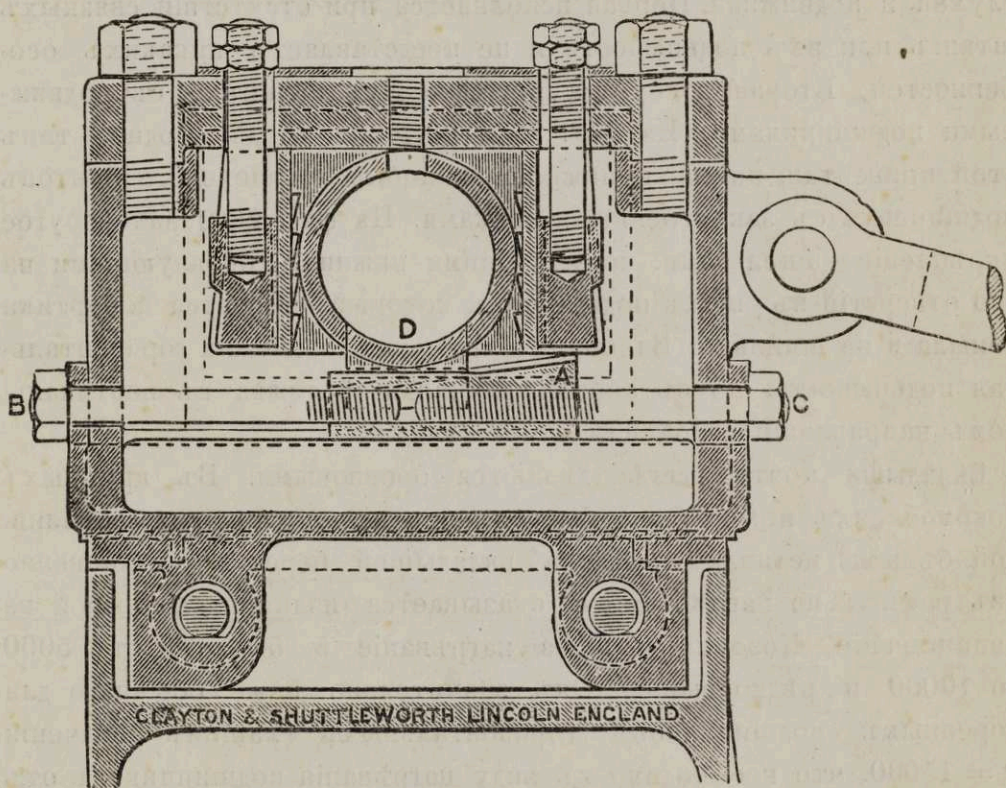
комобилей нѣмецкаго типа. Въ этихъ локомотивахъ они почти всегда располагаются по фиг. 2664, т.-е. крышкой отъ цилиндровъ. При этомъ отъ износа длина станины укорачивается, а при употребительныхъ конструкціяхъ шатуновъ длина движущихся частей также укорачивается. Крышка и тѣло подшипника должны быть рассчитаны съ напряженіями не выше $100 \text{ kg}/\square \text{ cm}$. Высота подшипника должна браться возможно меньше, за счетъ повышенія копылъ, для уменьшенія сгибающей пары въ свертокъ подшипника съ копылой.

Въ локомотивахъ нѣмецкаго типа, съ симметричнымъ расположеніемъ колѣнъ и маховиковъ относительно подшипниковъ, износъ вкладышей приходится равномернo на оба крайніе подшипника, и валъ не развѣрнется относительно оси. Разрѣзъ вкладышей подъ угломъ въ 45° къ горизонтали почти перпендикуляренъ къ направлению главнаго износа вкладышей. Износъ идетъ подъ вліяніемъ переменныхъ, почти горизонтальныхъ движущихъ усилій

и постоянныхъ вертикальныхъ давленій отъ маховиковъ и падаетъ главнымъ образомъ на вкладышъ тѣла, а не крышки. Условіе (3), несмотря на простоту конструкціи, удовлетворяется вполне достаточно.

Въ небольшихъ локомотивахъ англійскаго типа косые подшипники дѣлаютъ заводы R. Garret & Sons, Венгерскихъ каз. ж. д., Brown & May, Черноморскій и др. Здѣсь правильно крышку подшипника обращать къ цилиндру. Тогда усиленный вслѣдствіе близости колѣна износъ вкладыша праваго подшипника въ направленіи наружу соответствуетъ такому же усиленному износу вкладыша лѣваго подшипника отъ натяженія ремня, и валъ не развѣрнется относительно оси машины. Однако, при этомъ износъ удлиняетъ станину, обратно измѣненію въ движущихся частяхъ, что должно компенсироваться подкладками или запасомъ во вредныхъ пространствахъ. Такъ дѣлаютъ 2 первые завода. Остальные располагаютъ подшипники крышкой отъ цилиндра, что даетъ перекосъ праваго конца вала въ направленіи къ цилиндру.

Прямые подшипники представляютъ болѣе сложную конструкцію съ различными расположеніями и подтяжками вкладышей. На



Фиг. 2667.

фиг. 25 и 26, табл. I, дана конструкція завода H. Lanz подшипника съ 4 вкладышами и винтовой подтяжкой наружнаго бокового вкладыша. Условіе (3) удовлетворяется хорошо. Аналогична и

сѣлидная конструкція завода Ruston, Proctor & Co. На фиг. 2667 дана весьма сложная конструкція лѣваго подшипника завода Clayton & Shuttleworth. Онъ имѣетъ 3 вкладыша, съ независимой подтяжкой каждаго изъ нихъ. У праваго подшипника — 2 вкладыша съ вертикальными разрѣзами. Условіе (3) удовлетворяется, но обиліе устанавливаемыхъ частей требуетъ внимательнаго ухода, а при неумѣломъ — только вредно. Конструкція отнюдь не заслуживаетъ подражанія. Гораздо правильнѣе дѣлать одну подтяжку, какъ въ косыхъ подшипникахъ, обезпечивая незначительность общаго износа увеличеніемъ длины вкладышей. Нѣкоторые заводы, какъ Marshall & Sons, Ransomes, Sims & Jefferies дѣлаютъ по 2 простыхъ вкладыша съ вертикальнымъ разрѣзомъ у праваго и горизонтальнымъ у лѣваго подшипника. Конструкція отличается простотой, но условіе (3) удовлетворяется не совершенно, и замѣна такого подшипника косымъ была бы совершенно цѣлесообразна. Напряженіе матеріала надо брать какъ въ косыхъ подшипникахъ. Крышки получаютъ здѣсь тоньше, зато щеки подшипниковъ подвергаются бѣльшимъ изгибающимъ моментамъ.

Привертка подшипника къ сѣдлу или копылѣ бываетъ двоякая: глухая и подвижная. Первая исполняется при отсутствіи связныхъ штангъ, или ихъ подвижности и не представляетъ никакихъ особенностей. Вторая требуется при связныхъ штангахъ съ подвижными подшипниками. На фиг. 25 и 26, табл. L, данъ одинъ типъ этой привертки, помощью нижнихъ концовъ крышечныхъ болтовъ подшипника съ законтренными гайками. На фиг. 2667 дано другое укрѣпленіе — шпильками, нажимающими нижними образующими на дно отверстій въ ушахъ подшипника, который опирается на бортики копыла и на шпильки. Въ обоихъ случаяхъ возможна горизонтальная подвижность, но въ обоихъ случаяхъ затяжка въ вертикальномъ направленіи слаба или отсутствуетъ.

Вкладыши почти всегда дѣлаются бронзовыми. Въ крупныхъ локомотивахъ можно было бы замѣнить ихъ чугунами съ заливкой бѣлымъ металломъ. Длина вкладышей берется обыкновенно изъ расчета на нагрѣваніе и оказывается излишне надежной на изнашивание. Коэффициентъ на нагрѣваніе и бываетъ отъ 5000 до 10000 и рѣдко выше. Онъ значительно ниже обычнаго для коренныхъ подшипниковъ горизонтальныхъ машинъ значенія $n = 15000$, что необходимо въ виду нагрѣванія подшипниковъ отъ котла на 50—70° С. Въ полулокомотивахъ Вольфа, на примѣръ, коренные подшипники обыкновенно работаютъ при температурѣ до 100° С и выше. Тѣмъ не менѣе, при надлежащей смазкѣ работа совершенно надежна.

Смазка подшипниковъ устраивается большей частью **фитиловыми масленками**, привертными или прилитыми къ крышкѣ. Иногда въ полулокомобиляхъ примѣняются **капельныя масленки**, которыя удобно ставить на перилахъ передняго огражденія. Эти стеклянныя масленки позволяютъ наблюдать уровень масла и интенсивность смазки, а помѣщеніе на перилахъ облегчаетъ подливаніе масла. Вообще, съ повышеніемъ числа оборотовъ смазкѣ слѣдовало бы удѣлять больше вниманія, чѣмъ удѣляется теперь.

Связныя штанги составляютъ характерную деталь локомотивной машины, восполняющую отчасти отсутствіе полной станины.

Назначеніе штангъ—передача къ цилиндру реакціи на подшипники отъ движущаго усилія, чѣмъ производится разгрузка котла. Связныя штанги должны удовлетворять слѣдующимъ условіямъ: 1) надежности передачи усилія; 2) свободы теплого удлиненія котла; 3) незначительности внутреннихъ напряженій въ соединеніи; 4) простоты конструкціи и ея дешевизны. Температура стѣнокъ котла въ работѣ повышается на $120-150^{\circ}\text{C}$, тогда какъ для движущихся частей это повышение—всего отъ 40 до 60°C . На каждый метръ длины котла получается относительное удлиненіе около 1 mm , что даетъ полное относительное удлиненіе отъ $1,6\text{ mm}$ въ малыхъ до 3 mm въ крупныхъ локомотивахъ. Въ присутствіи штангъ это удлиненіе должно компенсироваться свободнымъ перемѣщеніемъ подшипниковъ по копыламъ или соотвѣтственнымъ же удлиненіемъ штангъ. По отношенію къ характеру связи различаютъ: 1) отсутствіе штангъ; 2) неподвижныя штанги при перемѣщаемыхъ подшипникахъ; 3) удлиняемыя штанги при неподвижныхъ подшипникахъ.

Отсутствіе штангъ заставляетъ реакціи на подшипники передаваться непосредственно барабану котла, въ видѣ силъ и паръ, вызывающихъ мѣстныя и общія деформаціи барабана котла. Эти деформаціи, благодаря перемѣнамъ въ ихъ направленіяхъ, повторяющимся съ каждымъ ходомъ, могутъ при слабости листовъ и клепки барабана разстроить заклепочные швы, что и наблюдается иногда въ неудачныхъ конструкціяхъ. Поэтому при отсутствіи штангъ должно быть обращено особое вниманіе на солидность конструкціи копытъ или сѣдла и правильное укрѣпленіе ихъ къ котлу. Увеличеніе діаметра барабана котла, сопровождаемое и увеличеніемъ толщины листовъ, весьма значительно увеличиваетъ сопротивляемость котла и позволяетъ обходиться безъ штангъ. На этихъ основаніяхъ заводъ Вольфа ни въ одной изъ своихъ конструкцій не ставитъ связныхъ штангъ, примѣняя очень солидныя сѣдла и имѣя дѣло съ котлами большого діаметра, на высокія

давленія, изъ сравнительно толстыхъ листовъ. Иное дѣло — котлы англійскаго типа. Лишь немногіе заводы, какъ Marshall & Sons, Венгерскихъ казенныхъ ж. д. и др., обходятся безъ штангъ. Большинство же заводовъ ставятъ связныя штанги той или иной конструкціи.

Неподвижныя штанги укрѣпляются однимъ концомъ къ цилиндру или кожуховому листу котла, а другимъ — къ подшипникамъ, которые при этомъ должны свободно перемѣщаться по копыламъ. Первые концы укрѣпляются на гайкахъ въ уши, прилитыя къ цилиндрамъ или привернутыя къ котлу, по **фиг. 28**, табл. *Н*. Вторые концы обыкновенно впускаются на рѣзбѣ въ тѣло подшипника. Штанги дѣлаются стальными точеными. Вліяніе тренія въ сверткѣ подшипника съ копылой невелико при правильной конструкціи этой свертки. **Фиг. 2664**, **фиг. 17, 18, 19, 21 и 28**, табл. *Н*, даютъ расположеніе и мѣста укрѣпленія неподвижныхъ штангъ при разныхъ типахъ локомотивовъ.

Удлиняемыя штанги выполняются различно. На **фиг. 16**, табл. *Н*, видна *фрикціонная связная штанга* завода Garret & Smith. Ея передній конецъ — у цилиндра, зажатъ въ разрывную обойму, прилитую къ цилиндру по всей его длинѣ. При извѣстной опытности завода это соединеніе можно монтировать такъ, чтобы треніе въ немъ было значительно болѣе передаваемого усилія, но въ то же время безопасно для штанги и котла. Тогда при разогрѣваніи котла штанга вылѣзаетъ немного изъ гнѣзда, получая нѣкоторую предварительную натяжку, а при остываніи — входитъ въ него, подвергаясь продольному сжатію. Едва ли за этой конструкціей можно признать преимущество предъ неподвижными штангами, которыя лучше отвѣчаютъ всѣмъ условіямъ (1) — (4). **Фиг. 23**, табл. *М*, и **фиг. 23**, табл. *Н*, даютъ *расширяющуюся связную штангу* завода Ruston, Proctor & Co, внутренность которой трубкой *Е* и бобышкой *В* цилиндра сообщается съ паровымъ пространствомъ котла. Для защиты отъ охлажденія штанга обита полированнымъ чехломъ. Условія (1) — (3) выполнены весьма хорошо, но при всѣмъ остроуміи конструкціи едва ли ей можно отдать предпочтеніе передъ неподвижными штангами въ силу ея сложности и возможныхъ неплотностей соединеній. Наконецъ, на **фиг. 26**, табл. *Н*, штанга должна монтироваться на нагрѣтомъ отчасти котлѣ. Въ работѣ она еще вытягивается, а при остываніи котла сжимается. Эта конструкція при своей простотѣ грубо нарушаетъ условія (2) и (3) и не можетъ быть рекомендована.

Расчетъ штангъ и ихъ укрѣпленій долженъ обратить на себя особое вниманіе конструктора, потому что неправильности кон-

струкцій могутъ вызвать температурныя деформаціи и напряженія въ 4—6 разъ болѣе противъ расчетныхъ. Для рѣзбы штангъ можно брать напряженіе отъ 400 до 600 kg/□ см, а для продольнаго изгиба тѣла степень надежности—отъ 3 до 4. Не слѣдуетъ дѣлать штанги особенно толстыми, чтобы не было опасности чрезмерныхъ напряженій всѣхъ частей машины при неправильной сборкѣ. Расчетнымъ усиліемъ является реакція движущаго давленія на подшипникъ.

Установка золотниковъ и поршней въ локомобильныхъ машинахъ съ неподвижными связными штангами и съ неизмѣняемымъ разстояніемъ между цилиндромъ и валомъ производится обычнымъ порядкомъ. Въ машинахъ безъ штангъ или съ удлиняемыми штангами при установкѣ золотниковъ и поршней въ холодномъ состояніи надо принять во вниманіе относительное удлиненіе котла. На задней сторонѣ высота вреднаго пространства должна быть уменьшена, а внѣшнее перекрытіе золотника увеличено на величину относительнаго удлиненія котла, примѣрно по 1 mm на 1 m. длины машины. На передней сторонѣ должно быть обратное измѣненіе. Въ работѣ, при нагрѣваніи котла перекрытіе золотника и высоты вреднаго пространства тогда уравниваются.

Платформы и огражденія составляютъ довольно отвѣтственную часть локомобильной машины; отъ цѣлесообразнаго выполненія въ значительной степени зависятъ удобство и безопасность ухода.

Небольшіе локомобили размѣрами до 15 — 20 HP_e обыкновенно лишены платформъ и огражденій механизма. Въ англійскомъ типѣ для осмотра механизма машинистъ встаетъ на втулки или спицы колесъ, на крышку питательнаго обрѣза, иногда на клапанную коробку насоса. Огражденіемъ механизма съ боку служитъ обычно правая связная штанга. Маховикъ не имѣетъ никакихъ огражденій. Особыхъ неудобствъ такое отсутствіе огражденій и платформъ не составляетъ въ виду малыхъ размѣровъ машины и легкости доступа ко всѣмъ ея частямъ съ боковъ котла. Нѣкоторые заводы—Ruston, Proctor & Co, R. Garret & Sons—устраиваютъ лѣсенку съ правой стороны котла и въ небольшихъ локомобиляхъ, какъ видно изъ фиг. 2635 и фиг. 23, табл. IV. Вторая конструкція при своей простотѣ является совершенно цѣлесообразной и заслуживала бы распространенія.

Крупные локомобили имѣютъ болѣе или менѣе солидныя огражденія частей. Для осмотра цилиндровъ и движенія устраиваются большей частью 2 боковыхъ платформы съ лѣсенками. Въ

локомотивахъ нѣмецкаго типа вслѣдствіе бóльшаго діаметра котла середина машины плохо доступна съ боковъ; устраивается еще поперечная платформа у колѣнчатого вала съ лѣсенкой отъ дымовой коробки.

Перила платформъ служатъ и огражденіемъ движущихся частей. Разные типы платформъ и огражденій видны на фиг. 1, 2, 3, 10, 11, 12, 13, 17, 18 и 24, табл. *М*. Иногда колѣна ограждаются особыми щитками, какъ видно на фиг. 3, 12, 14 и 15. Щитки уменьшаютъ разбрызгиваніе масла и хорошо закрываютъ колѣна и головки шатуновъ; особенно цѣлесообразны они въ быстроходныхъ локомотивахъ съ перегрѣвомъ.

Конструкція платформъ и огражденій отличается особой простотой. Платформы дѣлаются изъ рифленого желѣза на рамкѣ изъ угольниковъ и укрѣпляются къ котлу клепанными кронштейнами. Перила дѣлаются изъ газовыхъ трубъ, діам. $\frac{3}{4}$ ", собранныхъ на фасонныхъ частяхъ, въ нѣкоторыхъ мѣстахъ просто гнутыхъ. Поверхность трубъ обрабатывается на наждачныхъ кругахъ. Къ платформѣ стойки перилъ укрѣпляются газовыми фланцами. Лѣсенки дѣлаются изъ плоскаго желѣза со ступеньками изъ круглаго, изъ плоскаго или изъ углового рифленого желѣза. Хорошіе образцы солидныхъ и вполне удобныхъ огражденій и платформъ даны на фиг. 1, 2, 3, 10, 11, 12, 13 и 17.

Въ солидныхъ установкахъ полулокомотивей маховики и ременная передача получаютъ дополнительное огражденіе на газовыхъ трубахъ, которое выполняется по общимъ правиламъ.

Сборники масла весьма важны для содержанія котла въ чистотѣ и экономіи въ расходѣ масла. Вслѣдствіе сильнаго нагрѣванія движущихся частей отъ котла масло теряетъ вязкость и быстро просачивается сквозь смазываемыя части, что сильно увеличиваетъ его расходъ при условіи надежности смазки. Сборники изъ жести устраиваются подъ направляющими въ локомотивахъ нѣмецкаго типа, какъ видно изъ фиг. 3, табл. *М*. Изъ коренныхъ подшипниковъ, шатуновъ и эксцентриковъ масло стекаетъ во внутренность чугуннаго сѣдла, представляющаго хорошій сборникъ для масла. Съ наружныхъ сторонъ подшипниковъ привертываются или приливаются иногда также сборники. Сборникъ надѣвается и на вертикальную эксцентриковую тягу воздушнаго насоса. Заводъ Вольфа обращаетъ особое вниманіе на эти детали, чѣмъ обезпечивается экономичность расходованія масла при очень щедрой смазкѣ всѣхъ движущихся частей. Собранное масло фильтруется и идетъ вновь въ употребленіе, чѣмъ въ 3—5 разъ уменьшается расходъ масла. На эти малозамѣтные детали конструкторамъ слѣдовало бы удѣ-

лять гораздо больше вниманія, чѣмъ это дѣлаетъ теперь большинство заводовъ. Отъ цѣлесообразнаго устройства маслосборниковъ не только получается экономія въ расходѣ масла, но и очень облегчается уходъ, ибо не приходится жалѣть смазки; локомобиль при этомъ гораздо легче содержать въ чистотѣ и исправности.

Конденсація пара требуетъ присоединенія холодильника и воздушнаго насоса и примѣняется почти исключительно въ полулокомобиляхъ двойного расширенія.

Холодильники располагаются непосредственно у цилиндра, какъ видно на **фиг. 1**, табл. **N**, и всегда снабжаются *переводнымъ вентилемъ* для возможности выпуска пара на волю. При устройствѣ поверхностнаго подогревателя холодильникъ располагается за нимъ, какъ видно изъ **фиг. 3**, табл. **N**. Весьма компактна констукція **фиг. 24**, табл. **N**, гдѣ холодильникомъ представляется наклонная труба, ведущая въ воздушный насосъ. Столь же компактно выполняетъ холодильникъ фирма R. Garret & Sons, помѣщая его рядомъ съ воздушнымъ насосомъ, въ видѣ вертикальной цилиндрической камеры небольшой высоты. Однако, при малыхъ объемахъ холодильниковъ нужно особенно осторожно начинать впускъ охлаждающей воды, если она всасывается съ незначительной высоты, чтобы избѣжать опасности заполнения холодильника водой и ея выбрасыванія въ цилиндръ. Выгодно поэтому холодильникъ располагать возможно ниже относительно цилиндра и не слишкомъ уменьшать его объемъ. Впрыскивательный водяной кранъ долженъ быть помѣщенъ на видномъ мѣстѣ.

Воздушные насосы выполняются различно. Наиболѣе употребительны вертикальные насосы простого дѣйствія по **фиг. 1**, **3** и **24**, табл. **N**, которые всегда могутъ быть выполнены достаточно компактными. Приводъ получается отъ эксцентрика, сидящаго между подшипникомъ и маховикомъ. Въ виду большого эксцентриситета и діаметра эксцентрика, его тяга подвергается значительному изгибу вслѣдствіе тренія въ хомутѣ. Поэтому заводъ Вольфа совершенно цѣлесообразно укрѣпляетъ эту тягу подкосами, какъ видно изъ **фиг. 1**, табл. **N**. Рядомъ съ насосомъ ставится сливной коробчатый бакъ для горячей воды, видный на **фиг. 1** и **3**, табл. **N**. Заводъ „Badenia“ дѣлаетъ обыкновенные горизонтальные воздушные насосы двойного дѣйствія, ставя ихъ на отдѣльный фундаментъ, какъ видно изъ **фиг. 18**, табл. **N**. Это устройство менѣе конструктивно и имѣетъ предъ предыдущимъ лишь преимущество нѣсколько большей доступности, вслѣдствіе выноса насоса изъ подъ маховика.

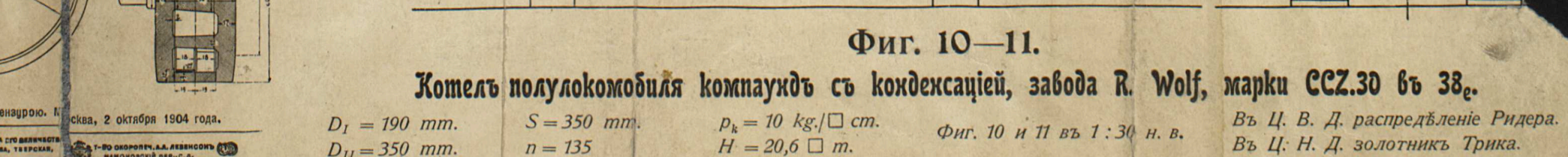
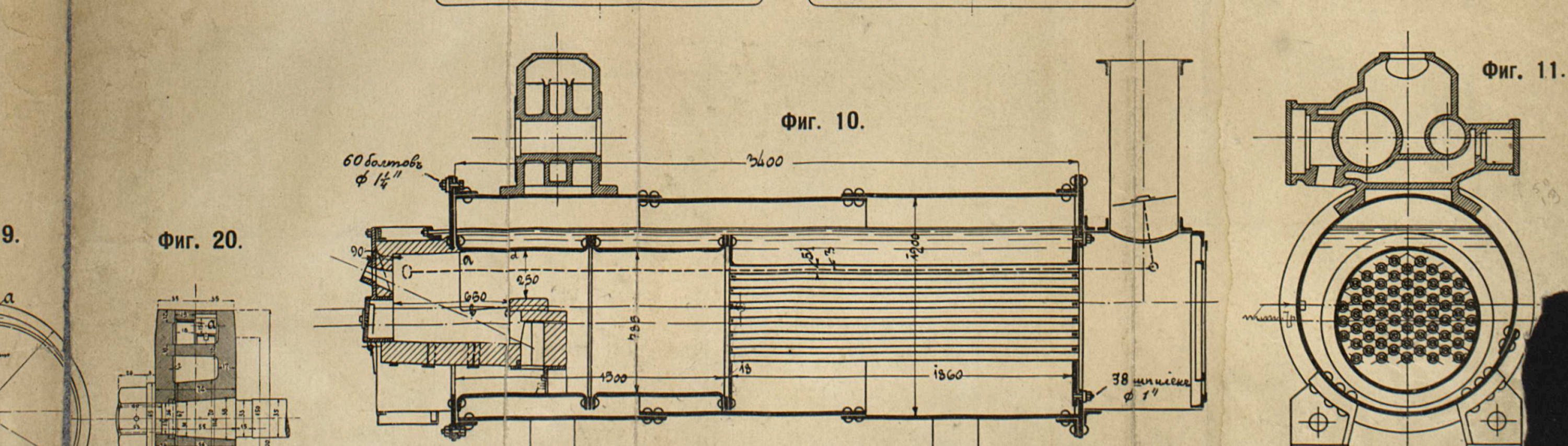
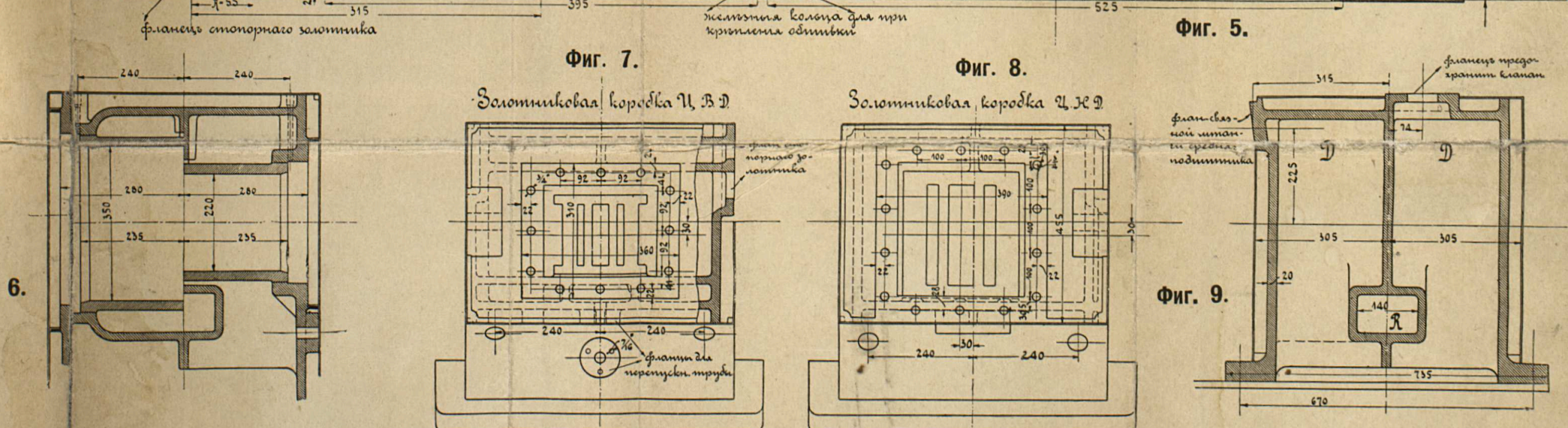
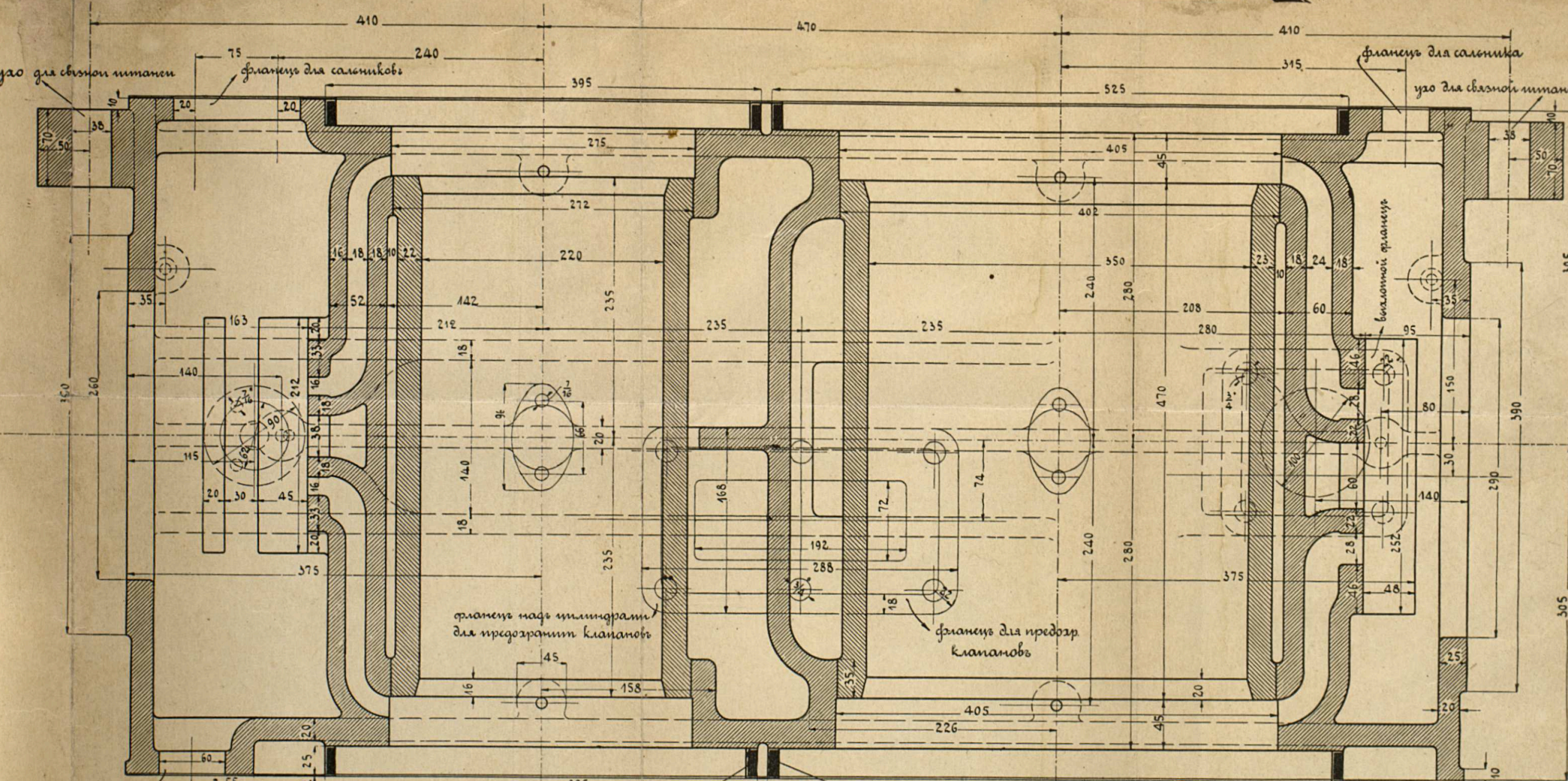
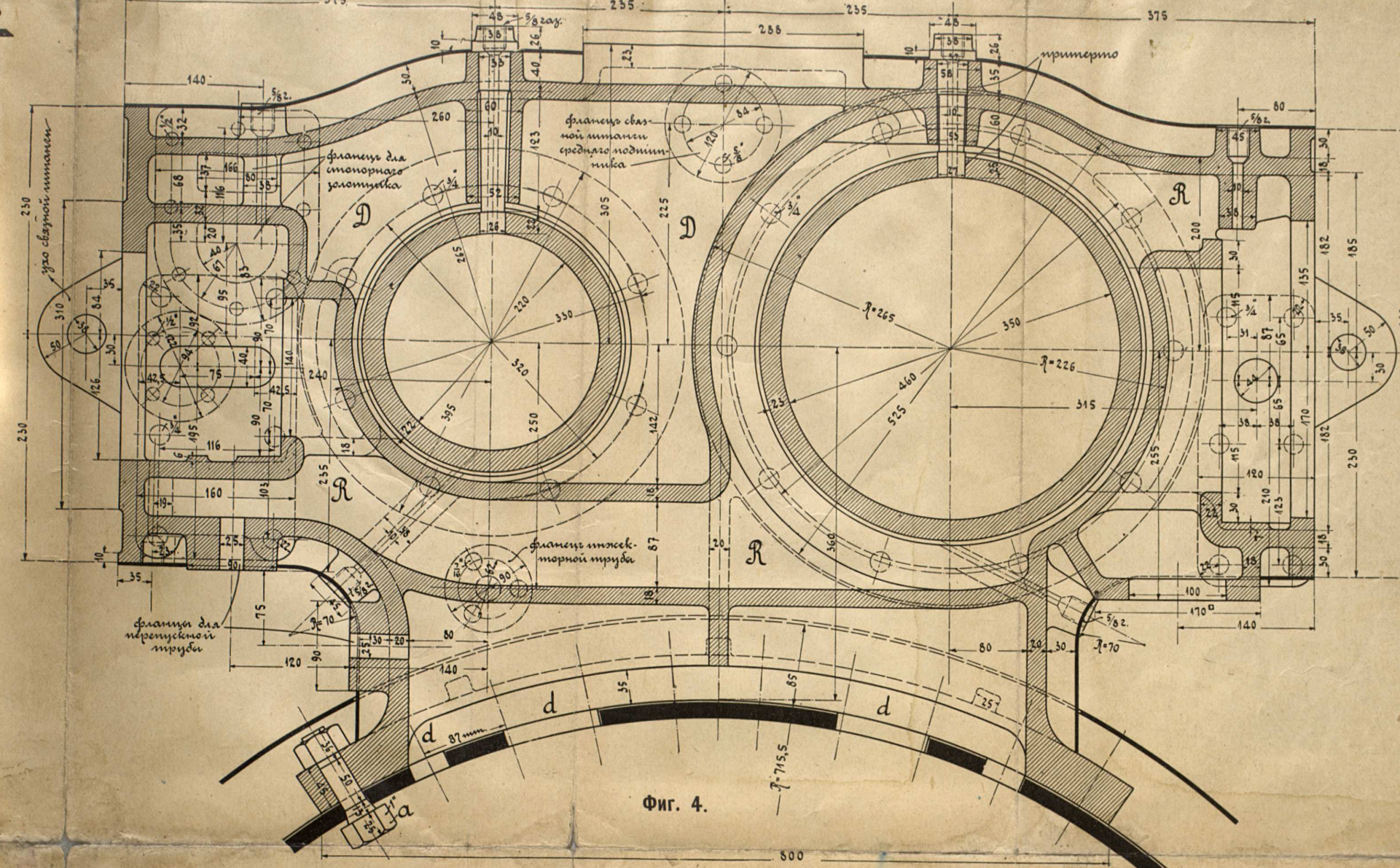
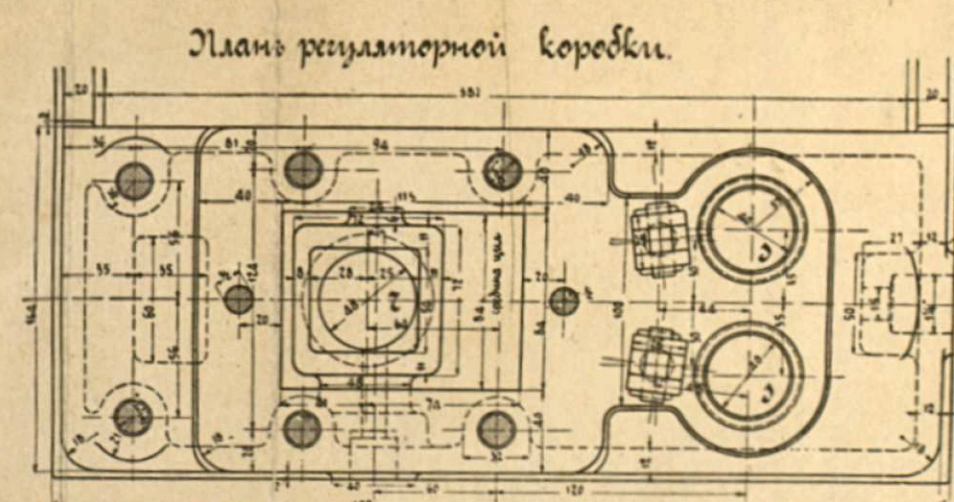
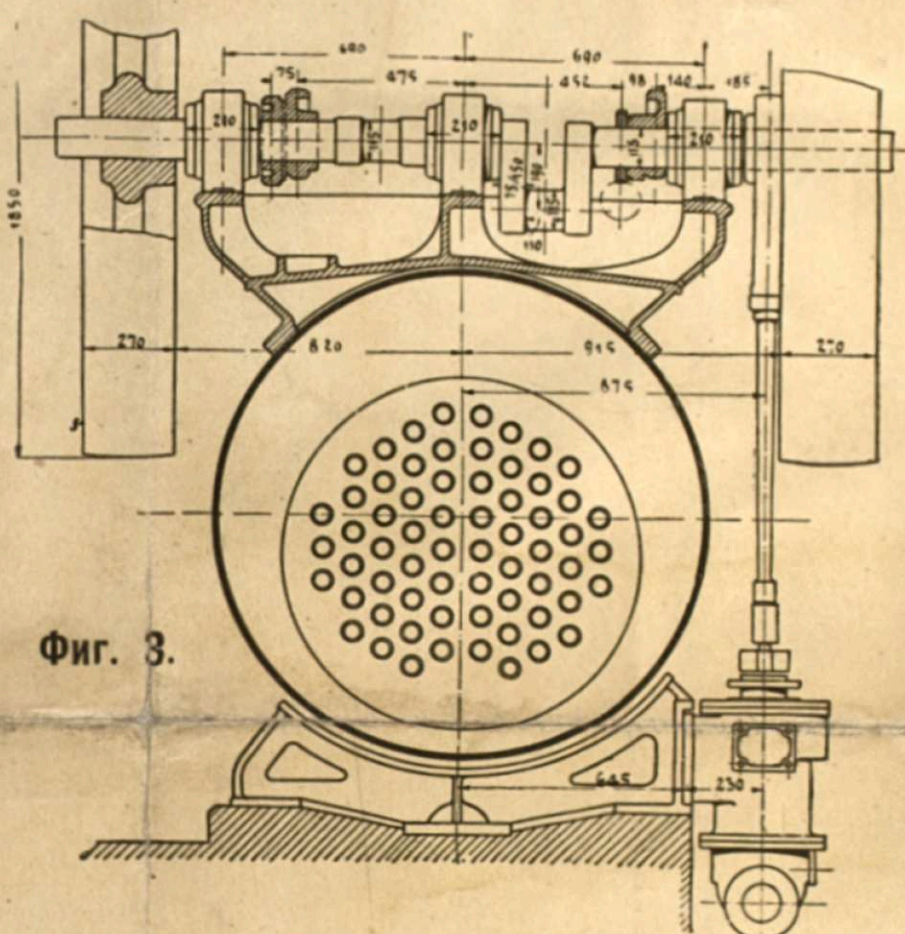
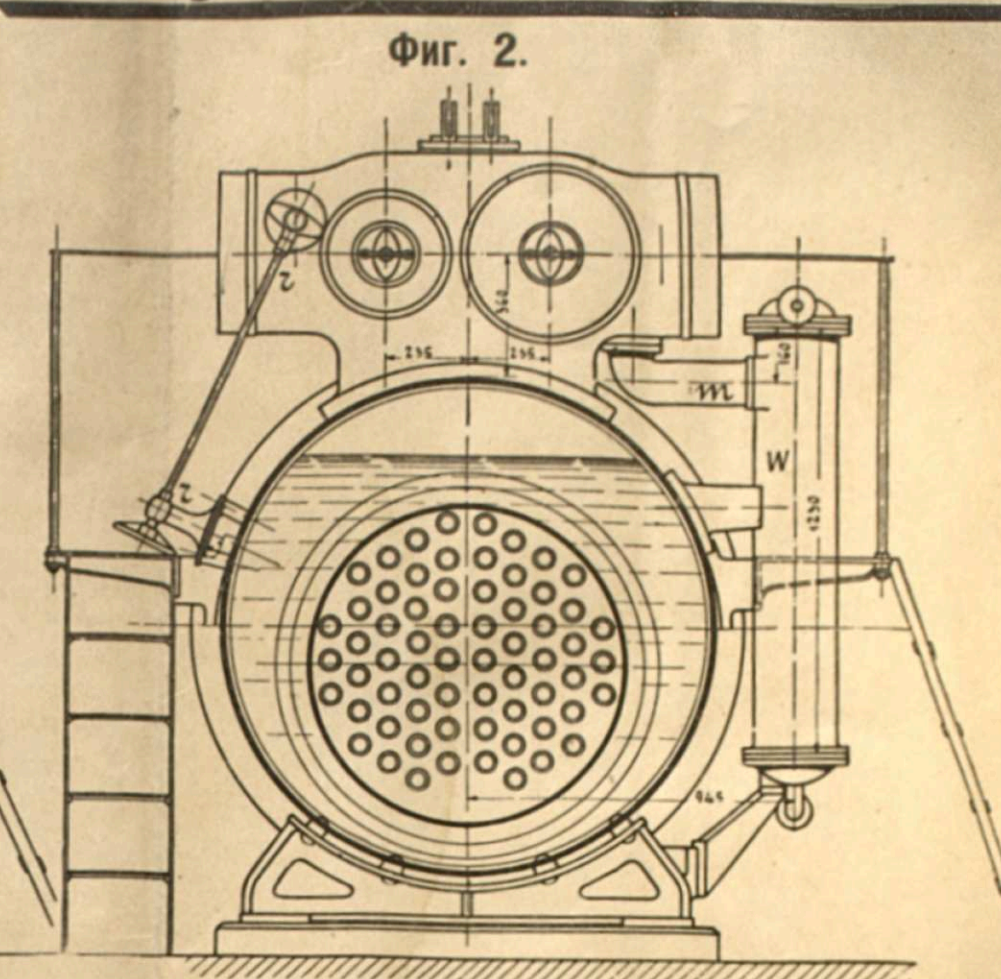
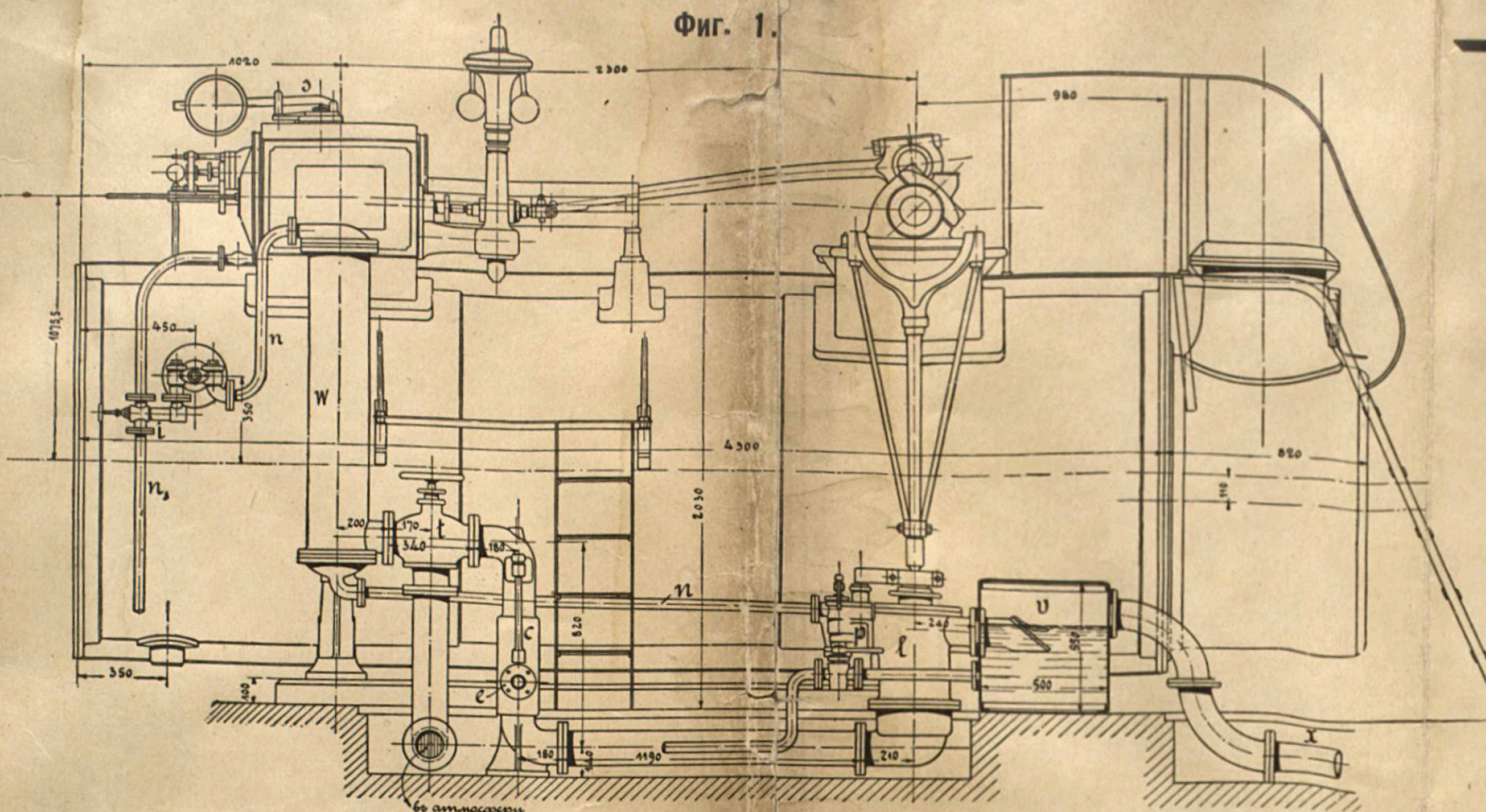
Проф. В. Триневецкій.

Паровые локомотивы.

Таблица I.

Фиг. 1—9.
Локомотивы компаундъ съ конденсаціей, завода
Ж. Sanz, марки CCZ.30, въ 36.

$D_1 = 220$ mm.
 $D_{11} = 350$ mm.
 $S = 380$ mm.
 $n = 110$
 $p_k = 9$ kg./cm.² ст.
 $H_k = 37,2$ м.
Въ Ц. В. Д. распределеіе Ридера.
Въ Ц. Н. Д. золотникъ Трика.
Фиг. 1—3 въ 1:30 н. в.
Фиг. 4—5 въ 1:5 н. в.
Фиг. 6—9 въ 1:10 н. в.



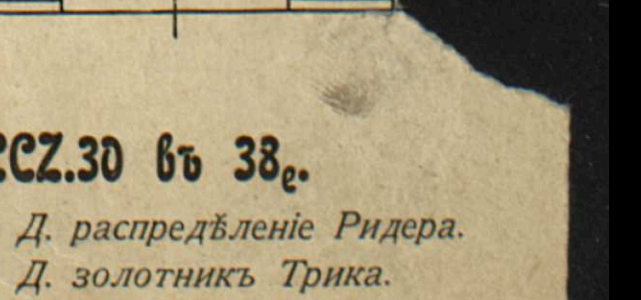
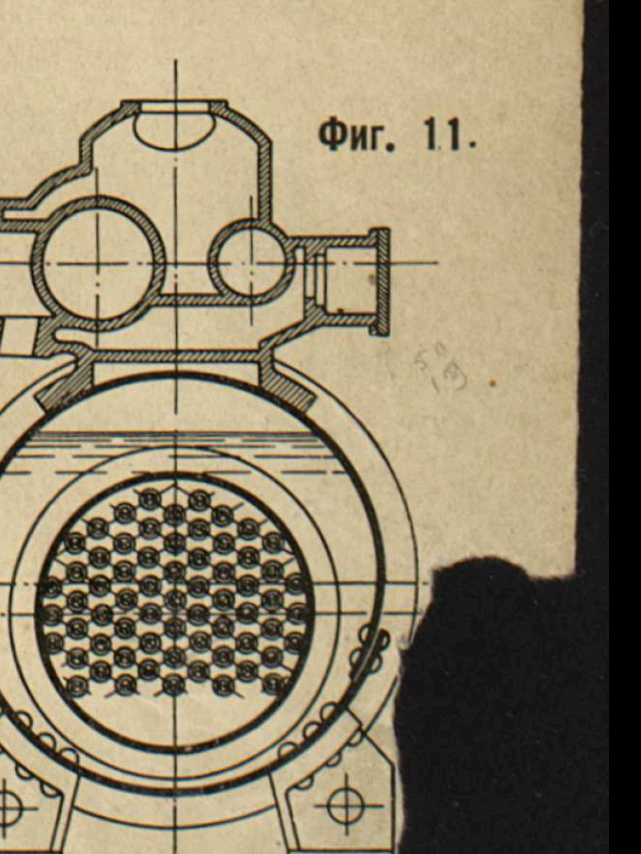
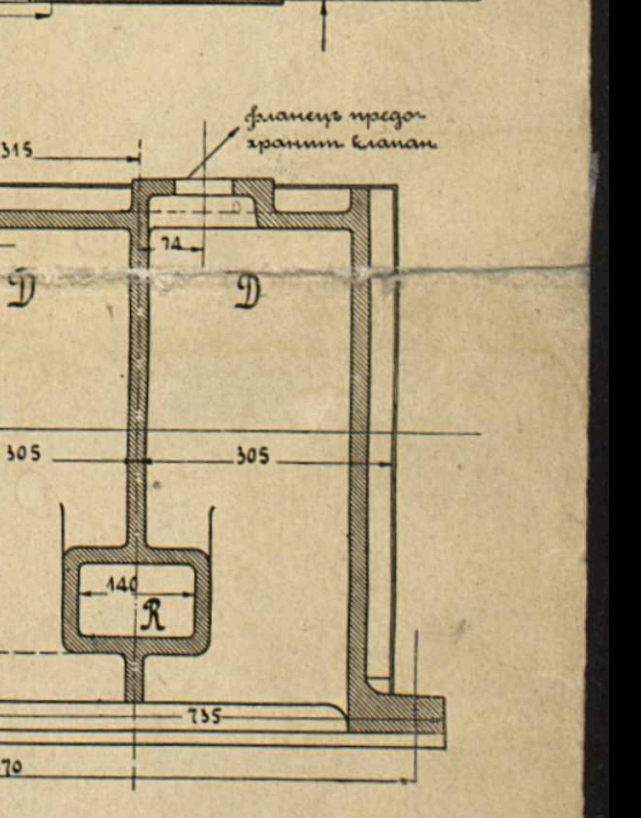
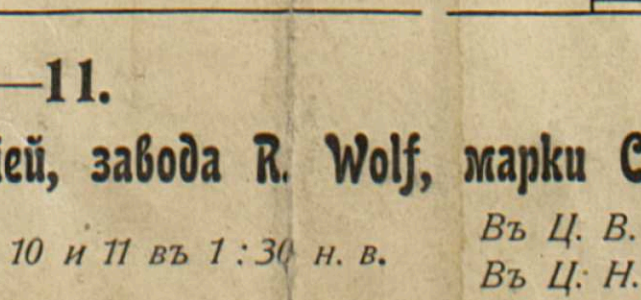
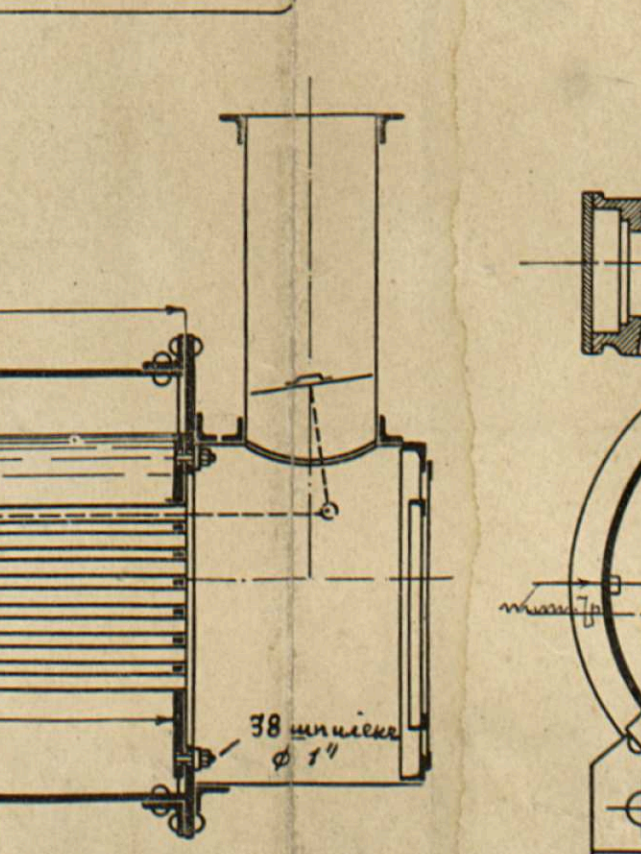
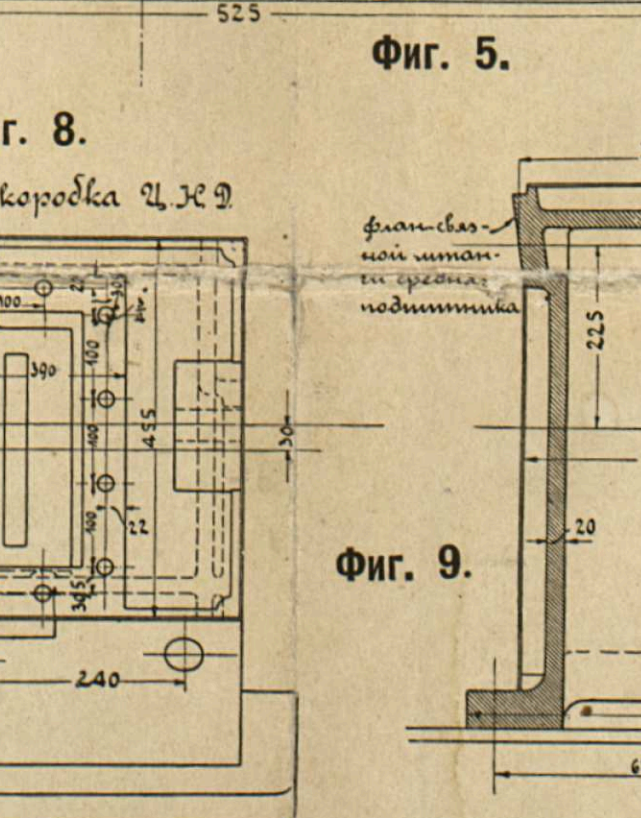
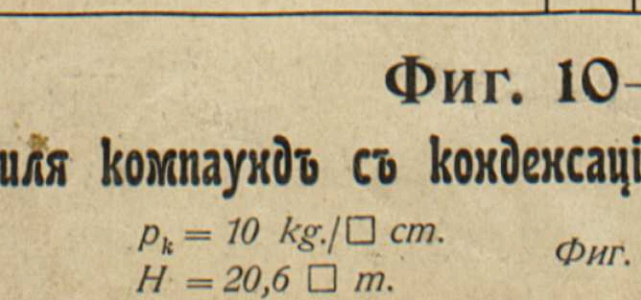
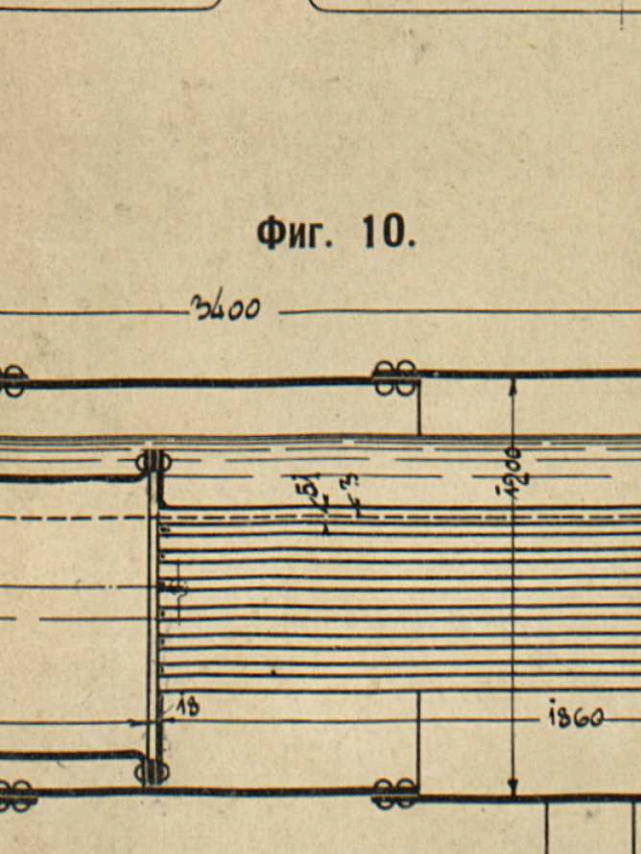
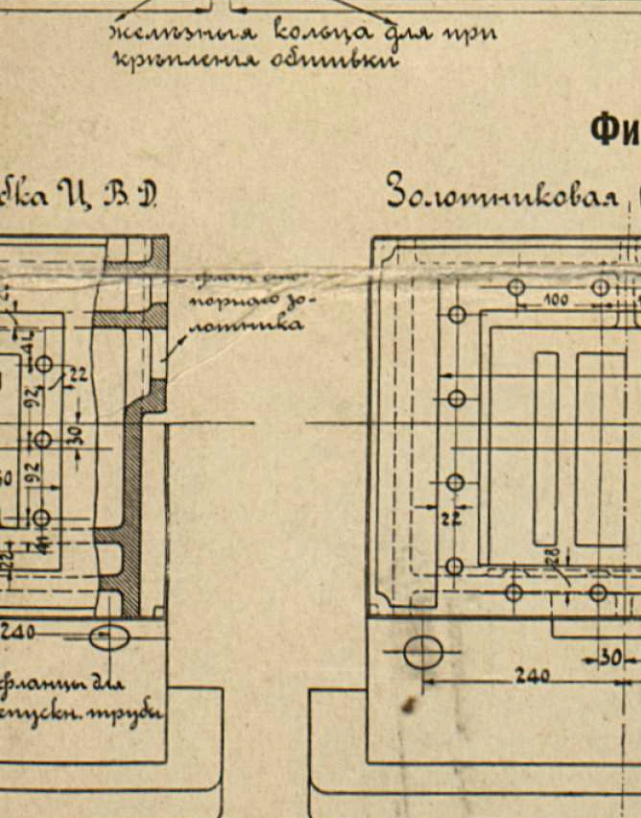
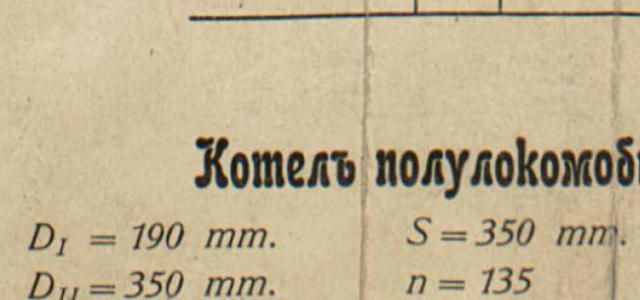
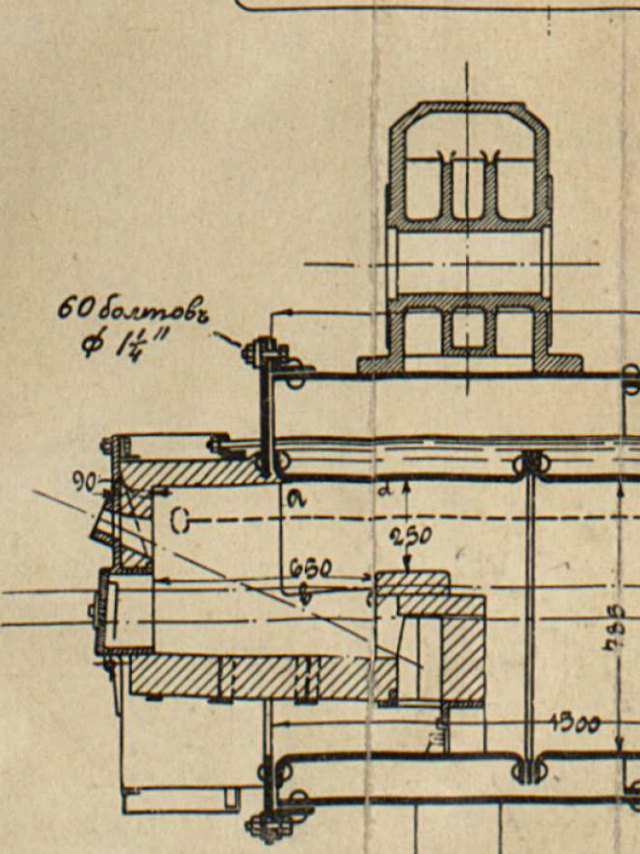
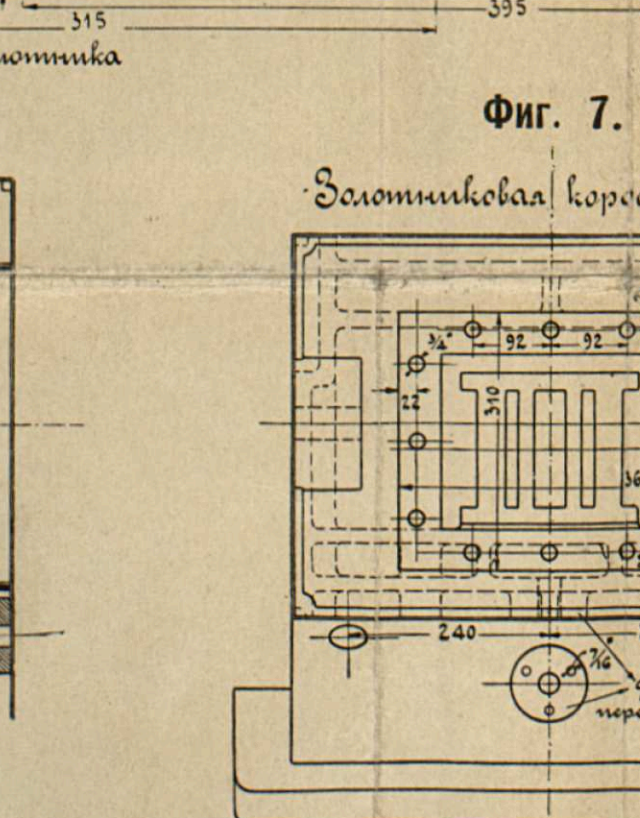
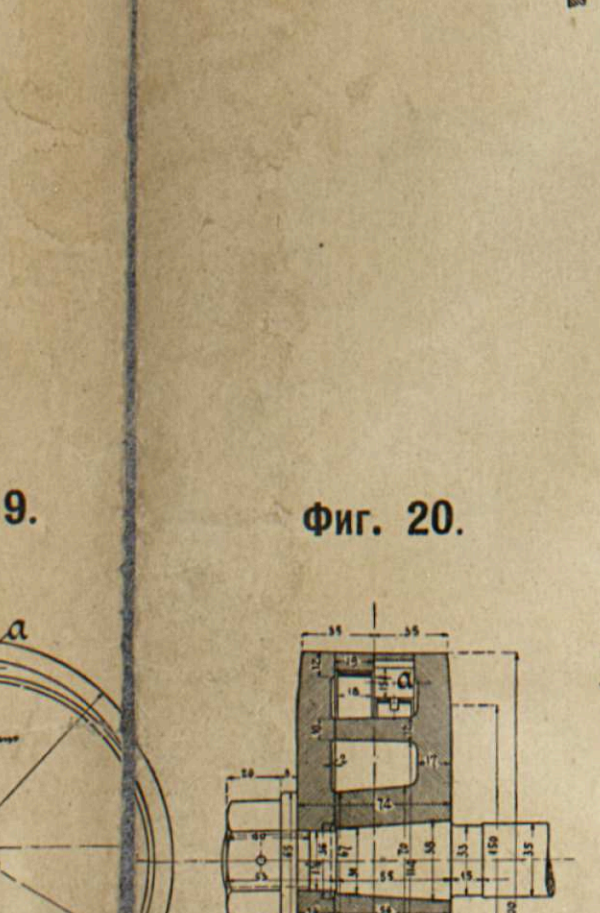
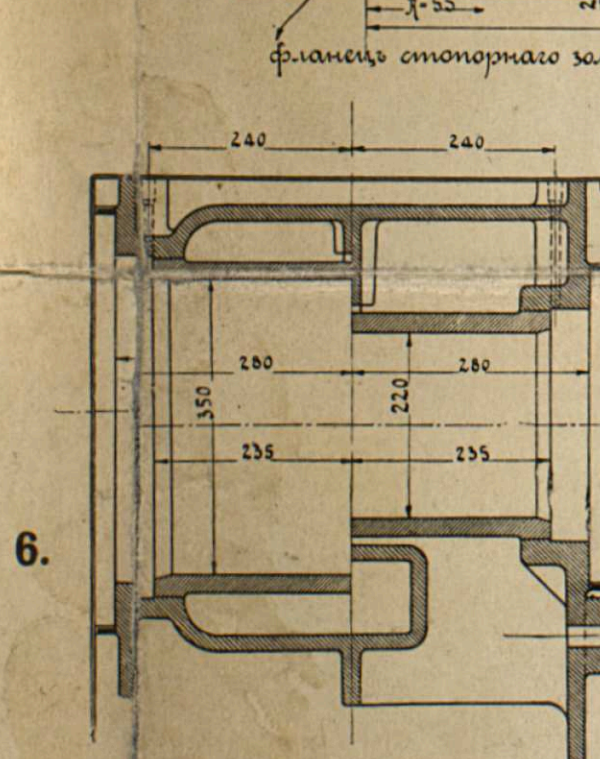
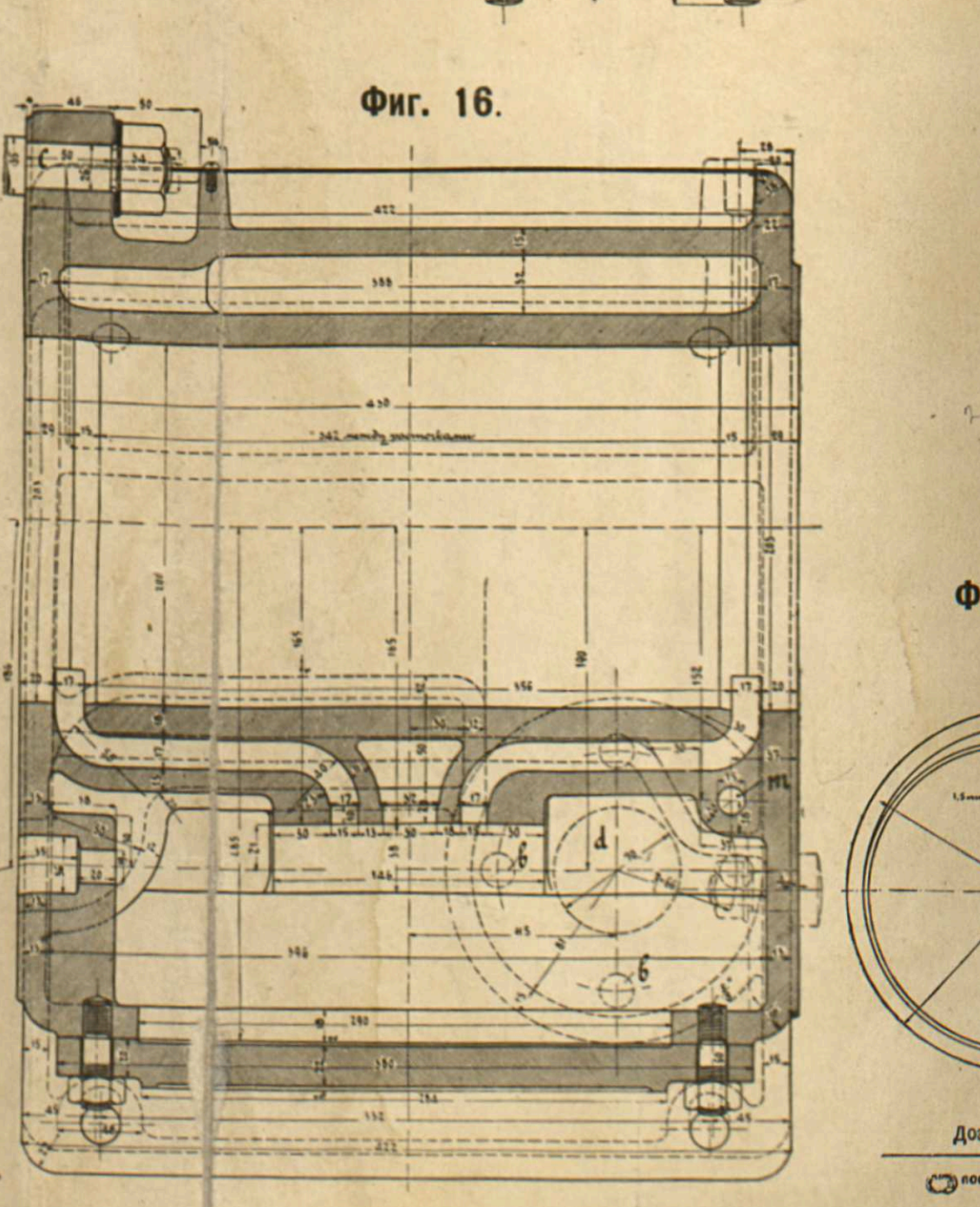
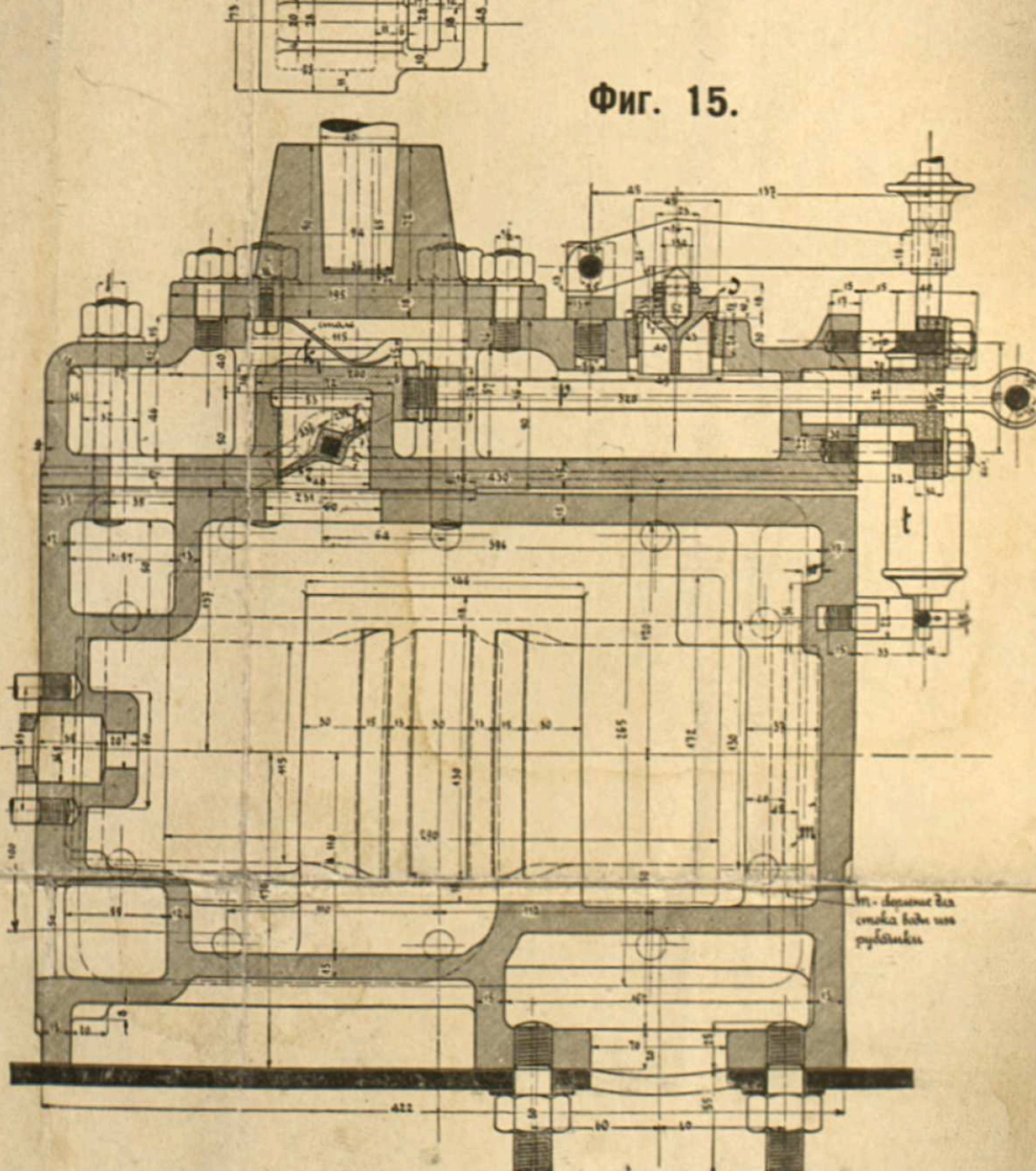
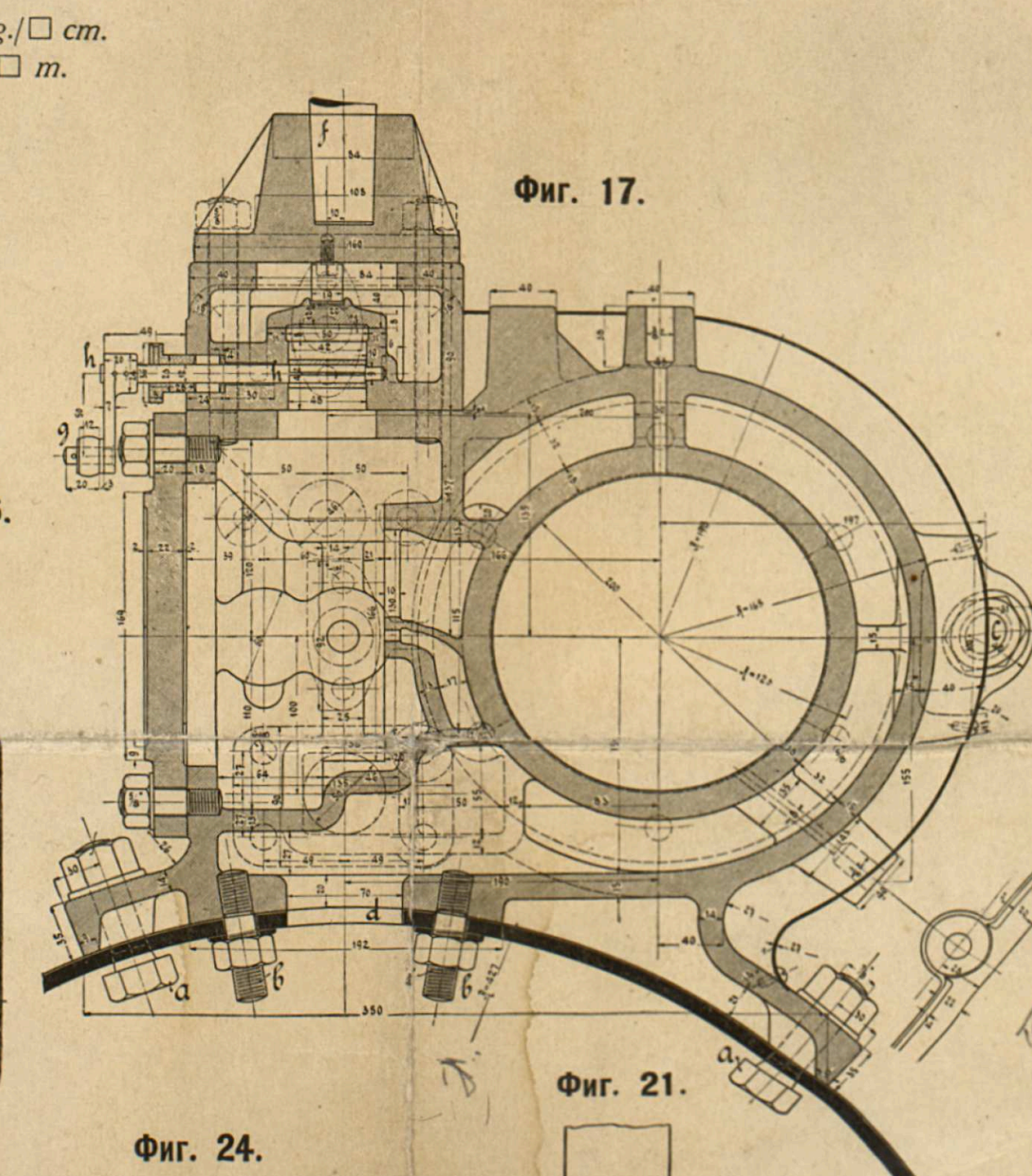
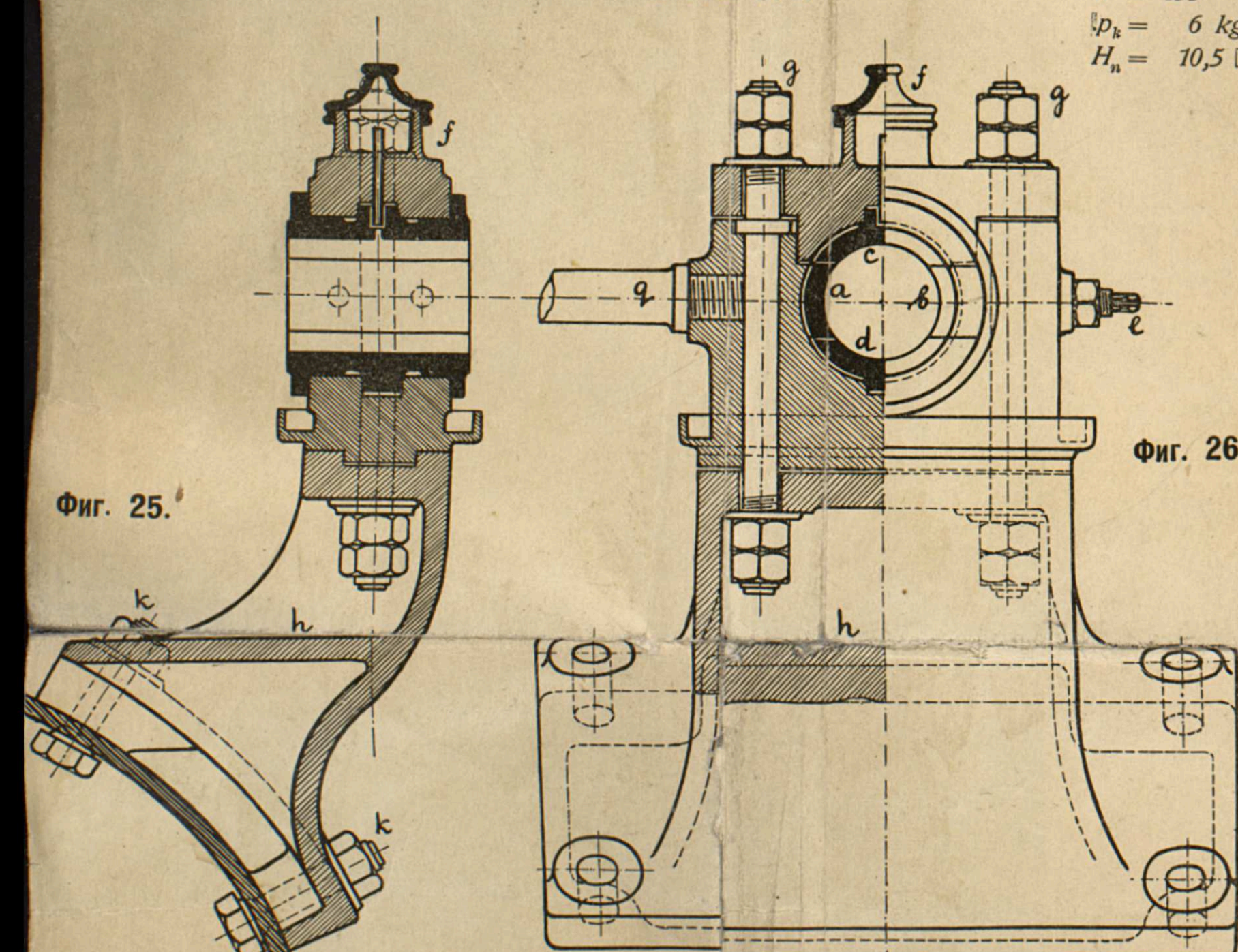
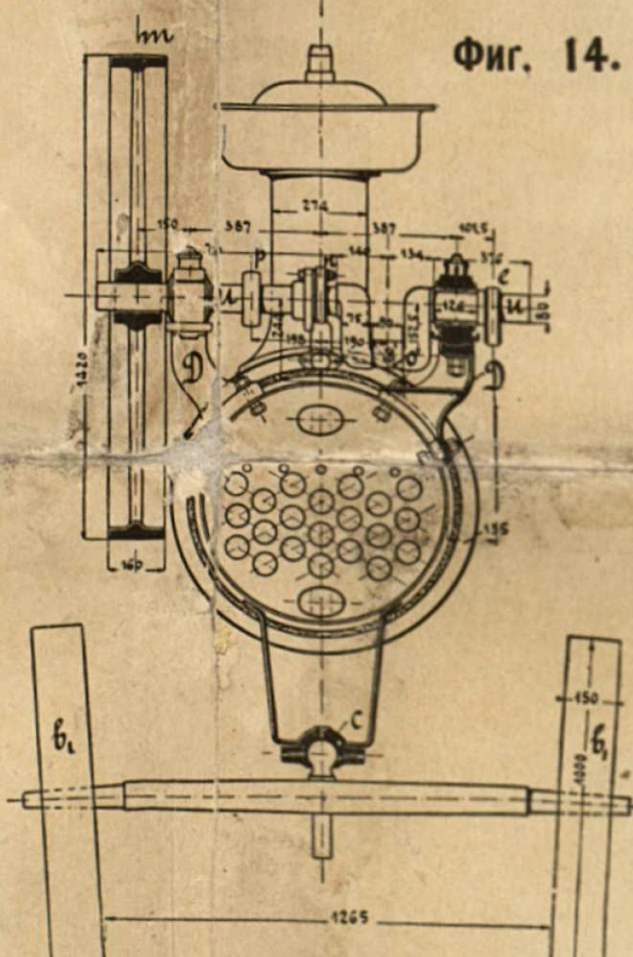
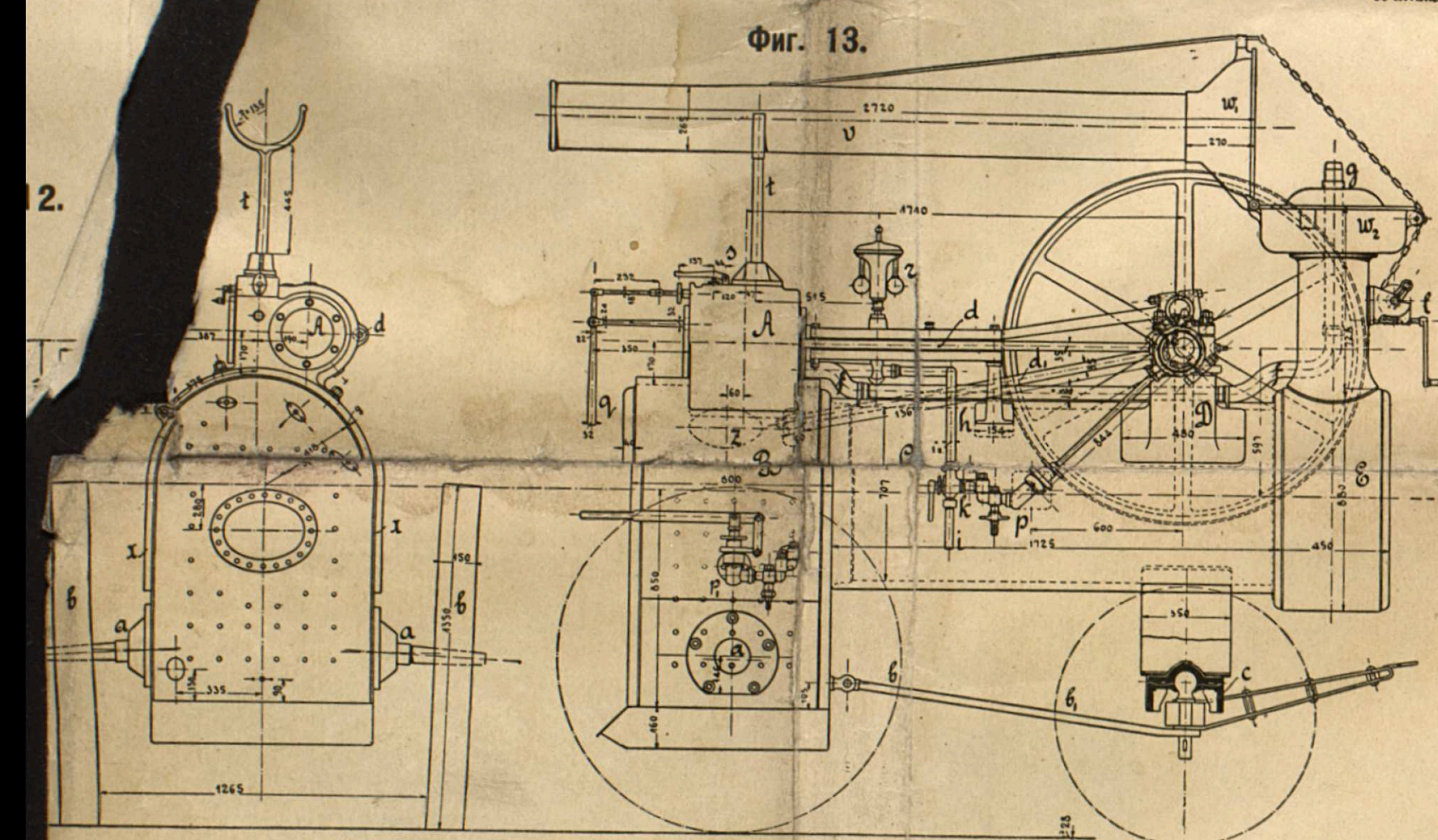
Фиг. 12—26.

Перевозный локомотивъ завода Ж. Sanz, марки G, въ 12.

Фиг. 12—14 въ 1:30 н. в.
Фиг. 15—20 и 25—26 въ 1:5 н. в.
Фиг. 21—24 въ 1:20 н. в.

$D = 200$ mm.
 $S = 305$ mm.
 $n = 155$
 $p_k = 6$ kg./cm.² ст.
 $H_k = 10,5$ м.

Переставная отсѣчка
золотникъ Трика.



Изданіе инженеровъ Ж. М. Луецкаго и Ж. В. Подчиненкова.

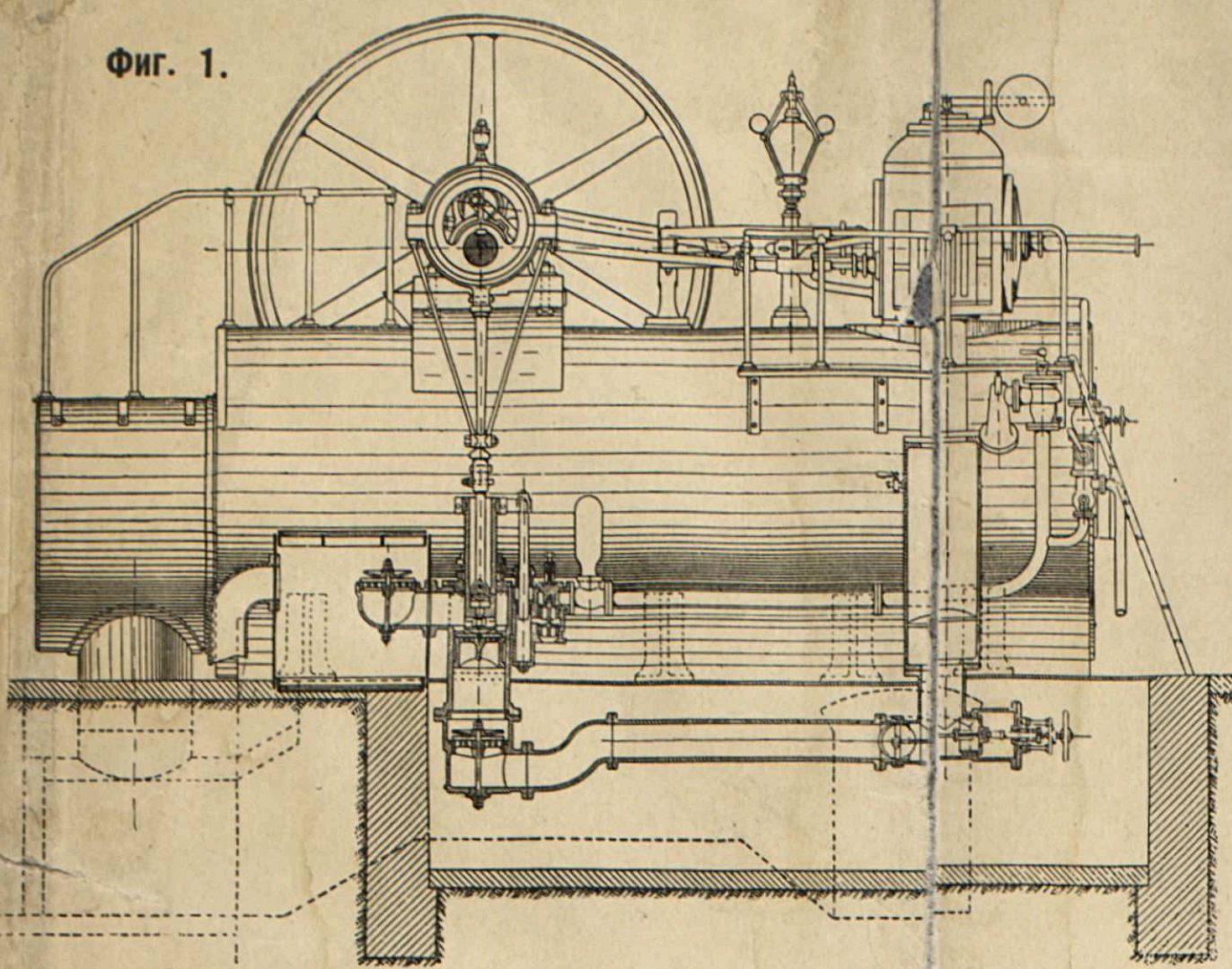
Фиг. 10—11. Котель полулокомотива компаундъ съ конденсаціей, завода R. Wolf, марки CCZ.30 въ 38.

$D_1 = 190$ mm.
 $D_{11} = 350$ mm.
 $S = 350$ mm.
 $n = 135$
 $p_k = 10$ kg./cm.² ст.
 $H_k = 20,6$ м.

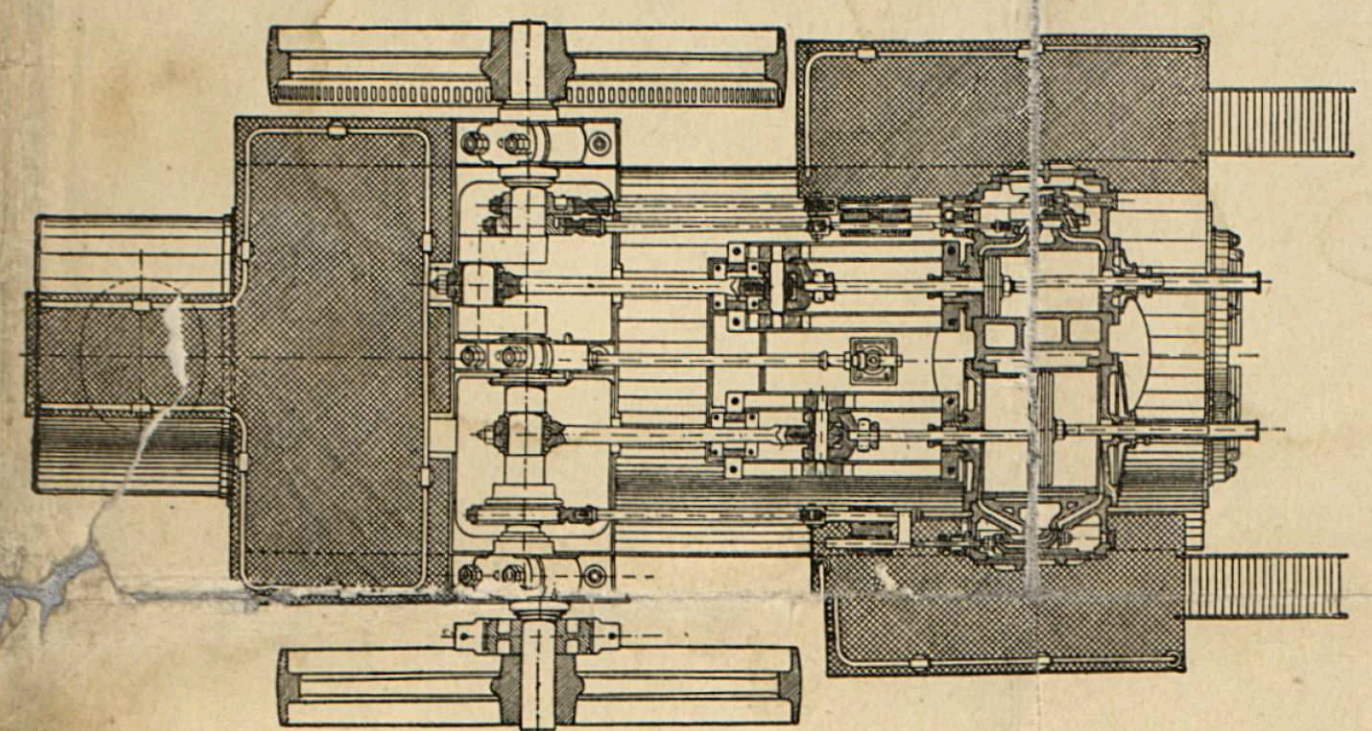
Фиг. 10 и 11 въ 1:30 н. в.

Въ Ц. В. Д. распределеіе Ридера.
Въ Ц. Н. Д. золотникъ Трика.

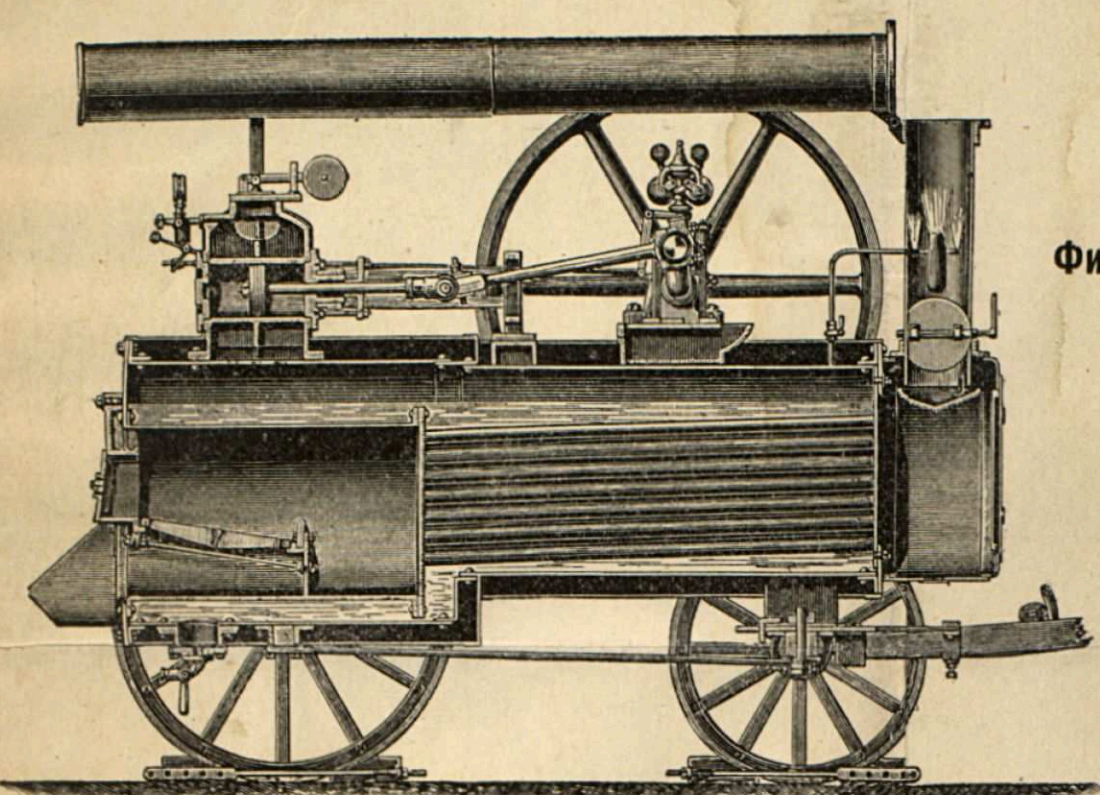
Фиг. 1.



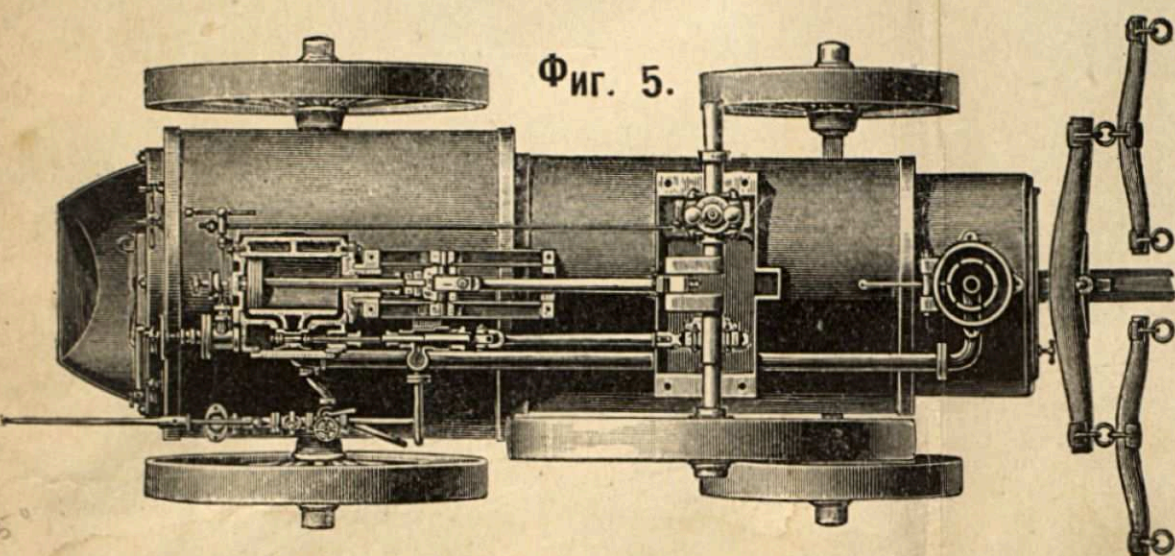
Фиг. 2.



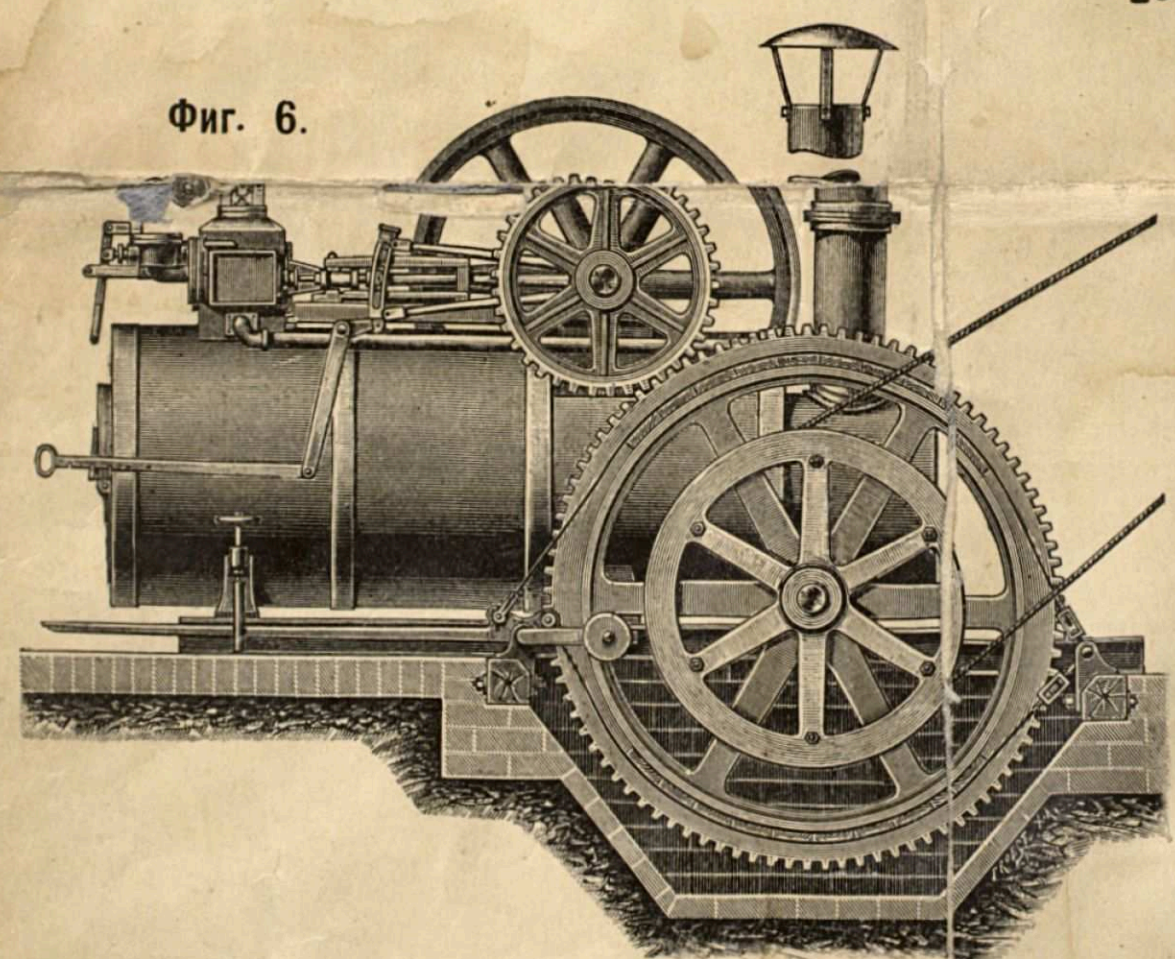
Фиг. 4.



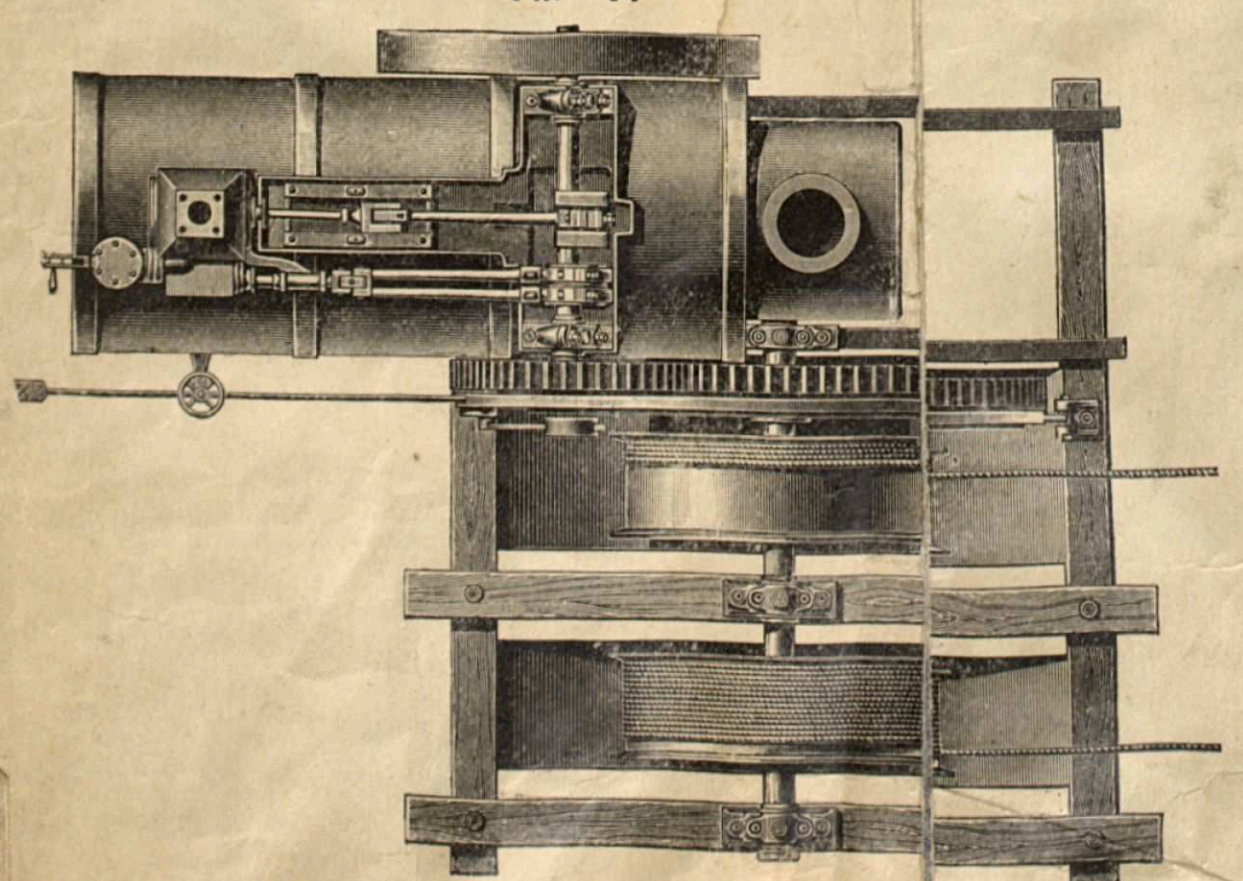
Фиг. 5.



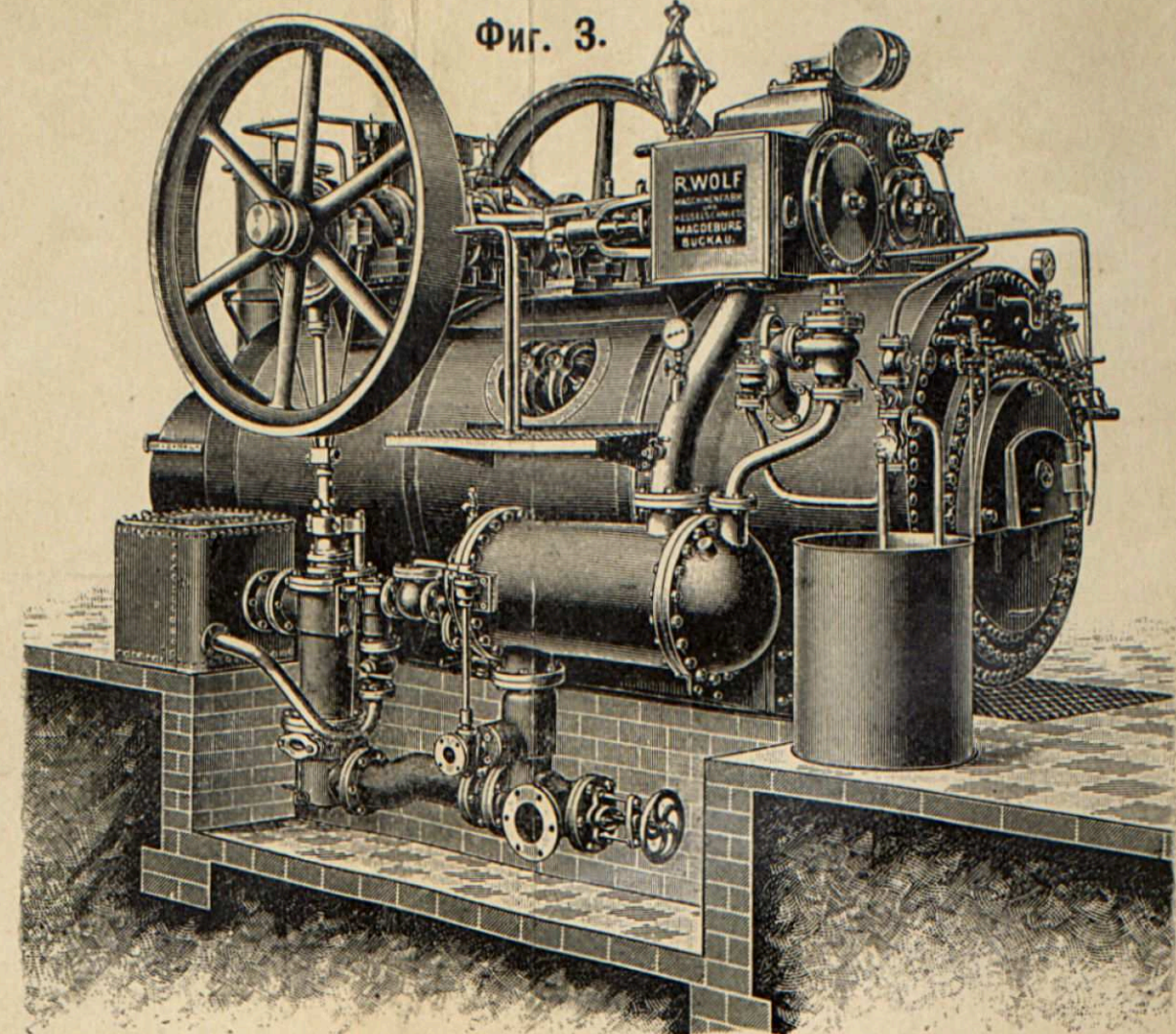
Фиг. 6.



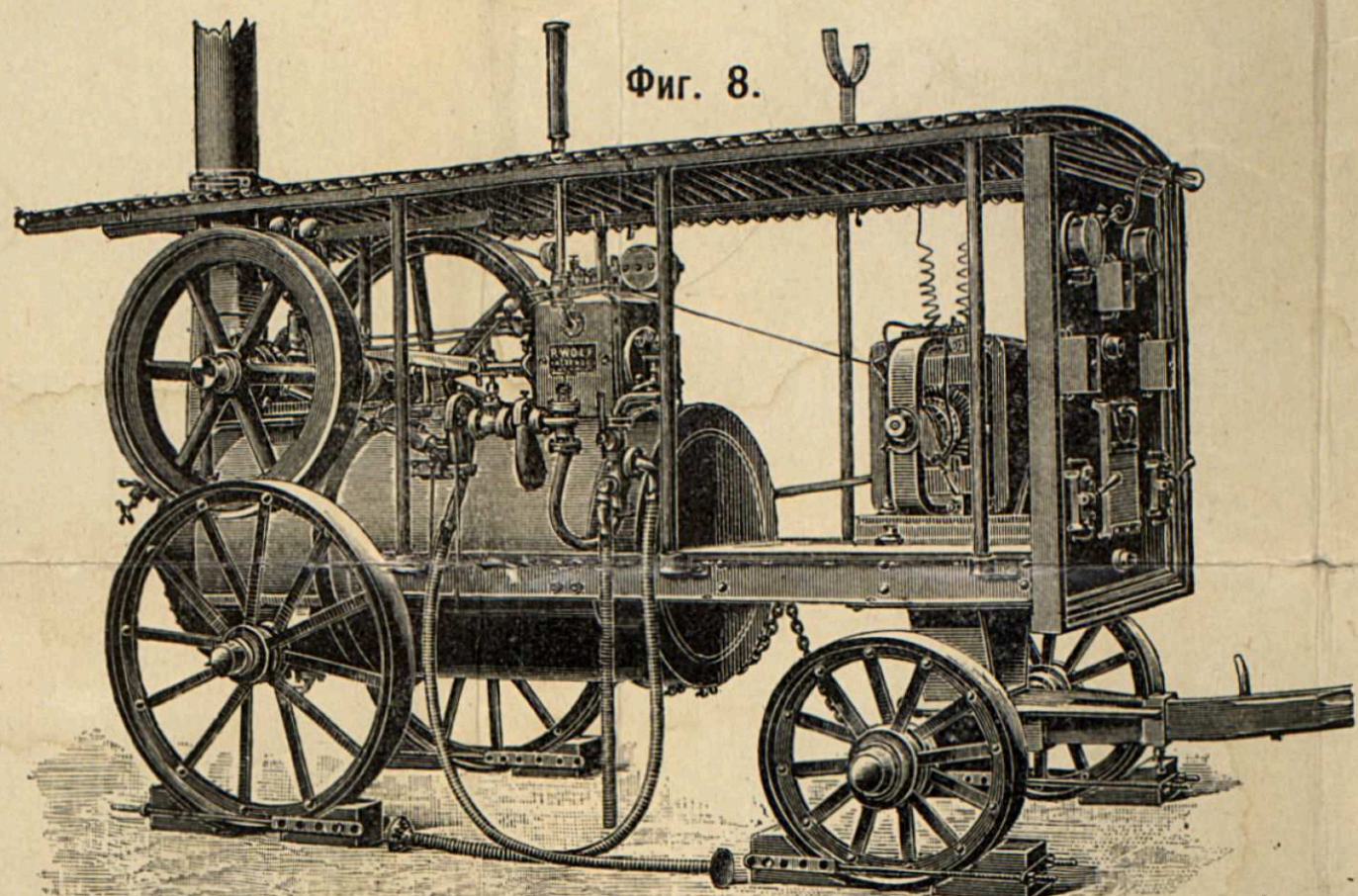
Фиг. 7.



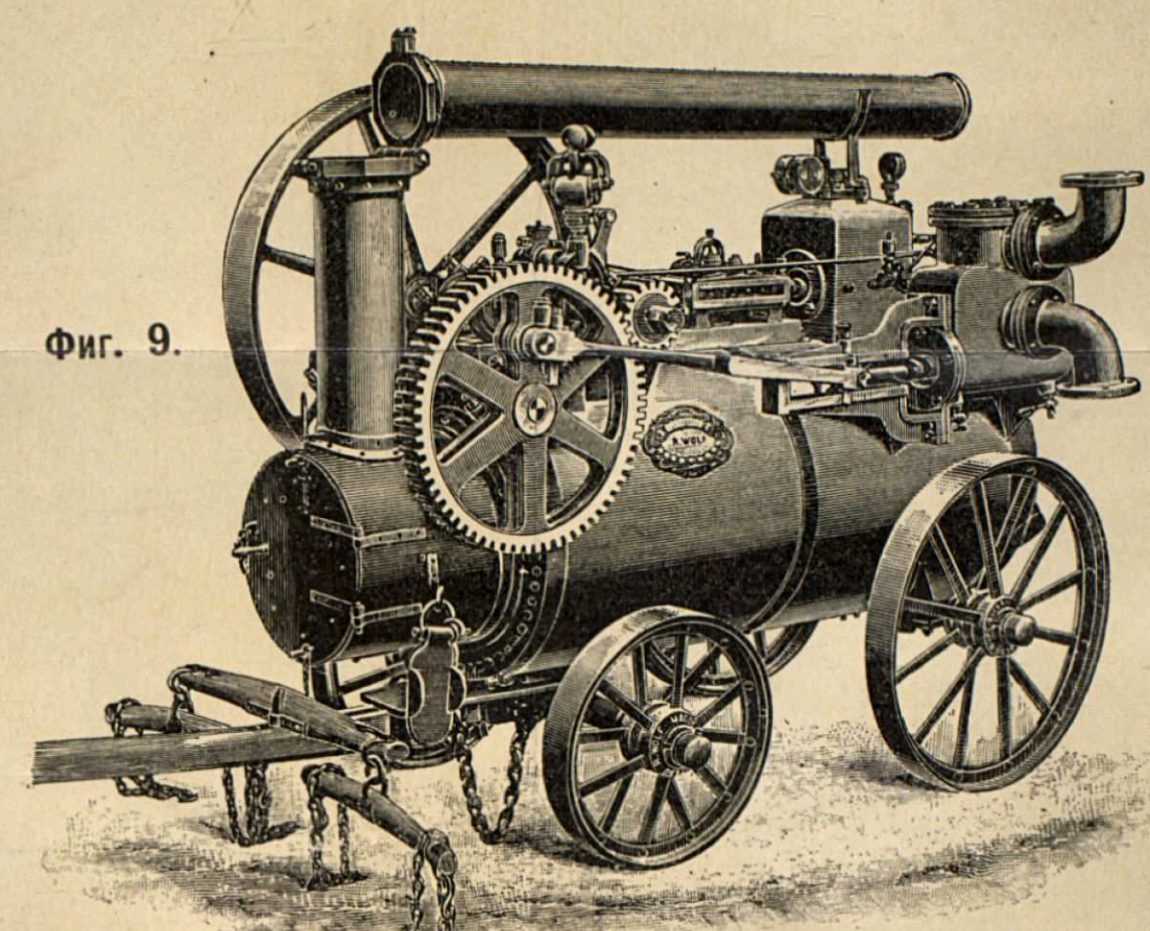
Фиг. 3.



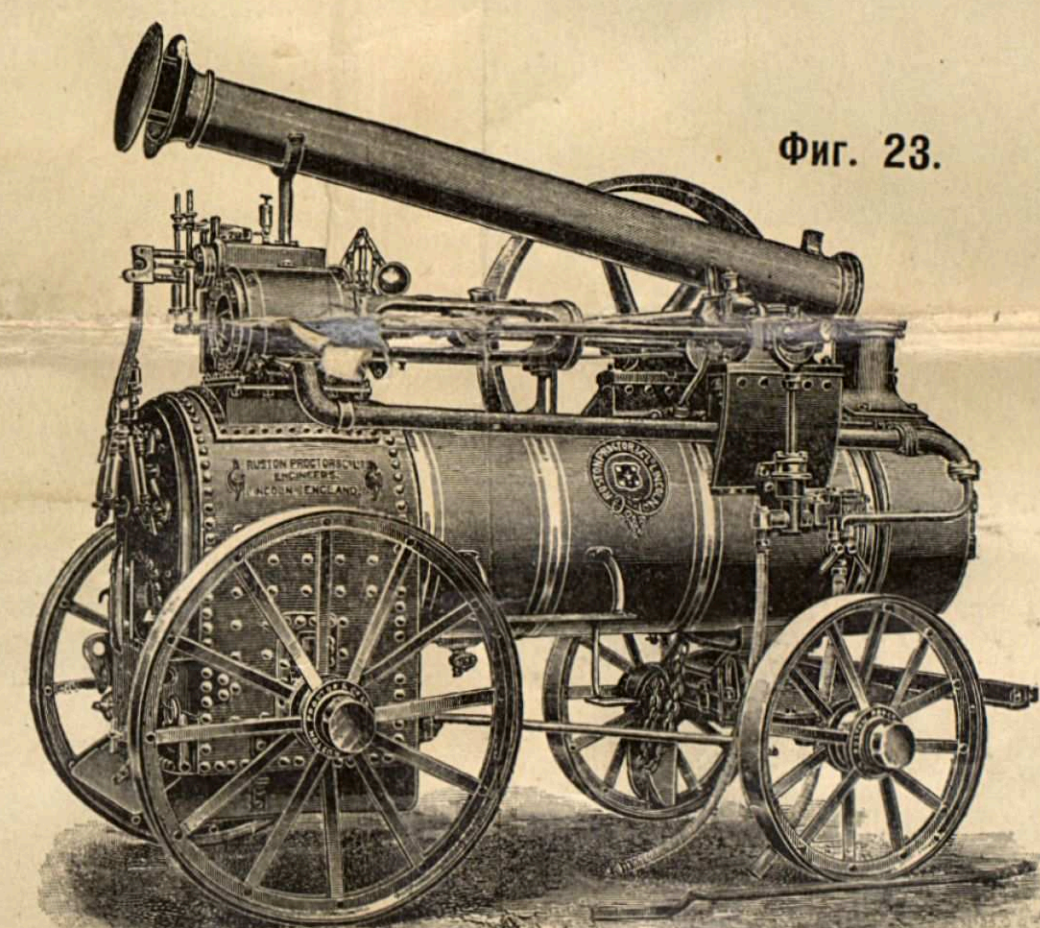
Фиг. 8.



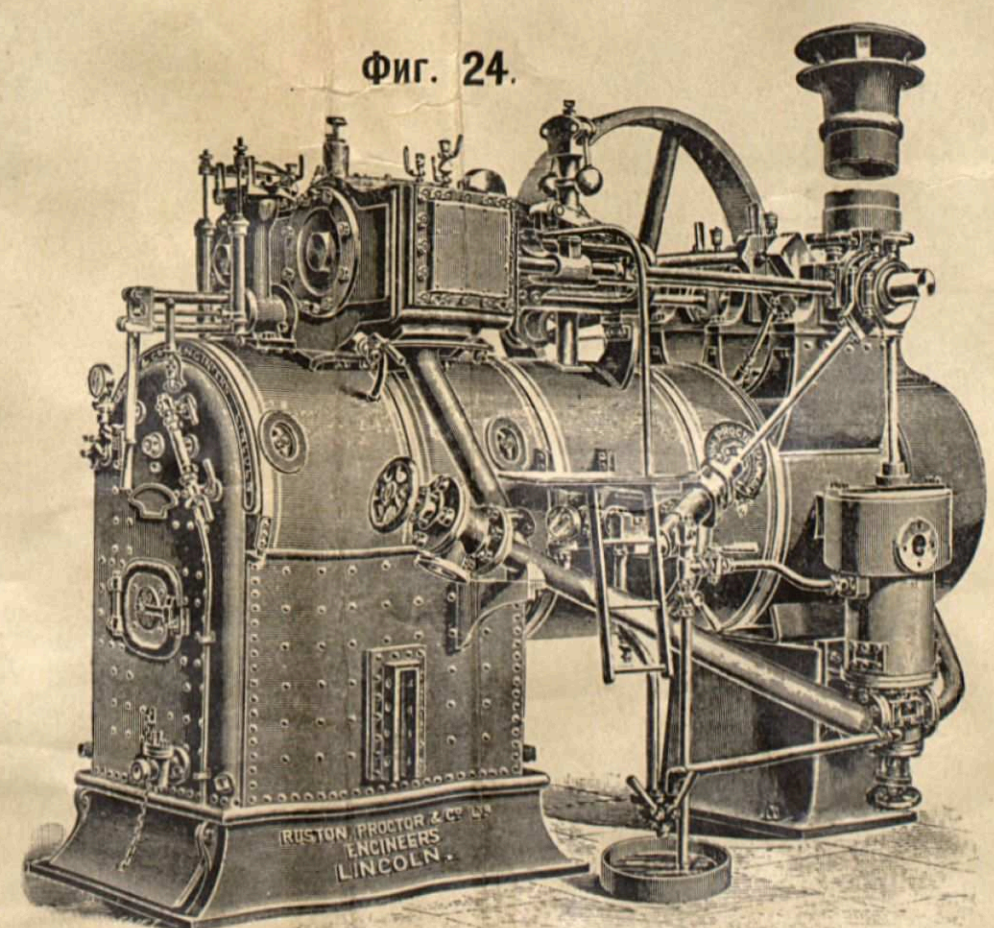
Фиг. 9.



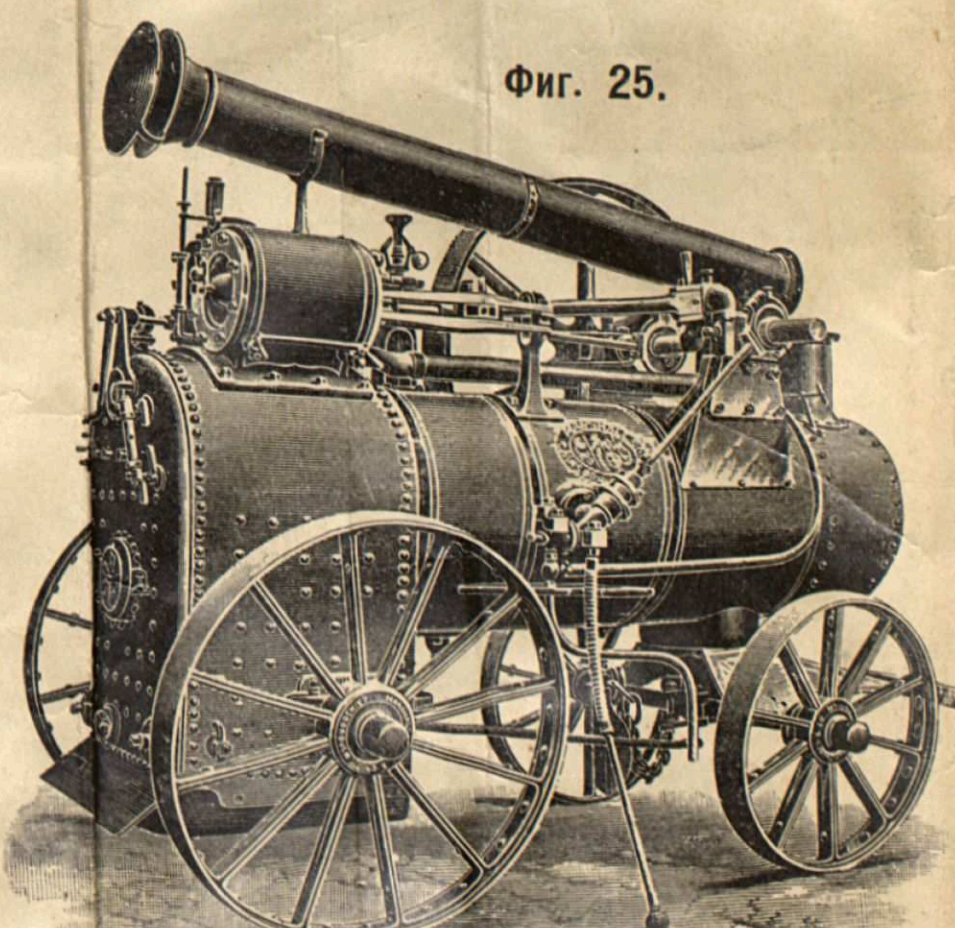
Фиг. 23.



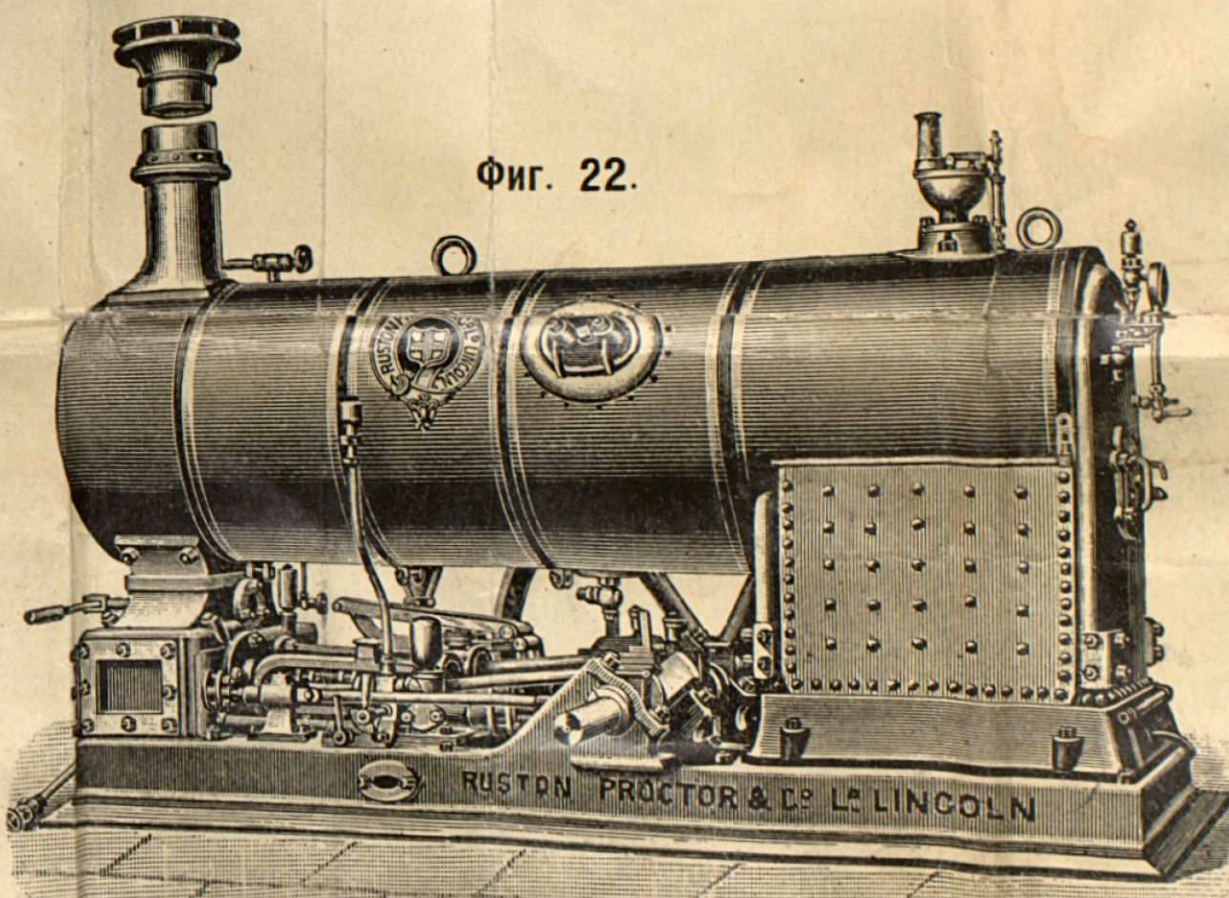
Фиг. 24.



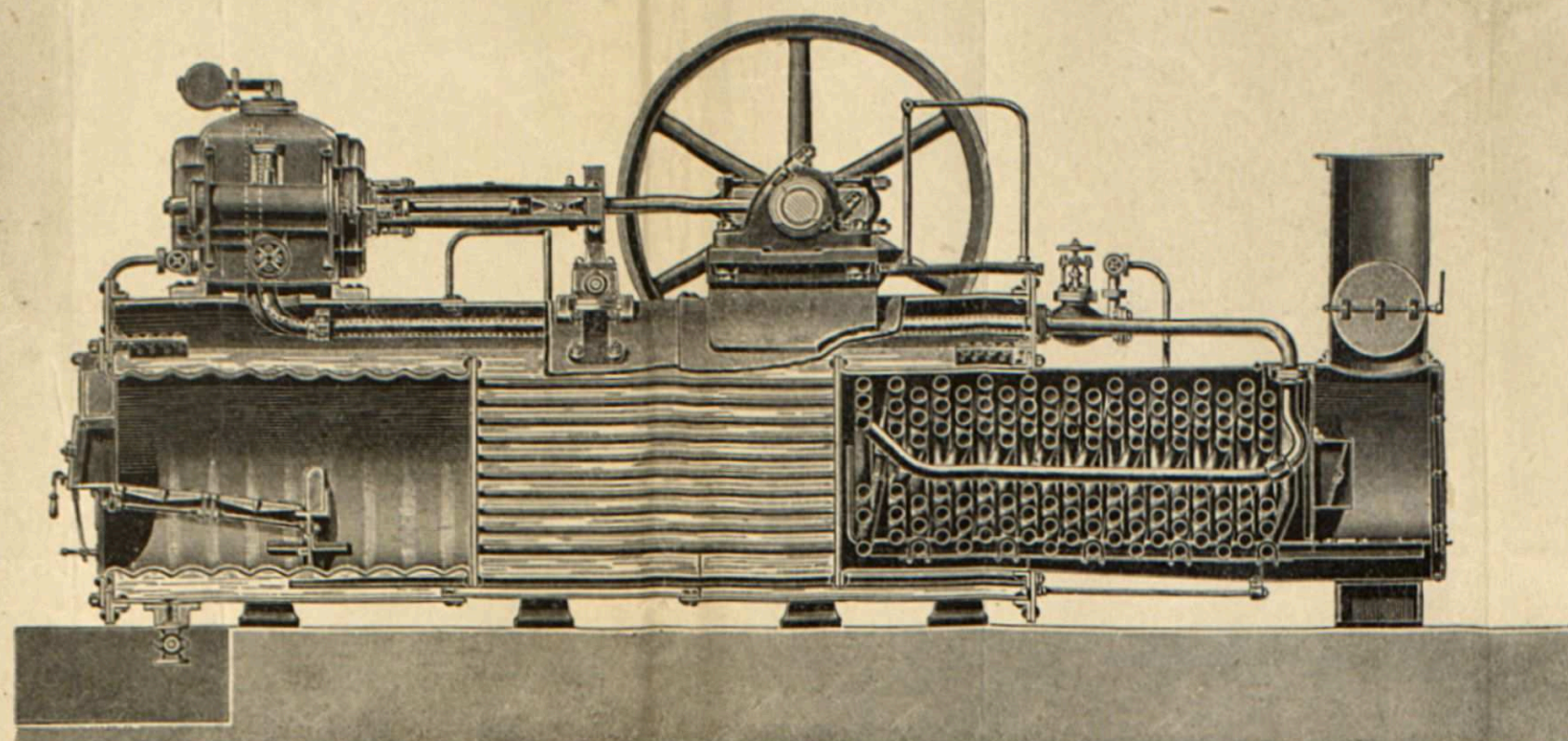
Фиг. 25.



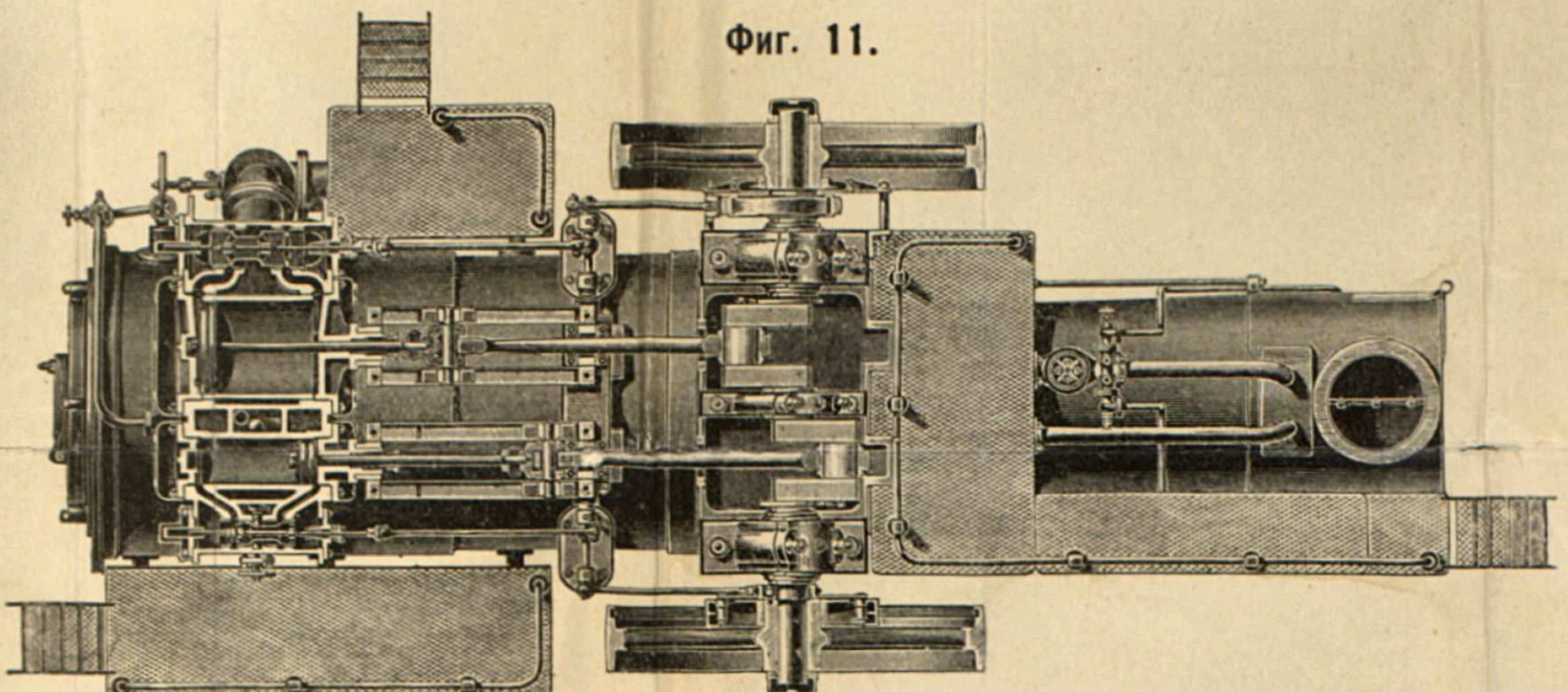
Фиг. 22.



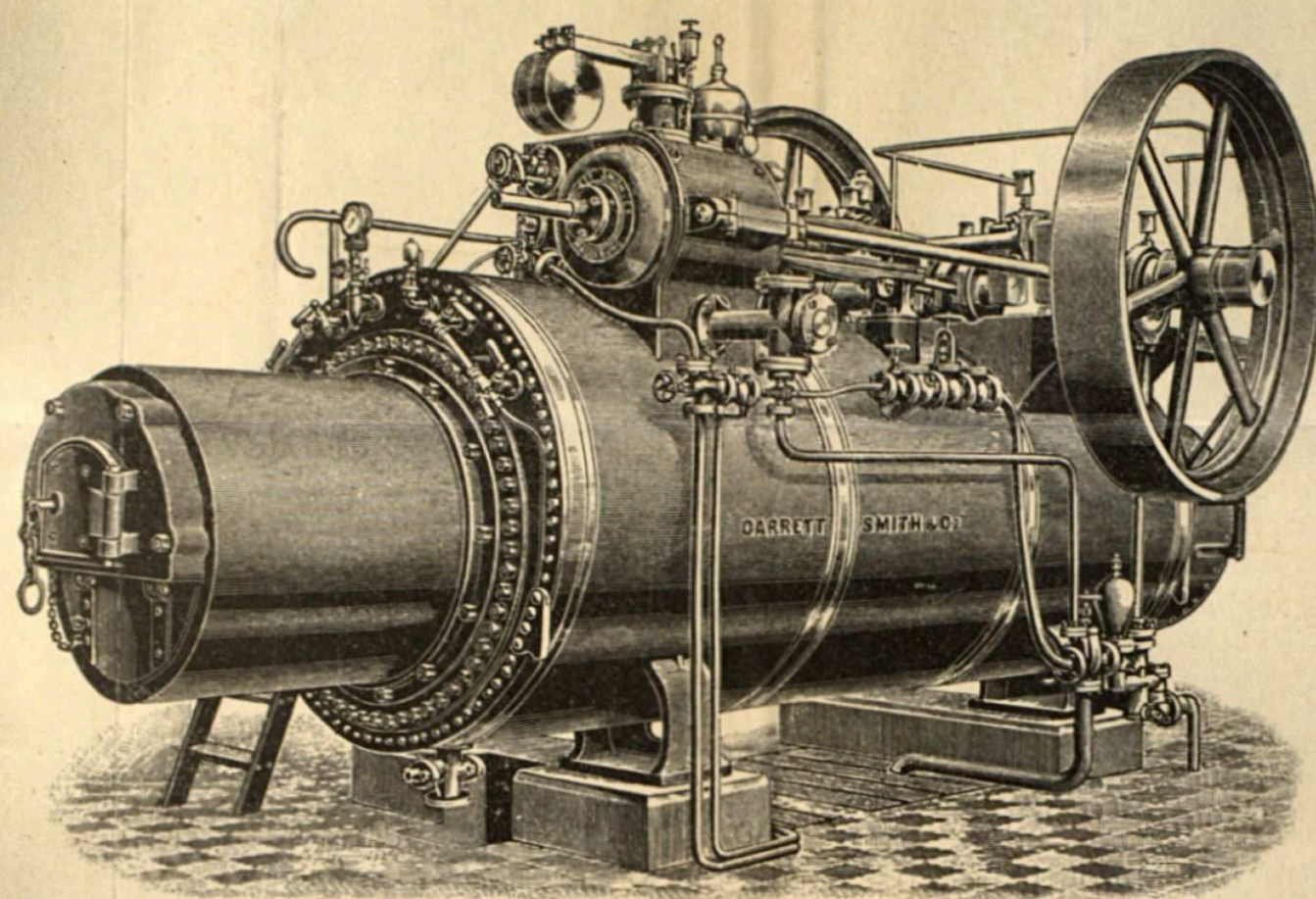
Фиг. 10.



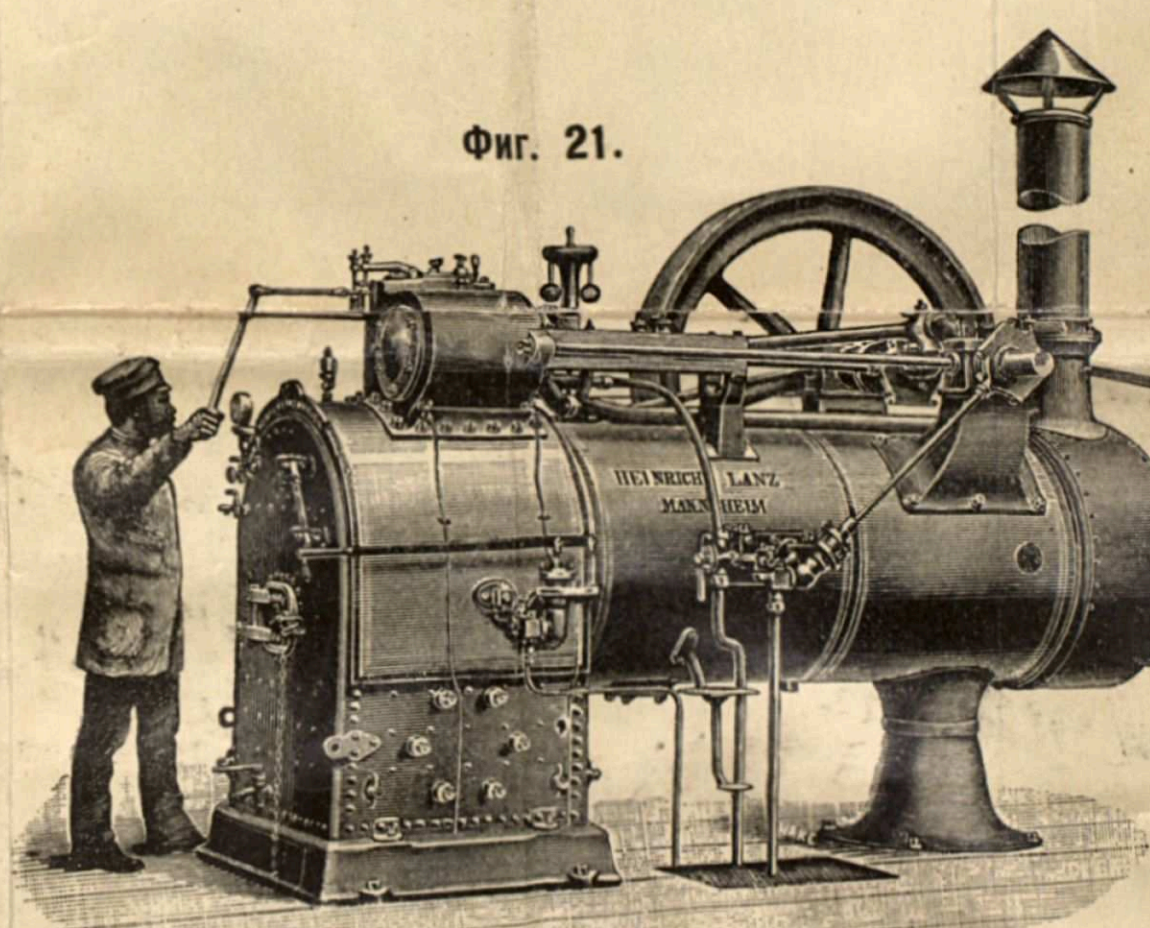
Фиг. 11.



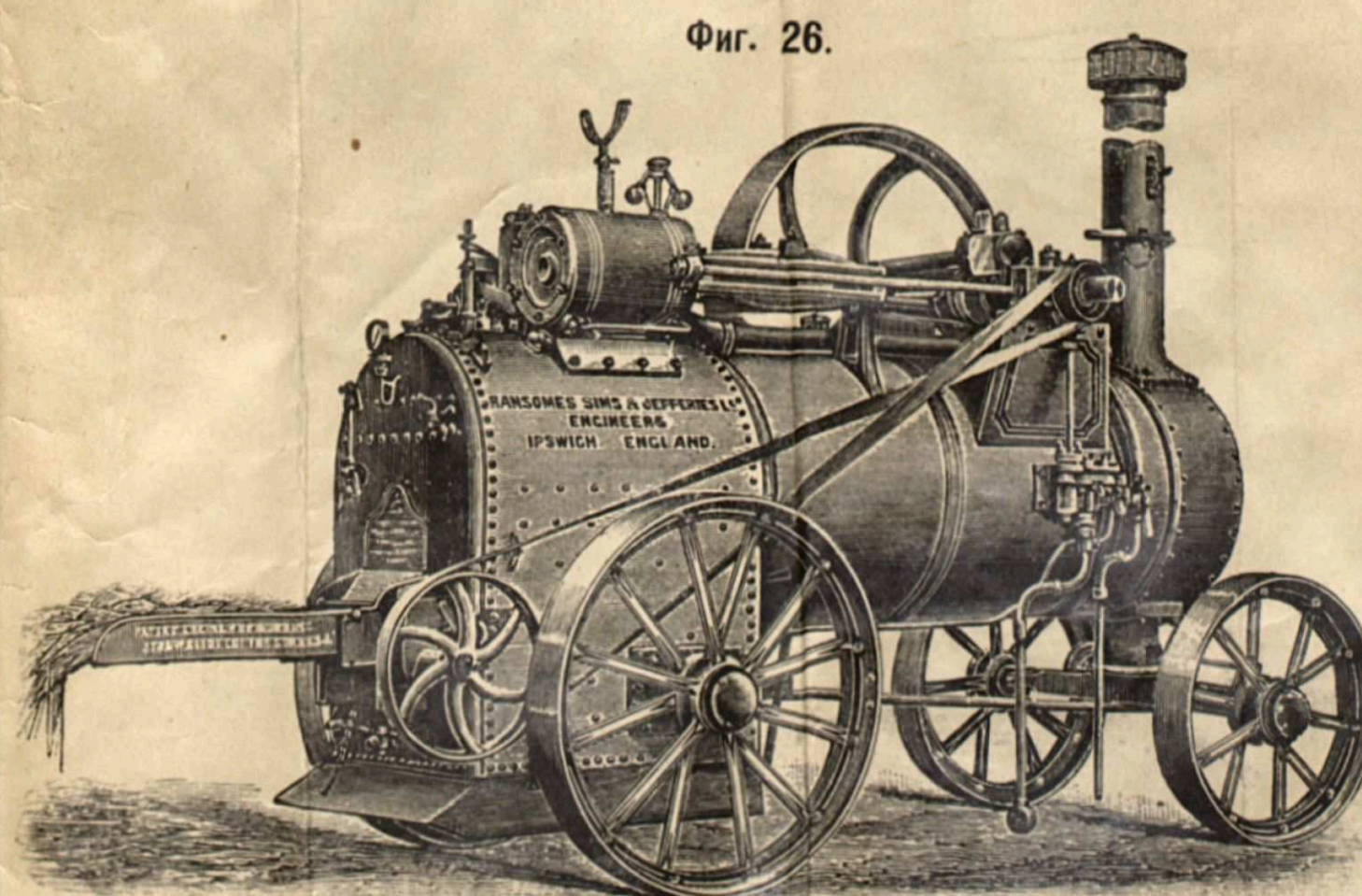
Фиг. 16.



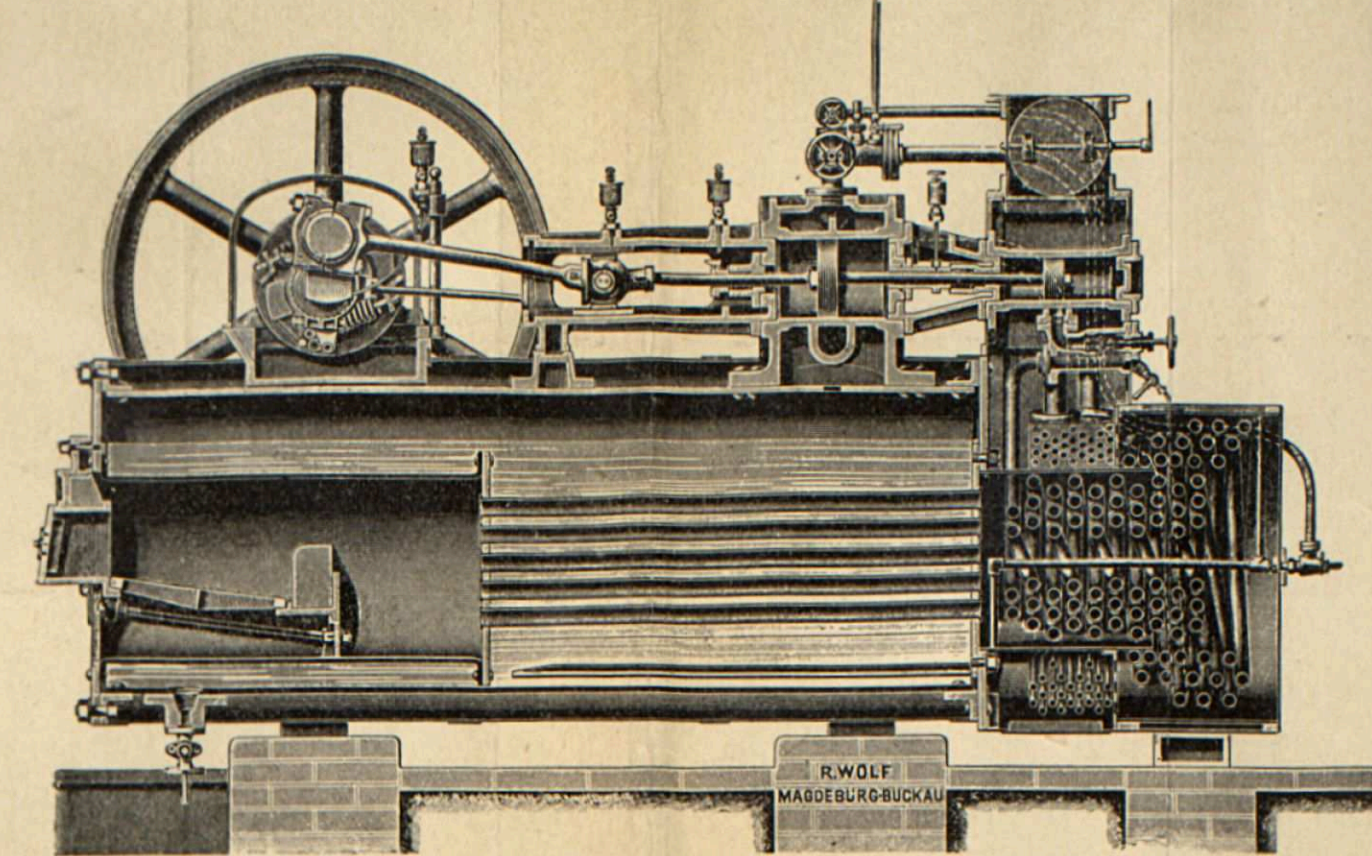
Фиг. 21.



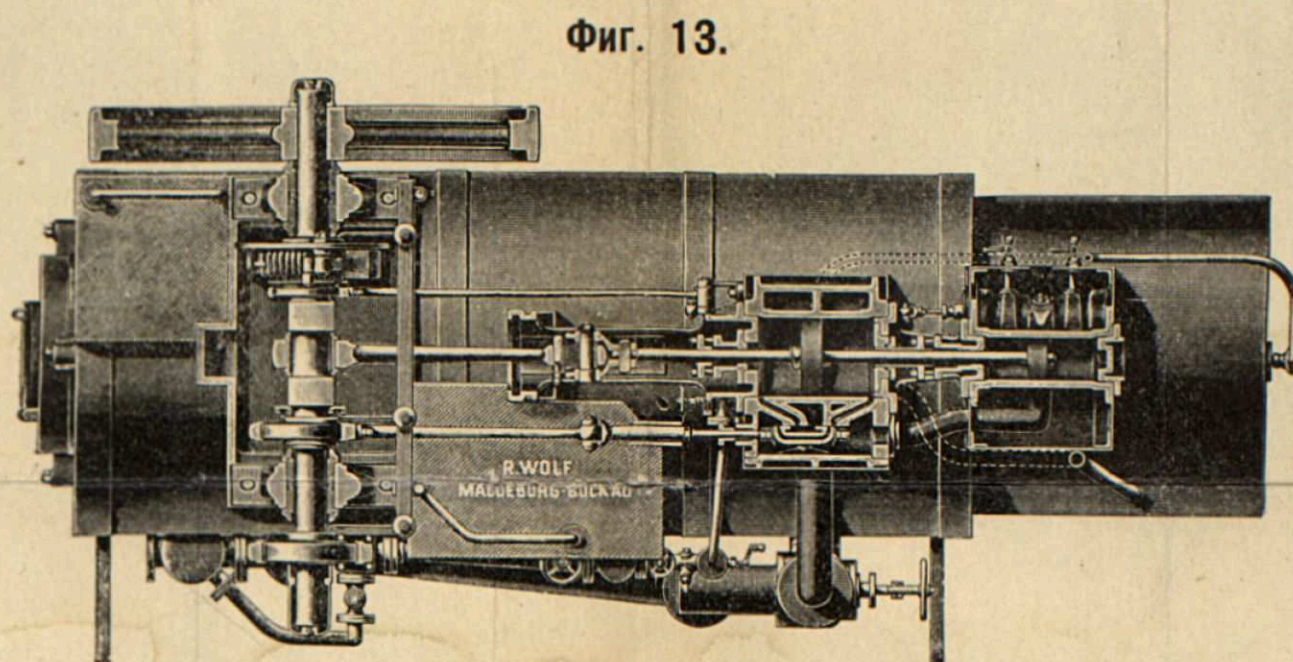
Фиг. 26.



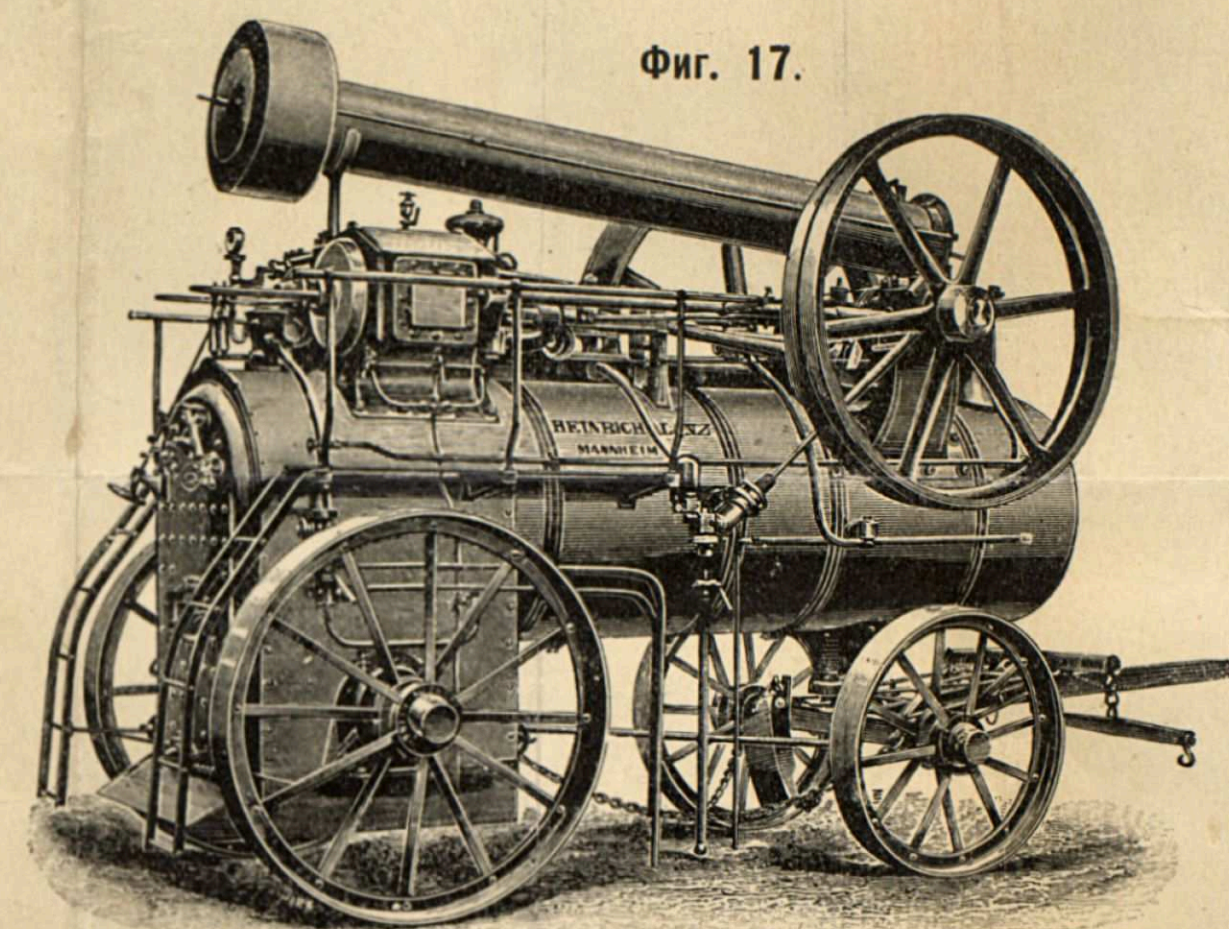
Фиг. 12.



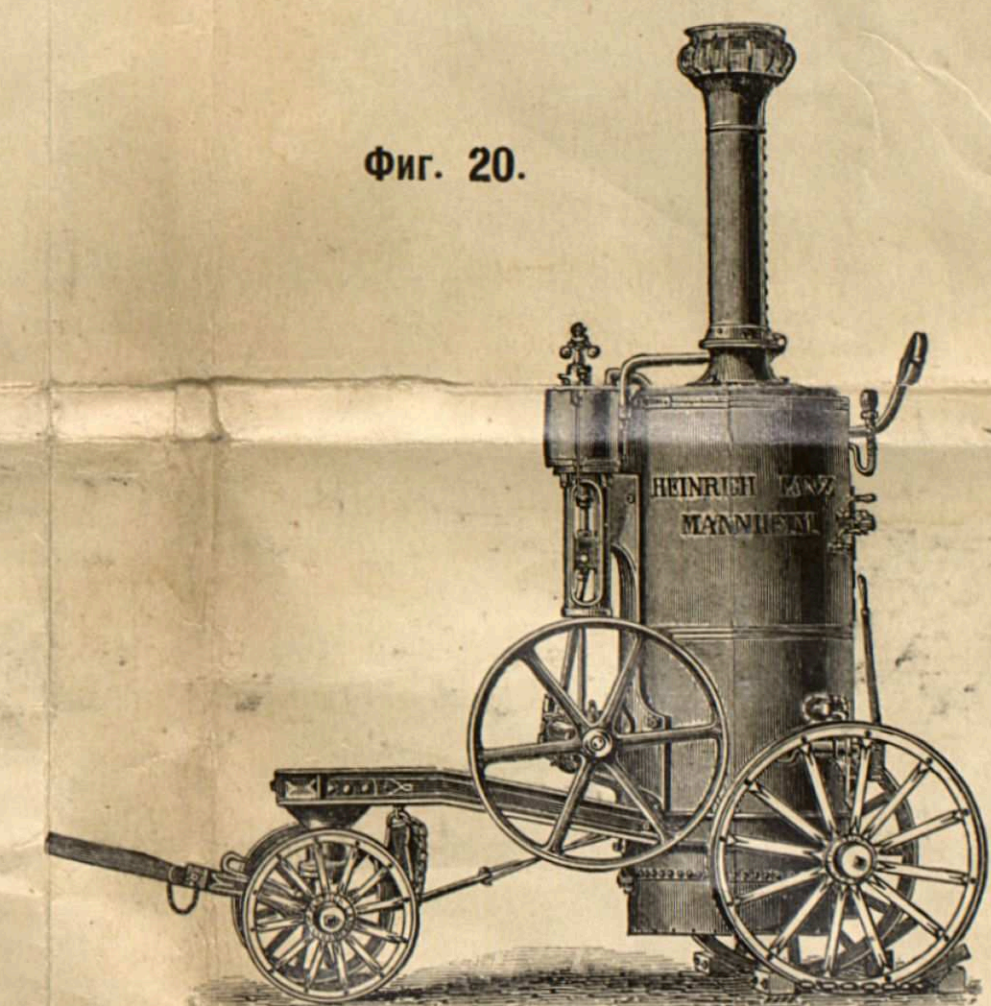
Фиг. 13.



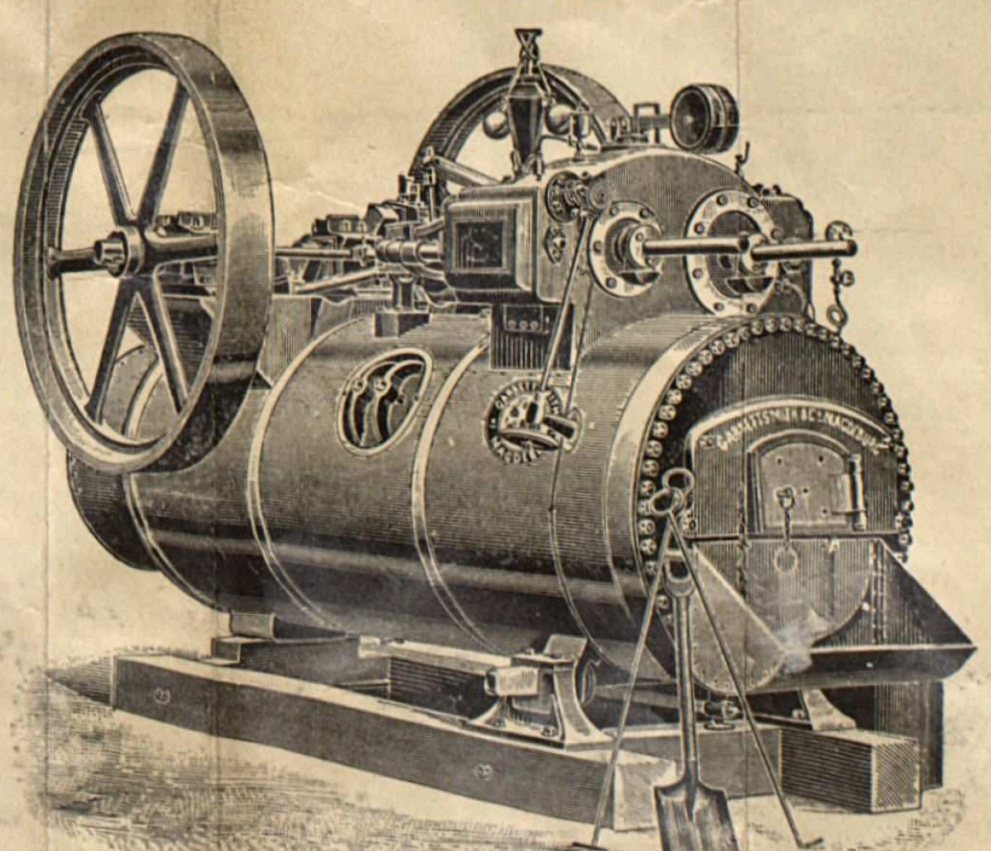
Фиг. 17.



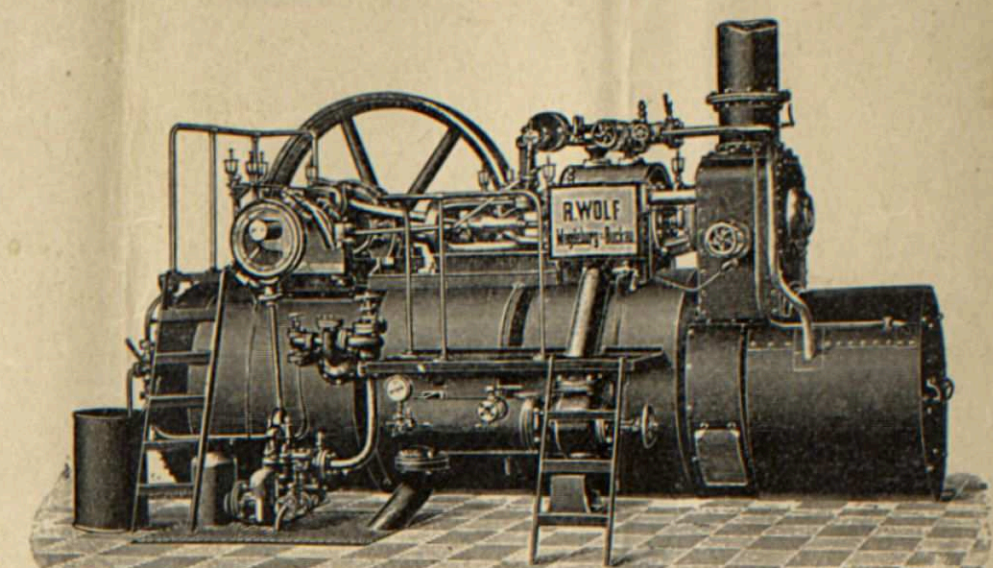
Фиг. 20.



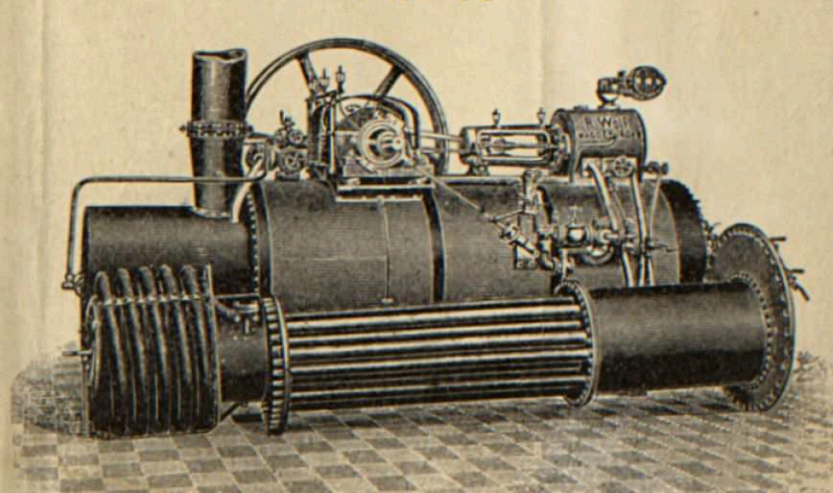
Фиг. 27.



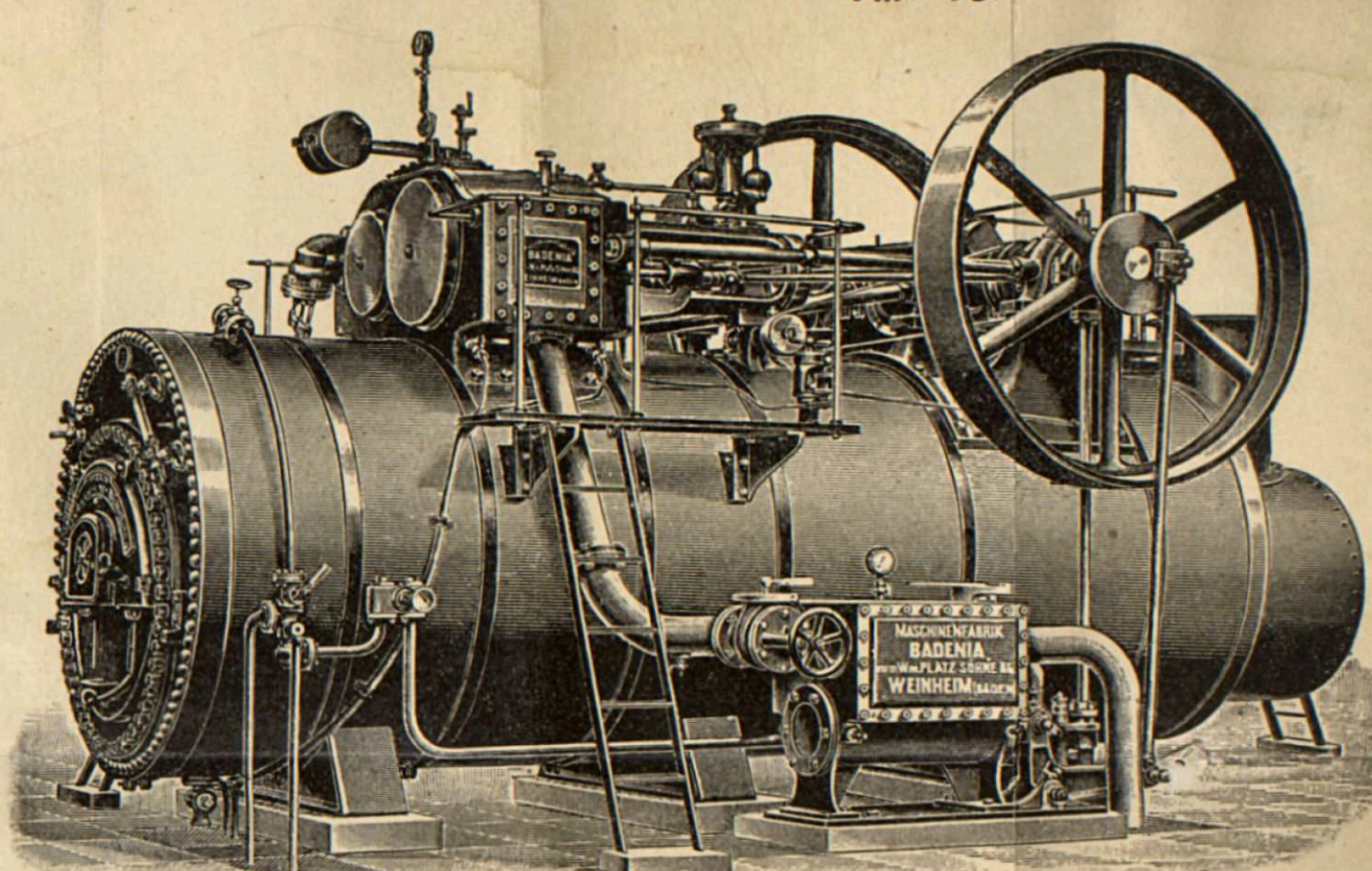
Фиг. 14.



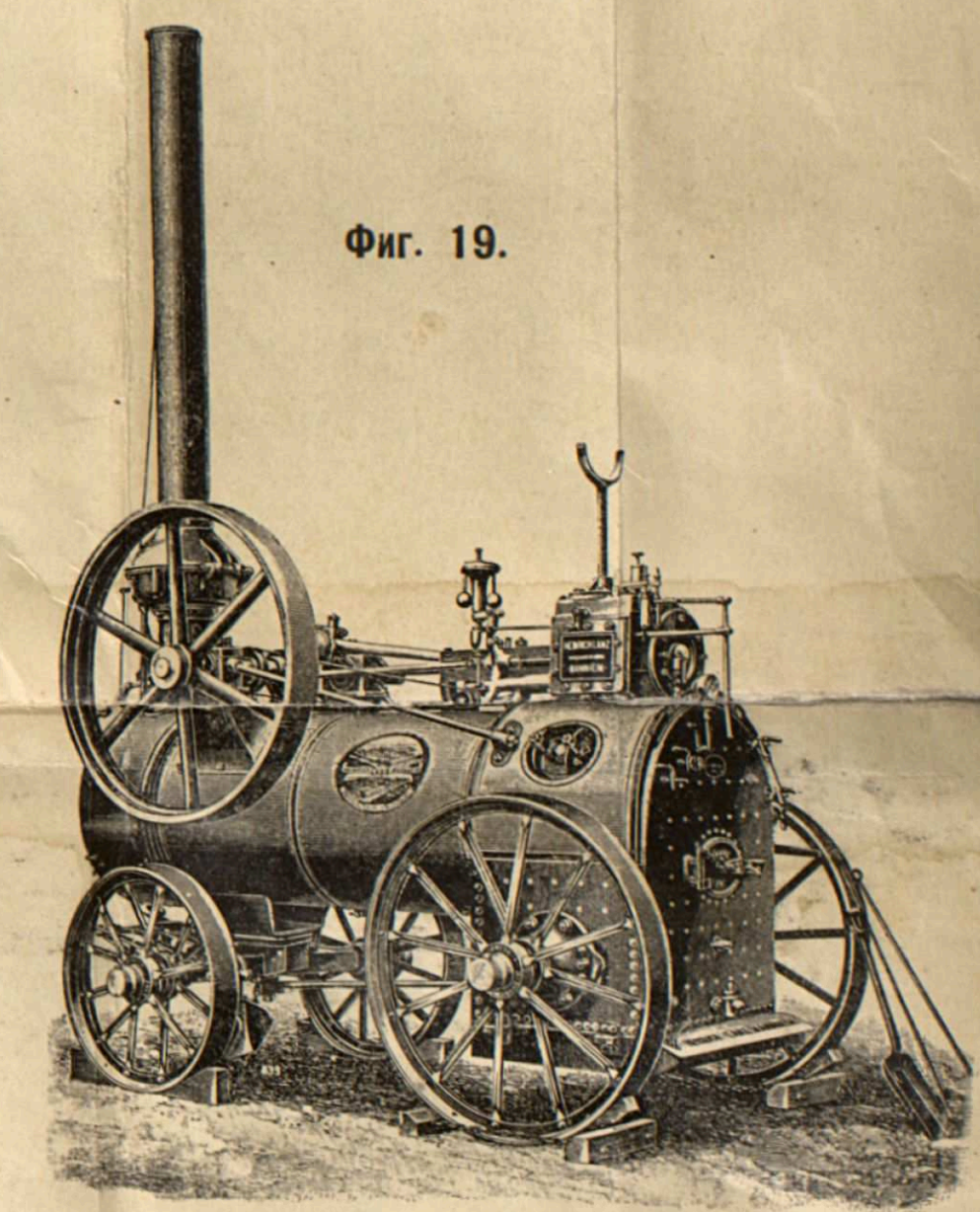
Фиг. 15.



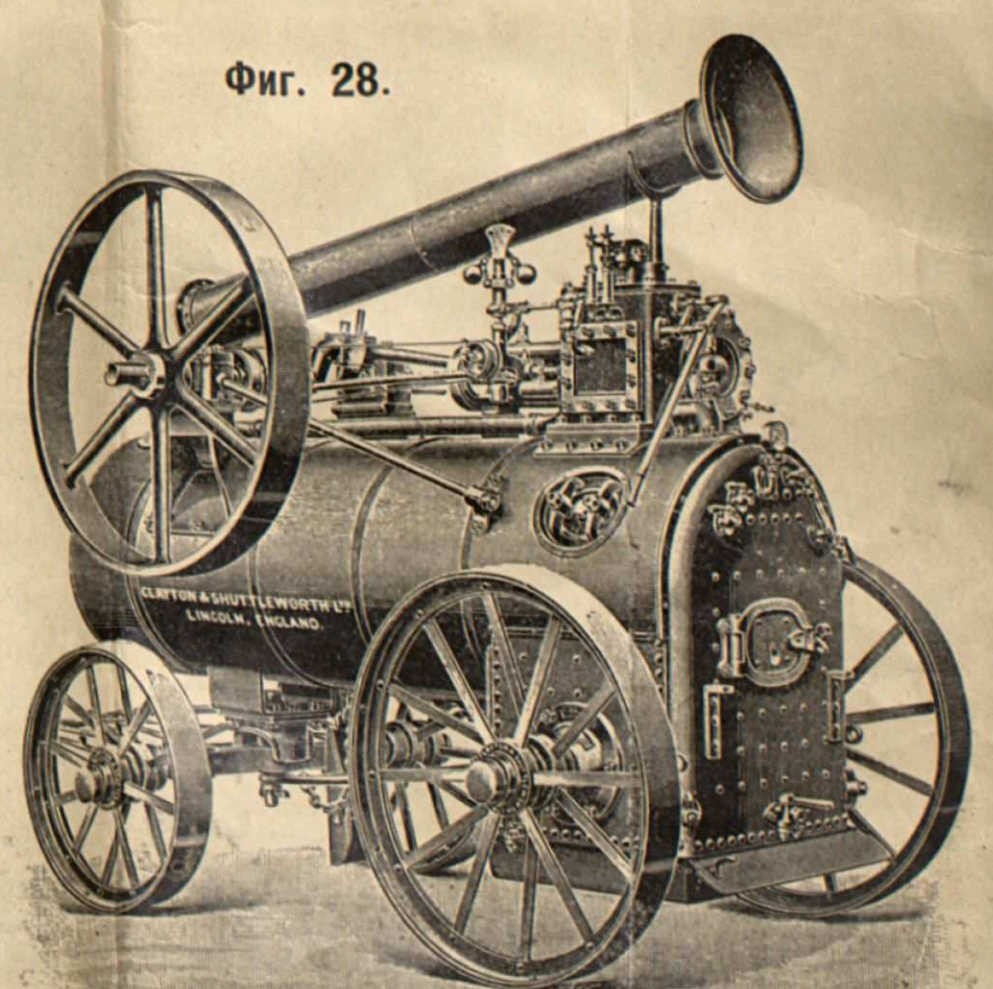
Фиг. 18.



Фиг. 19.



Фиг. 28.



Долгопоемный, Москва 7 октября 1904 года.

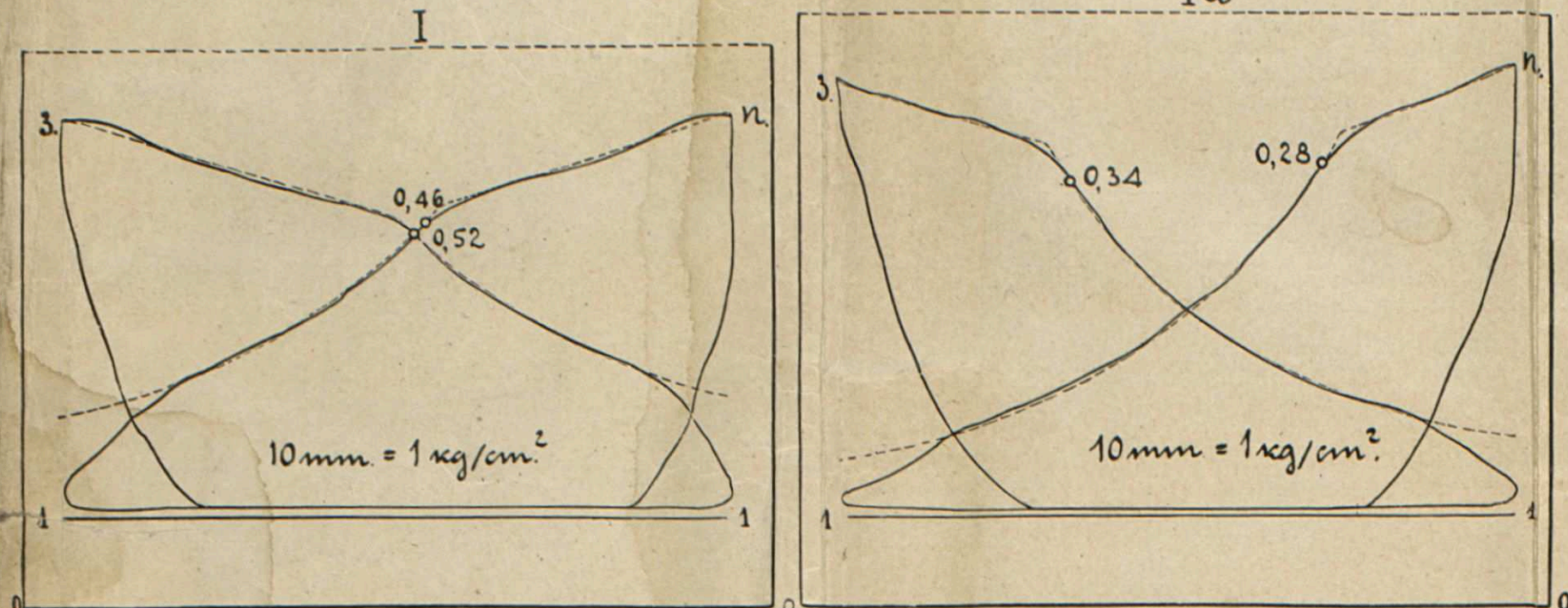
Изданы инженеры Ж. М. Лукецкаго и Ж. В. Подчешенкова.

Фиг. 16—18 и 22—23. Перевозный локомобиль, завода J. Lanz, марки G, 6 в 12.

Фиг. 19—21 и 24—25. Перевозный локомобиль, завода Ruston, Proctor & Co, марки 10, 6 в 20.

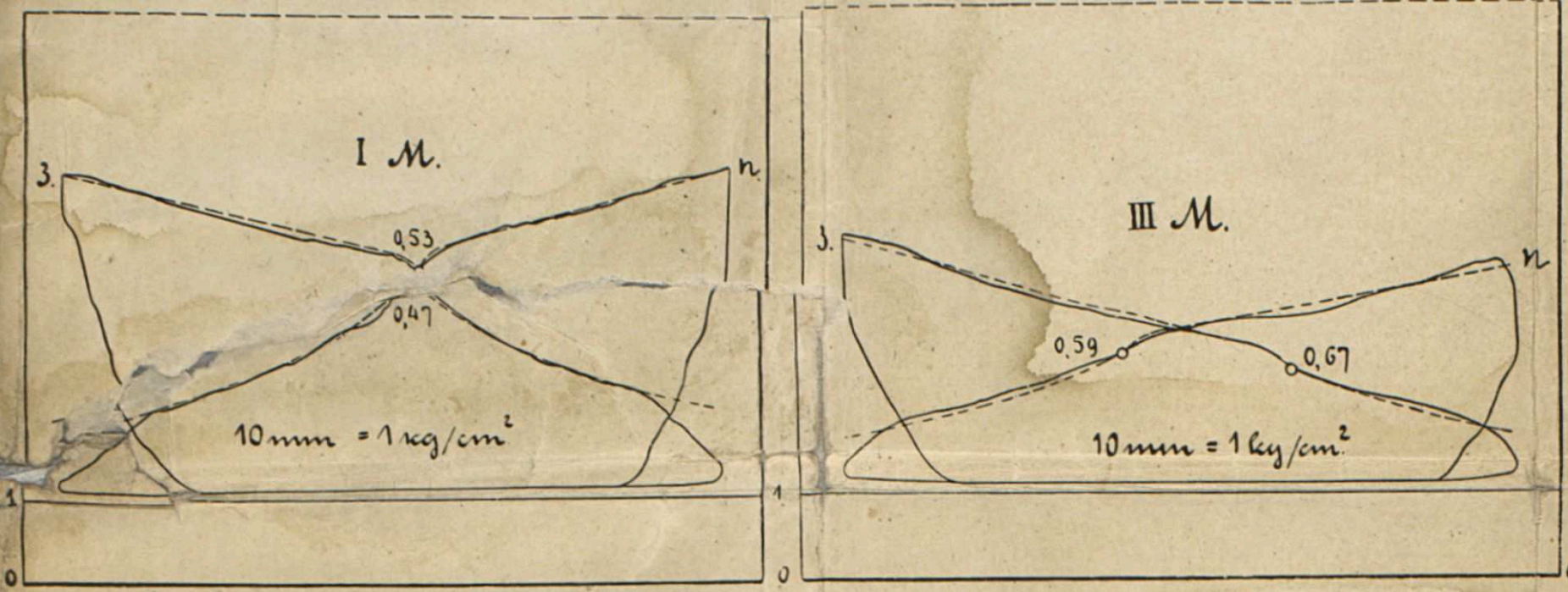
Фиг. 16.

Фиг. 17.



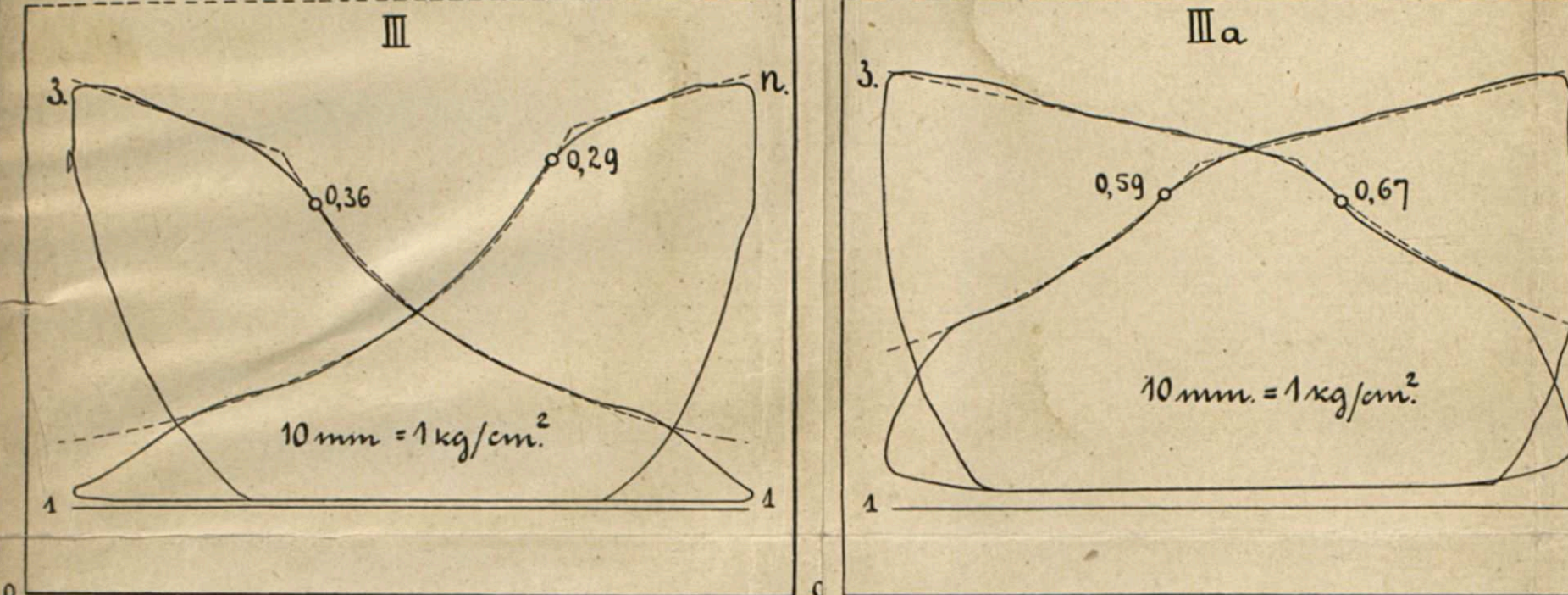
Фиг. 18.

Фиг. 19.



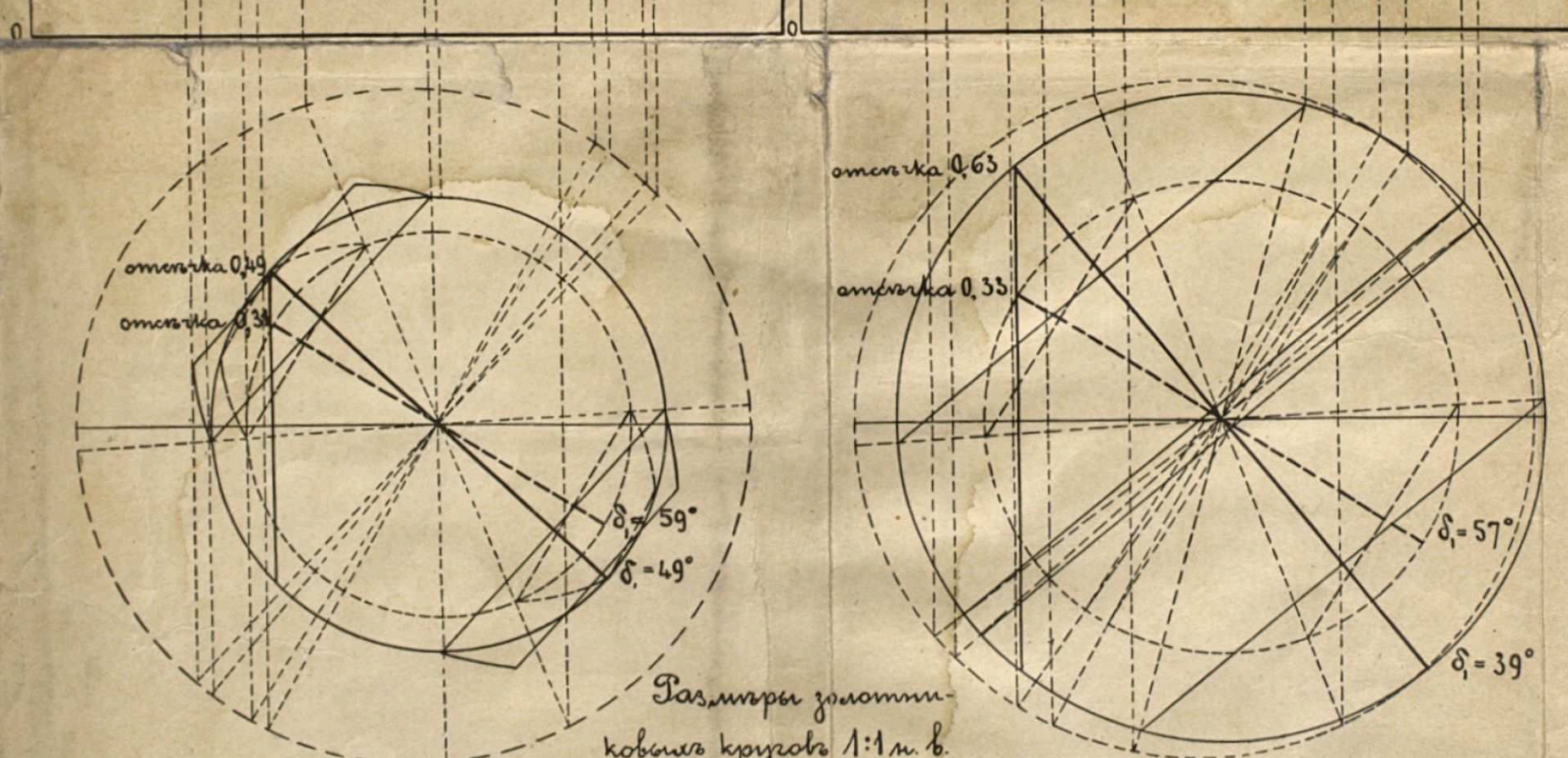
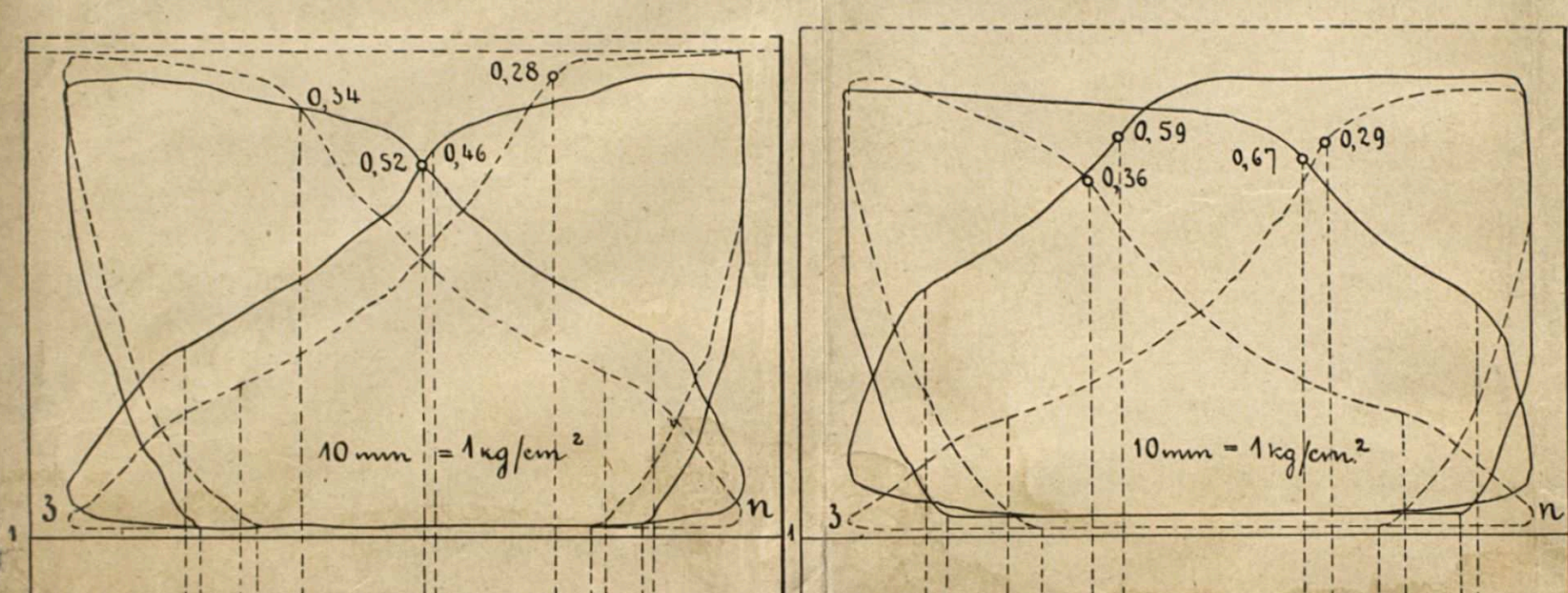
Фиг. 20.

Фиг. 21.



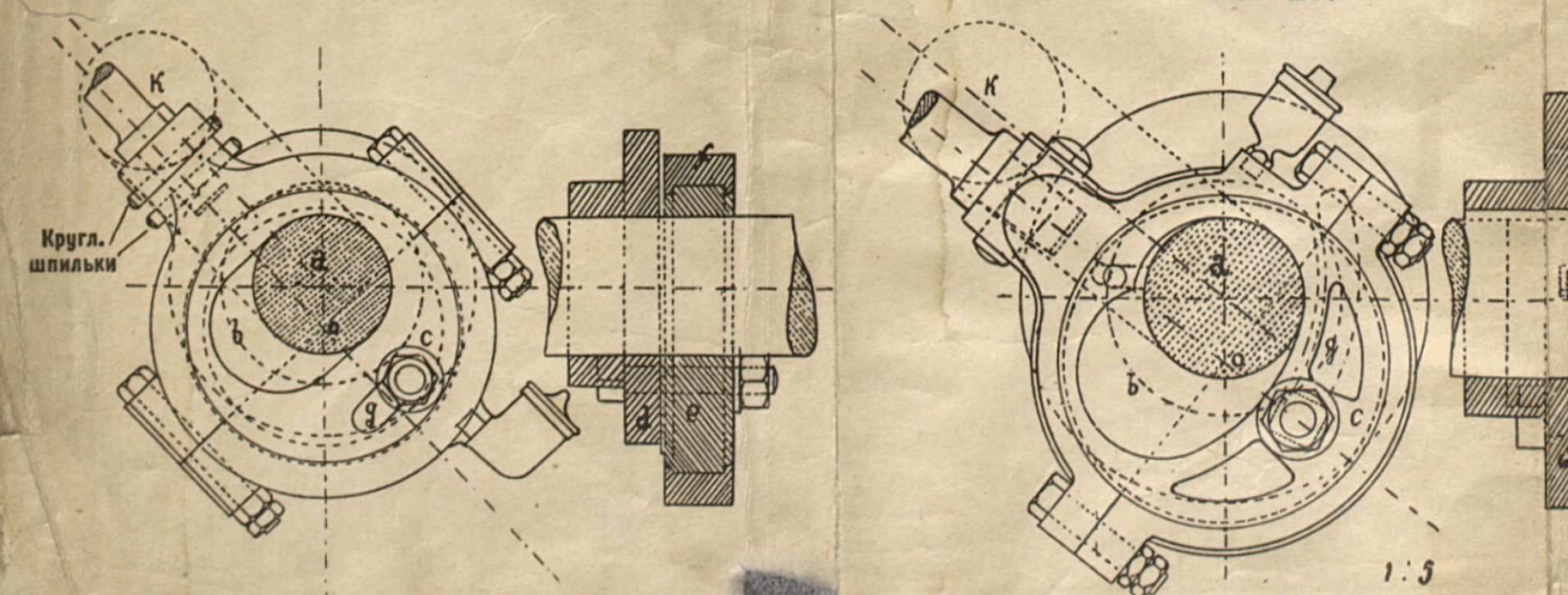
Фиг. 22.

Фиг. 24.



Фиг. 23.

Фиг. 25.



№ опыта	ФИРМА И МАРКА ЛОКОМОБИЛЯ	Давление в кг./см. кв. абсолютное	Среднее давление в кг./см. кв.	Среднее давление в кг./см. кв.	Среднее давление в кг./см. кв.	Относительная эффективность
I	H. Lanz, Mannheim, 5 HP ном.	648	4,90	2,81	154	0,49
I a		684	5,82	2,20	154	0,31
I M		651	4,21	1,96	160	0,5
III M	Ruston, Proctor & Co, Lincoln, 10 HP ном.	668	3,30	1,49	126	0,63
III		700	5,70	2,23	117	0,33
III a		697	5,55	3,44	114	0,63

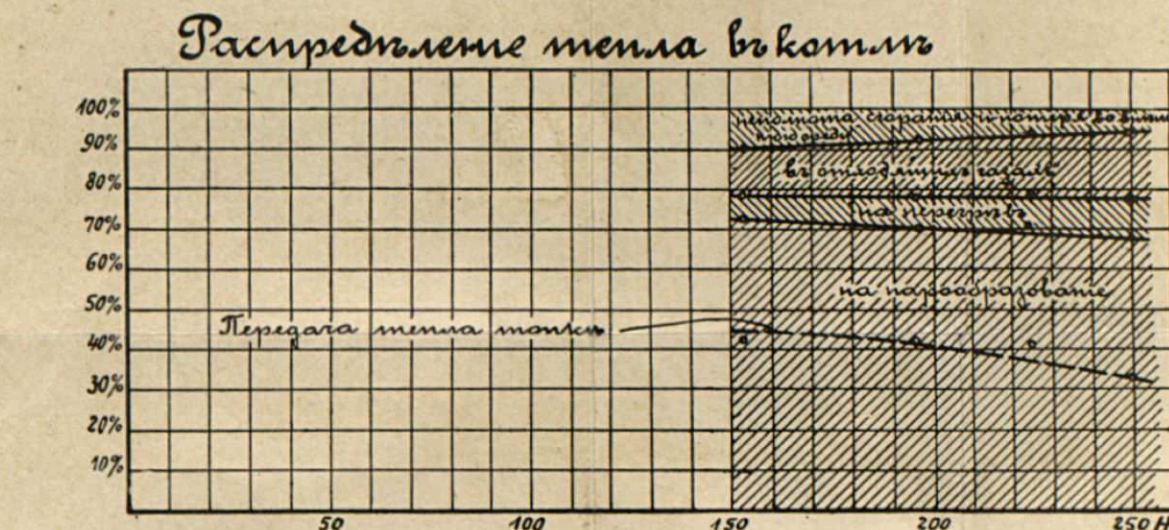
Фиг. 10.

Фиг. 11.

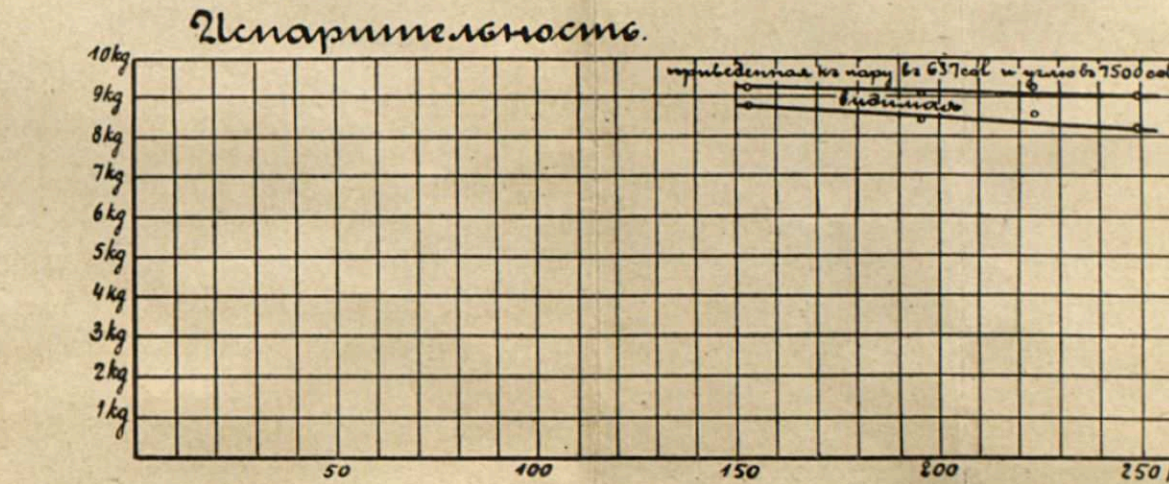
Полулокомобиль компаунд, с перегревом, с конденсацией, завода R. Wolf, марки JEC.V, 6 в 150.

Фиг. 12—15 графики результатов испытаний проф. Gutermuth 19-10-04.

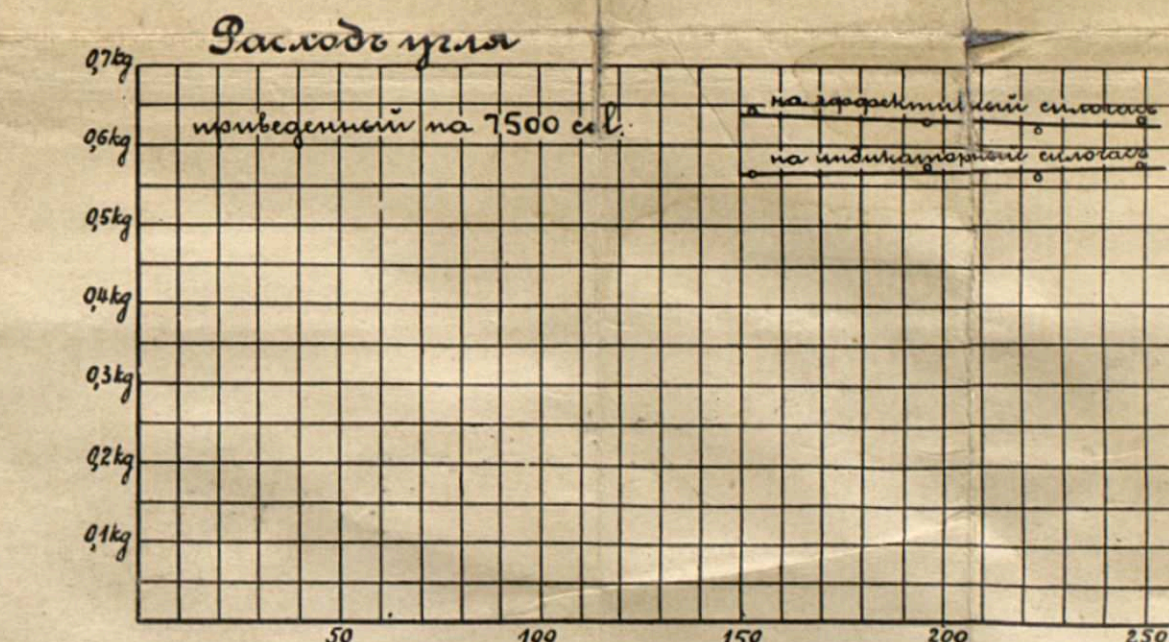
Фиг. 12.



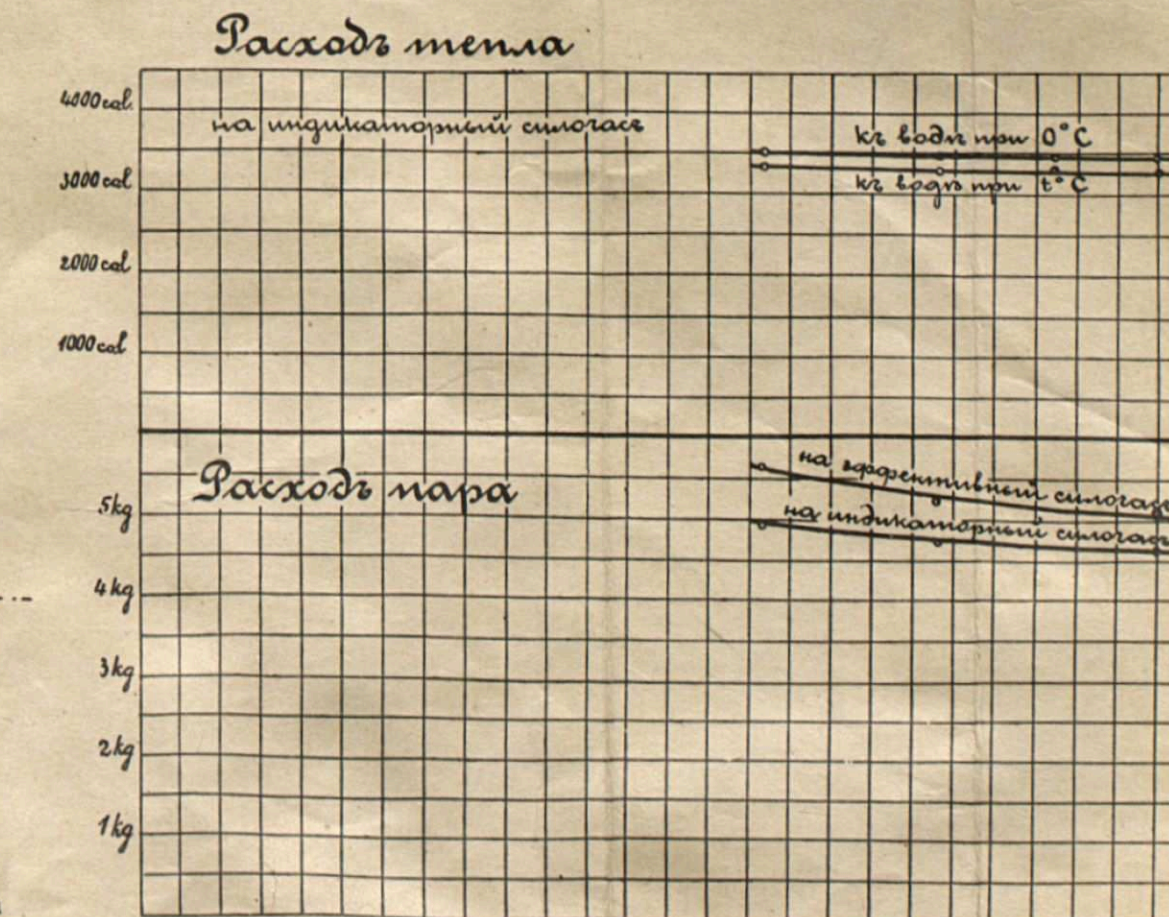
Фиг. 13.



Фиг. 14.



Фиг. 15.



Р=15,2

величина перегрева 134,4° С.

Д₁ = 160 мм. Р_к = 12 кг/см. кв. Д_н = 300 мм. Н = 14,3 м. S = 320 мм. n = 210.

Фиг. 6—7. N₁ = 44,7; D₁ = 4,4 кг; n = 212. Q₀ = 3230 cal/Hp/h, отъ °. Фиг. 8—9. N₁ = 65,6; D₁ = 4,4 кг; n = 212. Q₀ = 3215 cal/Hp/h, отъ °.

равноосная гипербола комбинированных диаграмм.

адабаты идеального процесса.

точка насыщения

величина перегрева 89,2° С.

Δ = 5,01%

Р = 9,54

величина перегрева 144,4° С.

Δ = 5,01%

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 6—9. Средние комбинированные диаграммы из испытаний Магдебургского Союза.

Фиг. 8.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 9.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 10.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 11.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 12.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 13.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 14.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 15.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 16.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 17.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 18.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 19.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Полулокомобиль тамдект, с перегревом, с конденсацией завода R. Wolf, марки JEC.III, 6 в 40.

Д₁ = 160 мм. Р_к = 12 кг/см. кв. Д_н = 300 мм. Н = 14,3 м. S = 320 мм. n = 210.

Фиг. 6—7. N₁ = 44,7; D₁ = 4,4 кг; n = 212. Q₀ = 3230 cal/Hp/h, отъ °.

Фиг. 8—9. N₁ = 65,6; D₁ = 4,4 кг; n = 212. Q₀ = 3215 cal/Hp/h, отъ °.

равноосная гипербола комбинированных диаграмм.

адабаты идеального процесса.

точка насыщения

величина перегрева 89,2° С.

Δ = 5,01%

Р = 9,54

величина перегрева 144,4° С.

Δ = 5,01%

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 6—9. Средние комбинированные диаграммы из испытаний Магдебургского Союза.

Фиг. 8.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 9.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 10.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 11.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 12.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 13.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 14.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 15.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 16.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 17.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 18.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 19.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 20.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

в Ц. В. Д. поршневой золотник.

в Ц. Н. Д. плоский золотник Трика.

Фиг. 7.

Паросодержание по диаграмм:

Ц. В. Д. при 10 атм. абс. = (104%) перегрева

" " " 4 " " = 89%

Ц. Н. Д. " 1 " " = 94,5%

равноосная гипербола комбинированных диаграмм.

адабаты идеального процесса.

точка насыщения

величина перегрева 89,2° С.

Δ = 5,01%

Р = 9,54

величина перегрева 144,4° С.

Δ = 5,01%

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 6—9. Средние комбинированные диаграммы из испытаний Магдебургского Союза.

Фиг. 8.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 9.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 10.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 11.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 12.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 13.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 14.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 15.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 16.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 17.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 18.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Фиг. 19.

точка насыщения

величина перегрева 82,3° С.

Δ = 5,01%

Полулокомобиль тамдект, с перегревом, с конденсацией завода R. Wolf, марки JEC.III, 6 в 40.

Д₁ = 160 мм. Р_к = 12 кг/см. кв. Д_н = 300 мм. Н = 14,3 м. S = 320 мм. n = 210.

Фиг. 6—7. N₁ = 44,7; D₁ = 4,4 кг; n = 212. Q₀ = 3230 cal/Hp/h, отъ °.

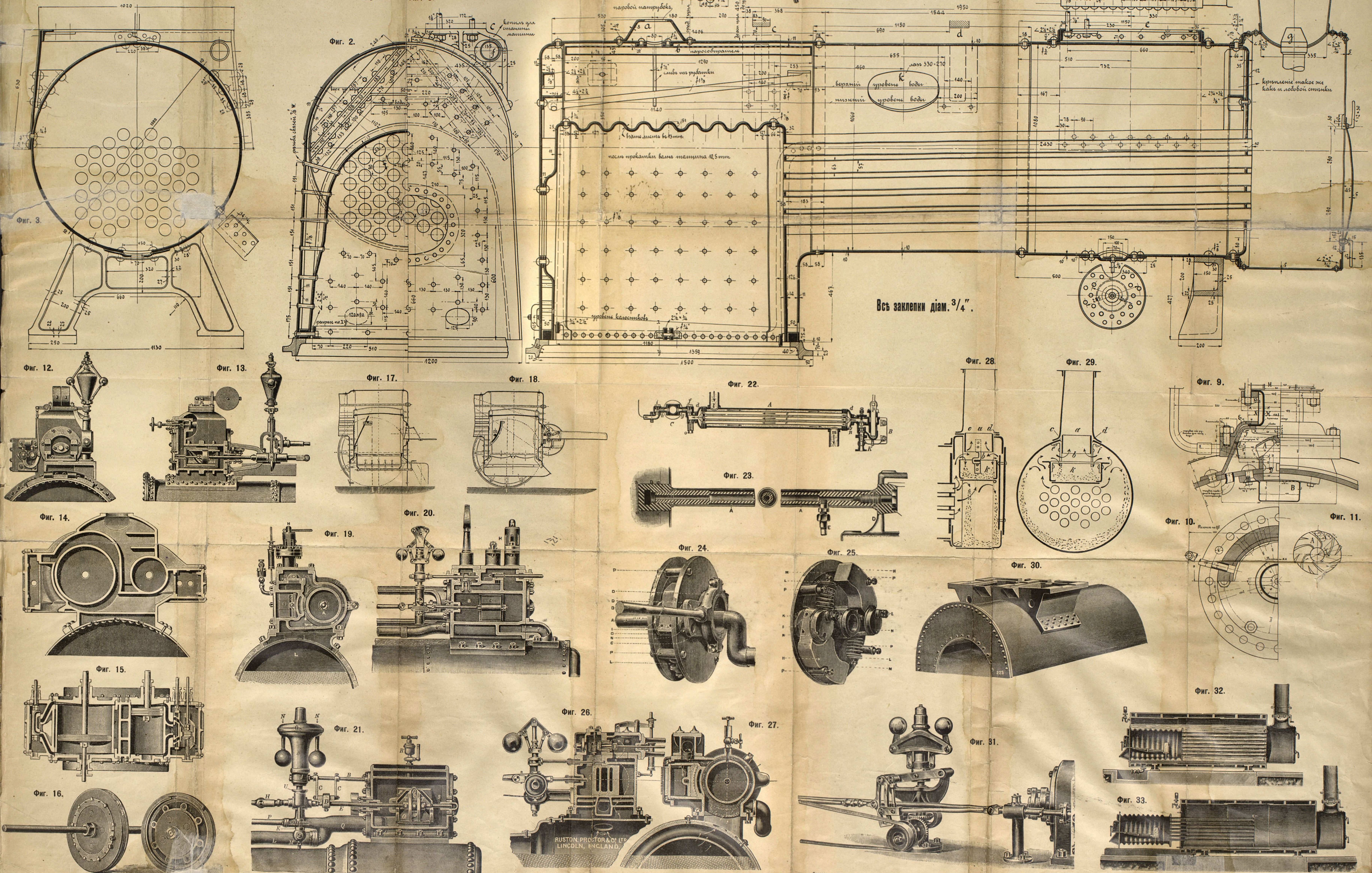
Фиг. 8—9. N₁ = 65,6; D₁ = 4,4 кг; n = 212. Q₀ = 3215 cal/Hp/h, отъ °.

Фиг. 1—11.

Локомотив, Верх-Исетского завода, марки 25 б 40.

$D = 300 \text{ мм}$ $p_h = 7 \text{ кг./см.}$
 $S = 400 \text{ мм}$ $H_n = 27,9 \text{ м.}$ Распределение Полосы с плоским регулятором
 $n = 130$ или

Фиг. 1—8 в 1:10 н. в. переставная отсечка золотником Трика.
 Фиг. 9—11 в 1:5 н. в.



Доводено цензурой. Москва 2 октября 1904 года.

Издание инженеров К. М. Лукецкого и К. В. Подчикова.

