

21.13
Р69

О МЕХАНИЧЕСКИХЪ СРЕДСТВАХЪ
ДЛЯ
ТЯГИ ПО РЕЛЬСОВЫМЪ ПУТЯМЪ.

Читано въ Институтѣ Инженеровъ п. с. Императора Александра I, 30 ноября 1887 года,

А. Д. Романовымъ.

СЪ 2 ЛИСТАМИ ЧЕРТЕЖЕЙ.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.

Типографія инженера Ю. Н. Эрлихъ, В. Садовая, № 9.
1888.

1904 г.

Дата 2004

О МЕХАНИЧЕСКИХЪ СРЕДСТВАХЪ

621.13
P69

ДЛЯ

ТЯГИ ПО РЕЛЬСОВЫМЪ ПУТЯМЪ.

299929

Читано въ Институтѣ Инженеровъ п. с. Императора Александра I 30 ноября 1887 года

А. Д. Романовымъ.



С.-ПЕТЕРБУРГЪ.
Типографія Ю. Н. Эрлихъ, Б. Садовая, № 9.
1888.

БИБЛИОТЕКА
Белорусского
института инженеров
железнодорожного
транспорта

О МЕХАНИЧЕСКИХЪ СРЕДСТВАХЪ

ДЛЯ

ТЯГИ ПО РЕЛЬСОВЫМЪ ПУТЯМЪ.

Содержаніе.—Различіе между желѣзными дорогами и трамами. — Паровозы прежде и теперь. — Попытки усовершенствовать паровозы: парораспределительные механизмы, паровыя рубашки, послѣдовательная работа пара въ нѣсколькихъ цилиндрахъ. — Вліяніе успѣха въ усовершенствованіи морскихъ машинъ на вопросъ объ усовершенствованіи паровозовъ. — Примѣненіе системы компаундъ къ паровозамъ, сдѣланное г. *Mallet*. — Опыты г. Бородина и г. Сандифорда. — Кирпичные своды и стѣны въ паровозныхъ топкахъ. — Особенности американскихъ паровозовъ. — Топка г. *Wooten*'а. — Паровозъ г. *Strong*'а. — Приспособленія, сдѣланныя инженерами *Ricour* и *Desdovits* въ французскомъ подвижномъ составѣ для уменьшенія сопротивленія поѣздовъ движенію. — Желѣзныя дороги съ крутыми подъемами—системы *Fell*'а, *Riggenbach*'а, *Abt*'а и *Agudio*. — Канатные трамы. — Паровозы для трамвѣвъ, съ конденсаторами. — Локомотивы, работающіе сжатымъ воздухомъ. — Заключенія комисіи, производившей сравнительную оцѣнку движителей для трамвѣвъ на международномъ конкурсѣ во время Антверпенской выставки 1885 года. — Электрическіе вагоны съ аккумуляторами. — Паровозы безъ топки—системы *Francq*'а и *Honigmann*'а.

Милостивые государи!

Имѣя въ виду представить Вамъ очеркъ механическихъ средствъ для тяги по рельсовымъ путямъ и того, что сдѣлано замѣчательнаго въ этой области техники за послѣдніе годы, я оставляю совершенно въ сторонѣ поднятыя надъ землей и укрѣпленныя на столбахъ дороги, какова, напр., однорельсовая желѣзная дорога Ляртига (*Lartigue*), устроенная въ Алжирѣ; сюда-же могутъ быть отнесены воздушныя линіи проволочно-канатныхъ и электрическихъ (тельфѣраджныхъ) дорогъ для перевозки сыпучихъ грузовъ (хлѣба, руды, каменнаго угля, глины и т. п.).

Я остановлюсь на путяхъ, представляющихъ для повозокъ искусственную колею въ видѣ двухъ параллельныхъ линій рельсовъ, уложенныхъ на подготовленной надлежащимъ образомъ земной поверхности.

Относительно этихъ путей можно замѣтить, что такъ называемыя

желѣзныя дороги, вообще говоря, на полосѣ земли, занятой ими, исключаютъ уже возможность передвиженія обыкновенныхъ повозокъ, кромѣ извѣстныхъ мѣстъ—особо для того устраиваемыхъ переѣздовъ. Другого рода рельсовые пути, называемые трамами (голанд. *tram*, англ. *tramway*, нѣм. *Trambahn*), такой помѣхи обыкновеннымъ повозкамъ не представляютъ, и укладываются даже на городскихъ улицахъ въ уровень съ мостовой.

Кромѣ того трамы представляютъ и другія особенности: прибѣгая къ машинному двигателю вмѣсто конской тяги, необходимо имѣть въ виду, чтобы не пугались лошади и чтобы вообще не было опасности и неудобствъ для жителей; наружу не должно вылетать ни искръ, ни золы, ни дыму; движеніе должно производиться съ небольшою скоростью (не болѣе 10—12 километровъ въ часъ) и по возможности безъ шума.

Дороги эти стали распространяться лишь съ конца 50-хъ годовъ, сначала въ Англіи и Сѣверо-Американскихъ штатахъ, а затѣмъ и въ другихъ государствахъ, особенно въ Италіи и Голандіи.

На трамахъ тяга производится теперь очень разнообразными двигателями и въ значительныхъ еще размѣрахъ лошадьми.

Не то представляютъ собственно желѣзныя дороги—тутъ для тяги поѣздовъ уже нѣтъ животныхъ, и движеніе производится паровозами.

Въ настоящее время на земномъ шарѣ имѣется всего около 500.000 километровъ желѣзныхъ дорогъ, съ числомъ паровозовъ болѣе 100.000.

Само собою разумѣется, что эти паровозы не одинаковы между собою—и не только въ разныхъ странахъ, гдѣ взгляды и привычки техниковъ, а также условія эксплуатаціи желѣзныхъ дорогъ могутъ быть очень различны, но и на одной и той-же дорогѣ приходится имѣть разные паровозы: для пассажирскаго движенія требуются болѣе значительныя скорости, чѣмъ для товарнаго, а товары, для удешевленія провоза, стараются перевозить въ большихъ массахъ, такъ что товарные поѣзда представляютъ болѣе значительное сопротивленіе перемѣщенію, чѣмъ пассажирскіе. Эти требованія вліяютъ на размѣры частей паровозовъ: такъ, напр., чѣмъ скорость должна быть значительнѣе, при небольшой сравнительно силѣ тяги, тѣмъ движущія колеса паровоза должны быть больше.

Въ общихъ чертахъ однако современные паровозы представляютъ

очень много сходства не только между собою, но и съ прежними паровозами, строившимися 50 лѣтъ тому назадъ.

Здѣсь (черт. 1) Вы видите эскизъ паровоза „Planet“, построеннаго въ 1830 году Робертомъ Стефенсономъ. Паровозъ этотъ въ свое время считался образцовымъ, и строители въ теченіе нѣсколькихъ лѣтъ рабски копировали его, не рѣшаясь дѣлать отступленій по отношенію къ общему расположенію и подробностямъ.

Однако уже въ тридцатыхъ годахъ движеніе пассажировъ и грузовъ на Ливерпуль-манчестерской ж. дорогѣ достигло такихъ размѣровъ, что Робертъ Стефенсонъ сталъ строить болѣе сильные паровозы.

Паровозы для обыкновенныхъ жел. дорогъ	<i>Rocket</i>	<i>Planet</i>	<i>Atlas</i>	Паровозъ <i>express</i> системы <i>compound</i> съ двумя цилиндрами Worsdell 1885	Товарный восьми- колесный паровозъ Kessler 1877
	1829	1830	1832		
	Robert Stephenson				
Диаметръ цилиндровъ . . въ м.	0,203	0,279	0,304	0,456 и 0,664	0,500
Ходъ поршней	0,418	0,406	0,406	0,610	0,650
Диаметръ движущихъ колесъ „ „	1,436	1,524	1,524	2,134	1,200
Площадь рѣшетки . . . кв. м.	0,56	1,60	0,85	1,61	1,92
Поверхность нагрѣва топки „ „	1,86	3,27	5,30	10,80	9,63
Поверхность нагрѣва трубокъ „ „	10,94	25,95	20,24	100,20	170,85
Полная поверхн. нагрѣва „ „	12,80	29,22	25,54	111,00	180,48
Число жаровыхъ трубокъ . . .	25	94	68	201	212
Вѣсъ паровоза въ рабочемъ состояніи тон.	4,32	9,14	11,58	44,50	45,75
Вѣсъ тендера въ рабочемъ со- стояніи тон.	3,25	4,06	5,59	32,50	27,75
Число колесъ паровоза	4	4	6	8	8
Число движущихъ осей	1	1	2	2	4
Скорость поѣзда . кил. въ часъ	22	25	15,5	100	25
Давленіе пара въ котлѣ (дѣй- ствительное, т. е. за вычетомъ наружнаго) атм.	3,3	3,3	3,6	11,25	9

Къ числу ихъ относится *Atlas*, размѣры котораго приведены здѣсь въ таблицѣ—онъ могъ уже брать поѣзда въ 193 тонны, не считая собственнаго вѣса и вѣса тендера, между тѣмъ какъ Планета была въ состояніи возить поѣзда вѣсомъ только въ 77 тоннъ.

Съ тѣхъ поръ требованія какъ относительно силы тяги, такъ и скорости, все возрастали, и въ настоящее время паровозы, какъ напр., приведенный въ таблицѣ паровозъ Ворсдела (*Worsdell*), могутъ развивать болѣе 600 индикаторныхъ лошадей, между тѣмъ какъ Атласъ Стефенсона давалъ всего 60 лошадей.

Сравнивая паровозъ *Worsdell*'а для скорыхъ пассажирскихъ поѣздовъ и паровозъ Кеслера (*Kessler*) для тяжелыхъ товарныхъ—(замѣчу здѣсь, что этотъ послѣдній, представляющій одинъ изъ лучшихъ типовъ этого рода паровозовъ, былъ выработанъ заводомъ по указаніямъ покойнаго професора нашего института Л. А. Еракова)—сравнивая эти паровозы съ паровозами 30-ыхъ годовъ, можно сказать, что у теперешнихъ паровозовъ значительно увеличены размѣры, вѣсъ, давленіе пара въ котлѣ и, вслѣдствіе этого, сила паровозовъ. Притомъ въ подробностяхъ устройства паровозовъ сдѣланы разныя усовершенствованія.

Благодаря этому теперешніе паровозы, при благоприятныхъ условіяхъ, въ состояніи расходовать около 1,5 килограмовъ каменнаго угля на паровую лошадь въ часъ—между тѣмъ какъ прежніе паровозы, еслибъ они отапливались также углемъ, а не коксомъ, сжигали бы вдвое и даже втрое больше.

Нельзя однако сказать, что мы достигли послѣдней степени совершенства паровоза, какъ паровой машины,—еслибъ онъ былъ вполне совершенной машиной, онъ долженъ былъ бы расходовать только 0,5 килограмма угля на паровую лошадь въ часъ.

Получить отъ паровоза больше, чѣмъ онъ даетъ,—это очень сложная задача, и въ послѣднее время для этой цѣли дѣлали въ паровозахъ измѣненія, во-первыхъ, устраивая машину паровоза такъ, чтобы паръ давалъ какъ можно больше работы; во-вторыхъ, заставляя топливо сгараť какъ можно лучше и доставлять какъ можно больше пару; въ-третьихъ, стараясь уменьшить сопротивленія, преодолеваемые паровозомъ при движеніи поѣзда.

Въ отношеніи болѣе выгоднаго употребленія пара сперва пробо-вали достигъ лучшаго, совершенствуя парораспределительные меха-

низмы, — опыты однако показали, что кулиса Стефенсона съ простымъ золотникомъ не менѣе другихъ механизмовъ выгодна относительно работы пара, и если мы теперь видимъ, у англійскихъ паровозовъ въ особенности, все болѣе и болѣе распространяющееся примѣненіе кулисы Джоя (*Joy*), то благодаря только тому, что она легче и состоитъ изъ меньшаго числа частей. Теперь пришли окончательно къ заключенію, что для паровозовъ слѣдуетъ отдавать предпочтеніе тѣмъ парораспредѣлительнымъ механизмамъ, которые проще.

Производя опыты надъ паровыми машинами, французскіе изслѣдователи Томá (*Thomas*—1837) и Комбъ (*Combes*—1843) замѣтили, что во время расширенія пара, послѣ отсѣжки, происходитъ испареніе воды, всегда имѣющейсь въ цилиндрахъ вмѣстѣ съ паромъ, — испареніе, конечно, на счетъ теплоты, получаемой отъ того, съ чѣмъ паръ соприкасается, т. е. отъ стѣнокъ цилиндровъ. Безъ теплоты извнѣ, какъ извѣстно изъ термодинамики, насыщенный паръ при расширеніи долженъ частью даже обращаться въ воду, конденсироваться. На основаніи своихъ опытовъ *Thomas* и *Combes* пришли къ заключенію, что выгодно окружать стѣнки цилиндровъ паровой оболочкой или рубашкой, а *Combes* совѣтывалъ еще помѣщать паровые цилиндры въ дымовой коробкѣ для того, чтобы стѣнки ихъ нагрѣвались горячими газами, проходящими въ дымовую трубу.

Обстоятельнымъ изученіемъ этого вопроса о взаимодѣйствіи между паромъ и стѣнками цилиндровъ мы обязаны Кларку (*Clark*) — на основаніи многочисленныхъ опытовъ прямо надъ паровозами онъ пришелъ къ заключеніямъ, которыя изложены въ его извѣстномъ трудѣ „*Railway Machinery*“, изданномъ въ началѣ 50-хъ годовъ, и къ этимъ заключеніямъ *Clark*'а по настоящее время прибавлено очень немного *).

Затѣмъ въ половинѣ 50-хъ годовъ началъ свои опыты Гирнъ (*Hirn*) для выясненія пользы паровыхъ рубашекъ и употребленія перегрѣтаго пара.

На основаніи опытовъ и теоретическихъ соображеній можно прийти къ выводу, что паровыя рубашки со свѣжимъ паромъ тѣмъ

*) См. также статью *Clark*'а: On the behaviour of steam in the cylinders of locomotives during expansion (*Minutes of Proceedings of the Institution of Civil Engineers*, 1883, vol. LXXII, p. 275).

болѣе приносятъ выгоды, чѣмъ степень расширенія больше, и наоборотъ, еслибъ парь работалъ въ цилиндрахъ вовсе безъ расширенія, то паровая рубашка не только не принесла бы пользы, но вызвала бы лишній расходъ теплоты. Парь для рубашекъ слѣдуетъ употреблять свѣжій, а не отработавшій, и еще лучше пускать въ рубашки цилиндровъ парь не изъ котла, а какъ это сдѣлалъ недавно итальянскій инженеръ Гуцци (*Guzzi*), изъ особаго прибора съ водой, помѣщеннаго у топки котла и дающаго, подобно системѣ Перкинса (*Perkins*), парь высокаго давленія; г. *Guzzi* получилъ значительную экономію въ топливѣ, пуская въ рубашки сильно нагрѣтый парь, — расходъ пара на индикаторную лошадь былъ 8,73 килограмма въ часъ, между тѣмъ какъ при употребленіи пара изъ котла расходъ составлялъ 10,55 килограмма. Заслуживаетъ вниманія замѣчаніе г. *Guzzi*, что во избѣжаніе чрезмѣрныхъ давленій, представляемыхъ водянымъ паромъ, для рубашекъ цилиндровъ можно было бы употреблять другія жидкости, кипящія при болѣе высокыхъ температурахъ, напр. ртуть или льняное масло *).

Что касается того, чтобы передъ впускомъ въ цилиндръ рабочей парь предварительно подвергать перегрѣву, то опыты Лелутра (*Leloutre*) привели къ заключенію, что нагрѣвъ пара даже до 230°C очень мало приноситъ пользы въ этомъ отношеніи, и всегда значительная часть пара, вступающаго въ цилиндры, оказывается обратившейся въ воду, подъ вліяніемъ болѣе холодныхъ стѣнокъ цилиндровъ.

Если эта вода не успѣетъ во время расширенія обратиться въ парь, то при выпускѣ она вслѣдствіе уменьшенія давленія испарится и при этомъ унесетъ съ собою значительное количество теплоты, отнявъ ее отъ горячихъ еще стѣнокъ цилиндра. Теплота эта будетъ потеряна, а цилиндръ охладится, и при впускѣ свѣжаго пара часть его будетъ обращаться въ воду, осаждаться.

Еслибъ мы вмѣсто выпуска пара въ атмосферу дали бы ему выходъ въ другой цилиндръ, то теплота, унесенная имъ, не пропала бы для работы машины; такое устройство было осуществлено въ машинахъ Вульфа (*Wolf*) съ двумя цилиндрами.

Въ 1854 году эту систему примѣняли къ морскимъ паровымъ

*) Engineer, 1887, October 14, p. 314.

машинамъ Джонъ Элдеръ (*John Elder*) въ *Glasgow* (на тогдашнемъ заводѣ *Randolph, Elder & Co*), употребивъ двѣ пары цилиндровъ, т. е. всего четыре цилиндра, поршни которыхъ дѣйствовали на два мотыля, поставленные подъ прямымъ угломъ; въ 1868 году сдѣлано было упрощеніе въ томъ отношеніи, что вмѣсто четырехъ цилиндровъ стали употреблять для морскихъ машинъ два цилиндра, одинъ большой, другой малый, съ мотылями подъ прямымъ угломъ; паръ изъ котла впускается въ малый цилиндръ, на известной части хода отсѣкается, а когда поршень достигнетъ середины хода, паръ выпускается черезъ промежуточный резервуаръ (*receiver*) въ большой цилиндръ, и, уже послѣ работы тамъ, ему дается выходъ вонъ, въ холодильникъ. Въ отличіе отъ системы Вульфа эта система называется компаундъ (*compound*), и введеніе ея на морскихъ пароходахъ дало значительную экономію въ топливѣ — около 25%. Эта экономія еще увеличилась, когда стали употреблять котлы съ болѣе высокимъ давленіемъ пара: въ концѣ 70-хъ годовъ давленіе въ морскихъ котлахъ довели до 6 слишкомъ атмосферъ, и расходъ угля на морскихъ пароходахъ понизился до 0,8 килограмма на индикаторную лошадь въ часъ вмѣсто 1,35 килограмма, какъ то было въ шестидесятыхъ годахъ.

Въ 1874 г. Керкъ (*Alexander Kirk*) въ *Glasgow* (заводъ *Napier & Sons*) пошелъ еще дальше, устроивъ машину съ тоекратнымъ расширеніемъ (*triple expansion engine*), т. е. съ послѣдовательнымъ расширеніемъ не въ двухъ, а въ трехъ цилиндрахъ; при давленіи рабочаго пара въ 11 атмосферъ, такія машины представляютъ иногда сравнительно съ компаундъ экономію около 20%, такъ что расходъ угля понижается до 0,65 килограмма на индикаторную лошадь въ часъ. А заводъ *Denny & Co* въ *Dumbarton*'ѣ идетъ еще далѣе и строитъ машины съ четырехкратнымъ расширеніемъ, при давленіи пара 11,5—12,5 атмосферъ. Чтобы судить, насколько приблизились теперь морскія машины къ совершенству, замѣчу, что благодаря употребленію холодильниковъ совершенная машина потребовала-бы здѣсь 0,24 килограмма угля на индикаторную лошадь въ часъ.

Успѣхъ, достигнутый примѣненіемъ послѣдовательной работы пара въ нѣсколькихъ цилиндрахъ на морскихъ пароходахъ, не остался безъ вліянія на вопросъ объ усовершенствованіи паровозовъ, и въ 1877 году г. Малé (*Mallet*) примѣнилъ систему *compound* къ нѣ-

сколькимъ паровозамъ, построеннымъ для желѣзной дороги *Bayonne-Biarritz* *).

Вслѣдствіе удовлетворительныхъ результатовъ, полученныхъ на этой дорогѣ отъ примѣненія системы *compound*, Юго-западныя ж. дороги перестроили въ 1880 году одинъ изъ своихъ паровозовъ по плану г. *Mallet*, и въ то же время другой паровозъ былъ снабженъ цилиндрами съ паровыми рубашками.

Г. Бородинъ, главный инженеръ службы тяги и подвижнаго состава Юго-западныхъ ж. дорогъ, предпринялъ два ряда опытовъ для сравненія работы этихъ паровозовъ съ работою обыкновенныхъ паровозовъ: одинъ рядъ опытовъ былъ произведенъ въ мастерскихъ, гдѣ паровозы работали какъ постоянныя машины, другой — при работѣ паровозовъ въ поѣздахъ.

Въ запискѣ о результатахъ этихъ опытовъ, читанной 17 августа прошлаго (1886) года въ *Institution of Mechanical Engineers* въ Лондонѣ, г. Бородинъ приходитъ къ слѣдующимъ заключеніямъ относительно того, какъ велика выгода, доставляемая паровыми рубашками и системою компаундъ:

— 1) Паровыя рубашки на обыкновенномъ паровозѣ, работавшемъ на первомъ и второмъ зубѣ (т. е. при отсѣчкѣ пара около 20 и 30%) въ мастерскихъ, какъ постоянная машина, дали экономію въ расходѣ пара 16—12%; при опытныхъ же поѣздкахъ отъ рубашекъ вообще не получалось удовлетворительныхъ результатовъ, за исключеніемъ того случая, когда паровозъ работалъ на первомъ зубѣ; но этотъ результатъ слѣдуетъ приписать отчасти потерѣ пара на нагрѣваніе стѣнокъ рубашекъ всякій разъ, какъ открывался регуляторъ, и въ особенности несовершенному удаленію воды изъ рубашекъ.

— 2) Примѣненіе системы *compound* дало несомнѣнно экономію въ парѣ и въ топливѣ; величина этой экономіи замѣтно измѣняется съ условіями, при которыхъ приходится машинѣ работать, и при обыкновенныхъ обстоятельствахъ можетъ быть принимаема отъ 15 до 20%.

— При опытахъ съ паровозомъ *compound* вѣсовая единица дровъ

*) *Mémoires et compte-rendu des travaux de la Société des ingénieurs civils, Paris, 1877, p. 852.*

Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, Tome XII, 1885, p. 237.

давала больше пару, но это нельзя съ увѣренностью приписать системѣ *compound*: это могло произойти отъ особенностей котла и кочегара, а также отъ недостаточной точности въ учетѣ расхода дровъ. Тѣмъ не менѣе, въ виду того что паровозъ *compound* для данной работы потребляетъ меньше топлива, онъ будетъ требовать и меньшей тяги воздуха и будетъ рѣже нуждаться въ невыгодномъ подтягиваніи конуса; а потому въ котлѣ машины *compound* можно извлекать болѣе пользы изъ топлива.

— Далѣе, меньшій расходъ пара позволяетъ паровозу *compound* брать болѣе тяжелые поѣзда, если только имѣется избытокъ какъ силы тяги, такъ и сцепленія. Это одна изъ важныхъ выгодъ системы *compound*, и ея не слѣдуетъ упускать изъ виду при оцѣнкѣ системы.

— Принимая во вниманіе, что паровозъ *compound*, съ которымъ производились опыты, едва-ли представляетъ какое-нибудь усложненіе сравнительно съ обыкновенными паровозами, и что постройка его стоитъ почти столько же, а между тѣмъ уменьшеніе расхода пара уменьшаетъ стоимость содержанія котла въ исправности, снабженіе его водою и пр., можно заключить, что безъ сомнѣнія выгодно строить паровозы по системѣ компаундъ *).

Таковы заключенія, къ которымъ пришелъ г. Бородинъ на основаніи своихъ опытовъ, произведенныхъ, по собственному его признанію, при условіяхъ, не вполне надлежащихъ, и въ отношеніи паровыхъ рубашекъ съ результатами этихъ опытовъ едва-ли можно согласиться. Что же касается системы *compound*, то выгода ея въ примѣненіи къ паровозамъ доказана въ настоящее время и другими изслѣдователями.

Передъ обсужденіемъ записки г. Бородина въ томъ же лондонскомъ обществѣ инженеръ-механиковъ была прочитана еще другая записка, относящаяся къ тому же предмету, — г. Сандифорда, завѣдывающаго службой подвижнаго состава на Сѣверо-западной ж. д. роугъ въ Индіи.

*) *Borodin*. Experiments on the Steam-jacketing and Compounding of locomotives in Russia (Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, August 1886, p. 297).

На русскомъ языкѣ въ кievскомъ журналѣ «Инженеръ», 1886, №№ 7—12.

На этой дорогѣ топливо очень дорого—каменный уголь съ доставкой въ Лагорѣ обходится: англійскій около 28 рупій, а бенгальскій около 21,8, т. е. первый около 45, а второй около 35 копѣекъ за пудъ; дрова—8 рупій за тонну, или около 50 руб. кред. за куб. сажень. Въ виду такой дороговизны топлива г. Sandiford рѣшилъ попробовать, не будетъ ли экономія въ расходѣ топлива, если вмѣсто обыкновенныхъ паровозовъ обратиться къ системѣ *compound*. При этомъ онъ положилъ перестроить два шестиколесныхъ паровоза, но такъ, чтобы въ случаѣ неудачи опытовъ можно было легко вновь передѣлать ихъ въ обыкновенные. Перестройка касалась главнымъ образомъ цилиндровъ, и въ одномъ изъ паровозовъ, Вандеръ (черт. 2), имѣвшемъ два цилиндра діаметромъ 15", цилиндры эти были замѣнены другими: однимъ 18-ти дюймовымъ высокаго давленія и другимъ 24-хъ дюймовымъ низкаго давленія, причѣмъ ходъ поршней былъ оставленъ прежній въ 22" для обоихъ цилиндровъ. На случай остановки поршня малаго цилиндра въ мертвой точкѣ, когда онъ не можетъ уже служить для троганія паровоза съ мѣста, устроенъ особый кранъ С, и посредствомъ него можно впускать паръ прямо изъ котла въ золотниковую коробку большаго цилиндра. Благодаря этому паровозъ всегда трогался съ мѣста безъ малѣйшаго затрудненія. Машина эта, работая съ товарными и смѣшанными поѣздами при скоростяхъ отъ 27 до 33 километровъ въ часъ, легко брала валовой грузъ въ 500 тоннъ (включая и собственный ея вѣсъ) и расходовала на 13 $\frac{1}{2}$ % меньше топлива, чѣмъ обыкновенные такіе же паровозы съ двумя цилиндрами 16-ти дюймаго діаметра и съ ходомъ поршней въ 24", при тѣхъ же почти условіяхъ относительно груза и скорости.

Другая машина, Вулканъ (черт. 3), при перестройкѣ въ *compound*, замѣнивъ двухъ 16-ти дюймовыхъ цилиндровъ, получила 4 цилиндра, а именно два наружныхъ съ высокимъ давленіемъ діаметромъ 11 $\frac{3}{4}$ " и два 17" внутреннихъ съ низкимъ давленіемъ; ходъ поршней оставленъ былъ для всѣхъ четырехъ цилиндровъ прежній, 24". Мотыли наружныхъ цилиндровъ расположены прямо противоположно кривошипамъ сосѣднихъ внутреннихъ цилиндровъ, а между собою подъ прямымъ угломъ, такъ что машина во всякомъ положеніи легко трогается съ мѣста. Этотъ паровозъ далъ также около 13 $\frac{1}{2}$ % экономіи въ топливѣ, хотя при тѣхъ же скоростяхъ возилъ

болѣе тяжелые поѣзда (отъ 500 до 550 тоннъ, включая собственный вѣсъ).

Въ этой машинѣ паръ изъ малаго цилиндра сперва отводился прямо въ золотниковую коробку сосѣдняго большаго черезъ прямую короткую трубу, но потомъ попробовали его пускать по изогнутымъ длиннымъ трубамъ, расположеннымъ въ дымовой коробкѣ, не въ сосѣдній, а въ противоположный большой цилиндръ—это было значительное улучшение, такъ какъ паръ, нагрѣваясь горячими газами, выпускаемыми въ дымовую трубу, приходилъ въ цилиндръ низкаго давленія болѣе сухимъ, и въ золотниковыхъ коробкахъ этихъ цилиндровъ давленіе было болѣе постояннымъ *).

Относительно числа цилиндровъ можно замѣтить, что если не требуется особеннаго увеличенія силы тяги, то слѣдуетъ отдать предпочтеніе паровозу *compound* съ двумя цилиндрами, какъ то дѣлають г. *Mallet* во Франціи, г. *Borries* (Боррисъ) въ Германіи и г. *Worsdell* въ Англии—паровозы эти гораздо проще, чѣмъ трехцилиндровые паровозы г. Вэбба (*Webb*), гдѣ паръ высокаго давленія вступаетъ сперва въ два малые цилиндра, а оттуда уже переходитъ въ большой, дѣйствующій на особую ось. Ось эту г. *Webb* не связывалъ съ другой движущей осью и такимъ образомъ избавлялся отъ спаривающихъ шатуновъ, значительно увеличивающихъ сопротивленіе паровоза движенію,—это однако представляетъ большія неудобства при троганіи съ мѣста, когда ось большаго цилиндра не сразу приходитъ во вращеніе вмѣстѣ съ другими осями, а колеса ея только скользятъ по рельсамъ. Въ послѣднее время г. *Webb* перешелъ къ связыванію всѣхъ движущихъ осей между собою, и такимъ образомъ система его потеряла въ значительной степени свой смыслъ.

Для дорогъ съ крутыми кривыми г. *Mallet* предложилъ типъ паровоза съ четырьмя цилиндрами и съ троекратнымъ, а не двукратнымъ расширеніемъ пара, причемъ два большихъ цилиндра располагаются на особой рамѣ, отдѣльно отъ двухъ малыхъ. Паръ изъ котла, укрѣпленнаго наглухо къ рамѣ малыхъ цилиндровъ, поступаетъ сперва въ одинъ изъ нихъ, затѣмъ уже въ другой, и

*) *Sandiford*. On the working of compound locomotives in India (Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, August, 1886, p. 355).

наконецъ оттуда по трубѣ, укрѣпленной шарнирно въ трубѣ второй рамы, поступаетъ въ два большихъ цилиндра. Такимъ образомъ достигается способность паровоза легко проходить по кривымъ мало радиуса, и получается вмѣстѣ съ значительной силой тяги очень выгодная работа пара. Здѣсь усложненіе машины находитъ полное свое оправданіе *).

Переходя къ тому, что сдѣлано въ послѣднее время относительно улучшенія самого процесса горѣнія топлива въ паровозныхъ котлахъ, я позволю себѣ обратить Ваше вниманіе на то, что въ топкахъ англійскихъ паровозовъ издавна вошло въ обычай устраивать сводъ изъ огнеупорнаго кирпича и козырекъ изъ желѣза (черт. 4): такимъ устройствомъ достигается во первыхъ лучшее перемѣшиваніе газовъ въ топкѣ и слѣдовательно болѣе полное сожиганіе топлива; во вторыхъ, холодный воздухъ не имѣетъ возможности вредно дѣйствовать на заднюю трубочную доску и на концы жаровыхъ трубокъ, дающихъ у насъ очень часто течь въ зимнее время; въ-третьихъ, въ топкѣ имѣется масса кирпича, дурно проводящаго теплоту и служащаго благодаря этому аккумуляторомъ теплоты и регуляторомъ температуры въ топкѣ.

Это значеніе кирпичнаго свода вполне оцѣнено г. Уркгардтомъ, начальникомъ службы подвижнаго состава и тяги Грязе-царицынской ж. дороги: въ паровозахъ своей дороги при переходѣ отъ угольнаго отопленія къ нефтяному онъ устроилъ кирпичныя стѣнки, которыя во первыхъ нагрѣваютъ предварительно воздухъ, притекающій въ топку и проходящій мимо этихъ стѣнокъ и черезъ отверстія, въ нихъ сдѣланныя; во вторыхъ, онѣ предохраняютъ листы топки отъ разрушающаго вліянія того чрезвычайнаго жара, какой развивается при горѣніи впрыскиваемой нефти **).

Въ американскихъ паровозахъ кирпичи въ топкѣ кладутся не такъ, какъ въ англійскихъ: они не опираются на боковыя стѣнки топки и поддерживаются кипящими трубками, идущими отъ неба топки къ трубочной доскѣ (черт. 5); дѣлая разныя улучшенія въ

*) Le Génie Civil, T. X, № 8, 25 Décembre 1886, p. 123.

**) Журналъ Министерства Путей Сообщенія „Инженеръ“, 1883, іюнь, стр. 441 (впослѣдствіи кирпичная кладка въ топкѣ подвергалась у г. Уркгардта различнымъ видоизмѣненіямъ).

паровогахъ французскихъ казенныхъ ж. дорогъ, г. Рикуръ (*Ricour*), бывший года два тому назадъ главнымъ инженеромъ службы подвижнаго состава этихъ дорогъ, примѣнилъ и къ французскимъ паровогамъ кирпичную кладку въ топкахъ съ поддерживающими ее трубками, по примѣру американскихъ паровоговъ.

Замѣчу здѣсь, что американскіе паровоговы представляютъ во многихъ отношеніяхъ отличіе отъ европейскихъ. Тамъ болѣе однообразія въ типахъ паровоговъ и въ ихъ частяхъ, что въ значительной степени облегчаетъ и удешевляетъ ремонтъ паровоговъ. Затѣмъ, котлы и внутреннія огневья коробки ихъ строятся изъ мягкой стали (литаго желѣза), между тѣмъ какъ въ Европѣ паровозные котлы строятъ еще часто изъ сварочнаго желѣза, а огневья коробки преимущественно изъ мѣди; попытки употреблять стальные огневья коробки въ Европѣ, вообще говоря, не увѣнчались успѣхомъ. Далѣе, вмѣсто толстыхъ желѣзныхъ или стальныхъ листовъ, изъ которыхъ вырѣзываются рамы европейскихъ паровоговъ, рамы американскихъ дѣлаются изъ желѣзныхъ брусковъ, довольно толстыхъ, и представляютъ болѣе упругости, что необходимо, если паровозу приходится проходить по крутымъ кривымъ и по пути, укладка котораго далеко не хороша и очень страдаетъ отъ климатическихъ вліяній. Къ такимъ условіямъ американскіе паровоговы оказываются удивительно приспособленными, и англійскія ж. дороги въ Канадѣ, находящіяся въ очень неблагопріятныхъ условіяхъ относительно верхняго строенія пути, приняли американскіе типы паровоговъ *).

Здѣсь (черт. 6, 7, 8) Вы видите три господствующіе типа такихъ паровоговъ:

1) *American*—съ двумя спаренными осями, для пассажирскихъ поѣздовъ; 2) *Mogul*—съ тремя спаренными осями, для легкихъ сравнительно товарныхъ поѣздовъ; 3) *Consolidation*—съ четырьмя спаренными осями, для тяжелыхъ товарныхъ поѣздовъ (последніе два типа служатъ иногда и для пассажирскихъ поѣздовъ, въ зимнее время).

У всѣхъ этихъ паровоговъ характеристической особенностью является то, что передняя часть паровоза опирается не на движущую ось, а на вольную, и эта ось или даже двѣ, соединенныя въ

*) *Brown*. On the construction of Canadian locomotives (Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, May, 1887, p. 186).

одну телѣжку или, какъ ее называютъ, *bogie*, устроена вращающейся около вертикальной оси, что значительно облегчаетъ и дѣлаетъ безопаснымъ движеніе паровоза по кривымъ, даже при большихъ скоростяхъ (замѣчу, что въ Америкѣ скорость движенія доходитъ иногда до 130 километровъ въ часъ).

По поводу чертежа 8 позволю себѣ обратить Ваше вниманіе на длинную топку, устроенную для отопленія антрацитомъ; топка эта была видоизмѣнена г. Вуттеномъ (*Wootten*), для мелкаго антрацита такимъ образомъ, что рѣшетка приподнята выше колесъ и сдѣлана очень широкой, задняя трубчатая доска отодвинута впередъ, а гдѣ она была прежде, устроенъ кирпичный порогъ; такимъ образомъ огневая коробка подраздѣлена г. *Wootten*'омъ на двѣ части: одна — собственно топка, гдѣ на рѣшеткѣ помѣщается топливо, другая — такъ называемая сожигательная камера (*combustion chamber*) служить для лучшаго перемѣшиванія продуктовъ горѣнія съ цѣлью достигъ болѣе полнаго сожиганія топлива. Эти топки дали очень хорошіе результаты.

Чтобы покончить съ топками, позвольте представить Вамъ еще одинъ американскій паровозъ системы Стронга (*Strong*), построенный недавно для желѣзной дороги *Lehigh Valley* и снабженный по примѣру морскихъ котловъ двумя топками, сдѣланными изъ сморщенныхъ (волнистыхъ) стальныхъ трубъ (черт. 9); топки эти соединяются затѣмъ въ одну трубу — сожигательную камеру, отдѣленную порогомъ. Сморщенные трубы, безъ продольнаго заклепочнаго шва, введены въ употребленіе г. Фоксомъ (*Fox*), и отличаются очень значительнымъ сопротивленіемъ внѣшнему давленію сравнительно съ трубами изъ гладкихъ листовъ. Благодаря такому свойству сморщенныхъ трубъ въ паровозѣ г. *Strong*'а не было надобности прибѣгать къ связямъ между внутренней огневой коробкой и наружными стѣнками котла, и внутреннія огневая коробки имѣютъ возможность свободно расширяться и укорачиваться, независимо отъ наружныхъ стѣнокъ котла. Не мѣшаетъ однако замѣтить, что волнистость поверхности, вѣроятно, будетъ очень способствовать отложенію накипи и затруднять надлежащую очистку котла *).

*) *Revue générale des chemins de fer*, Octobre 1887, p. 248.

Надъ уменьшеніемъ сопротивленія движенію поѣздовъ работали въ послѣдніе годы французскіе инженеры *Ricour* и *Desdovits* (Дедуи) и путемъ опыта опредѣлили, что клиновая поверхность съ наклономъ боковъ къ направленію движенія въ 3:4, представляетъ наименьшее сопротивленіе перемѣщенію въ воздухѣ (вдвое менѣе, чѣмъ плоская стѣнка, перпендикулярная къ направленію движенія).

На основаніи этого г. *Ricour* и *Desdovits* сдѣлали слѣдующія измѣненія въ паровозахъ, назначенныхъ для скорыхъ пассажирскихъ поѣздовъ, сопротивленіе которыхъ возрастаетъ очень значительно съ увеличеніемъ скорости. Спереди паровоза и будки машиниста (черт. 10) стѣнки сдѣланы изъ двухъ плоскостей, наклоненныхъ къ вертикальной продольной плоскости подъ уклономъ 3:4, и кромѣ того, чтобы воздухъ встрѣчалъ какъ можно меньше поверхностей, паровой куполь и дымовая труба съ боковъ прикрыты листовымъ желѣзомъ, такъ что воздухъ не можетъ уже вступать въ промежутокъ между трубой и куполомъ; съ той же цѣлью промежутки между спицами колесъ за-дѣланы, а вагоны снабжены особыми полотнищами для прикрытія между ними промежутковъ—извѣстно, что сильный боковой вѣтеръ, дѣйствуя черезъ эти промежутки на лобовыя стѣнки вагоновъ, можетъ даже останавливать движеніе поѣзда *).

Оставляя въ сторонѣ другія измѣненія, сдѣланныя г. *Ricour*’омъ въ паровозахъ, я перейду къ дорогамъ съ крутыми подъемами, на которыхъ паровозъ, являющійся незамѣнимымъ двигателемъ на дорогахъ почти горизонтальныхъ, оказывается непригоднымъ, если не прибѣгнуть къ вспомогательнымъ средствамъ для увеличенія сцепленія движущихъ колесъ.

На обыкновенныхъ желѣзныхъ дорогахъ и притомъ на небольшихъ протяженіяхъ съ этой цѣлью, какъ извѣстно, пользуются подбрасываніемъ песку подъ колеса, или, какъ это дѣлается на Центральной швейцарской ж. дорогѣ, поверхность рельсовъ передъ колесами очищается струей горячей воды, пускаемой по трубочкѣ изъ котла.

Для дорогъ съ крутыми подъемами (иногда до $\frac{1}{3}$) предложено было нѣсколько системъ съ искусственнымъ сцепленіемъ, но успѣхъ,

*) Статьи г. *Ricour*’а о различныхъ измѣненіяхъ въ подвижномъ составѣ (*Annales des ponts et chaussées*, Avril 1884, p. 345 et Septembre 1885, p. 510).

Объ опытахъ надъ такимъ подвижнымъ составомъ въ статьѣ г. *Desdovits* (*Annales des mines*, 1885, Tome VIII, p. 481).

правда различныхъ, имѣли главнымъ образомъ системы *Fell*'я, *Riggenbach*'а и *Agudio*.

Въ системѣ Фелля (*Fell*), примѣненной на участкѣ дороги черезъ Монъ-Сенисъ, кромѣ обыкновенныхъ движущихъ колесъ, опирающихся на колеѣнные рельсы, паровозъ былъ снабженъ еще горизонтальными колесами, и эти колеса машинистомъ, посредствомъ винтовой передачи, съ известной силой могли прижиматься съ обѣихъ сторонъ къ особому третьему рельсу, уложенному между двумя колеѣнными. Сложность механизма, невозможность предохранить поверхности рельсовъ отъ капающей на нихъ смазки и неблагоприятныя климатическія условія въ значительной степени отозвались вредно на удачномъ примѣненіи этой системы *).

Въ системѣ Риггенбаха (*Riggenbach*), имѣвшей значительный успѣхъ особенно въ Швейцаріи, для искусственнаго сцепленія укладывается между рельсами особая зубчатка изъ двухъ вертикальныхъ полосъ, въ которыхъ укрѣплены поперечные брусочки; за эти брусочки зацепляется зубчатое колесо, устроенное на паровозѣ и получающее движеніе отъ паровыхъ цилиндровъ. Можно устроить и такъ, что паровые цилиндры будутъ дѣйствовать кромѣ того и на колеса паровоза, идущія по рельсамъ,—это будетъ смѣшанная система—съ обыкновеннымъ сцепленіемъ и съ зубчаткой **).

Видоизмѣненіе этой системы представляетъ система Абта (*Abt*), примѣненная въ 1885 году на Гарцѣ для желѣзной дороги *Blankenburg-Tanne* и, какъ показалъ 1½-годовой опытъ, съ полнымъ успѣхомъ ***).

Особенность этой системы составляетъ главнымъ образомъ въ первыхъ зубчатка, сдѣланная здѣсь составною изъ трехъ зубчатыхъ полосъ, съ которыми сцепляются два зубчатыхъ колеса, имѣющихъ соответственно по три ряда зубцовъ на ободѣ, съ цѣлюю обезпечить плавность зацепленія, и во-вторыхъ то, что зубчатые колеса укрѣплены не въ рамѣ паровоза, какъ у *Riggenbach*'а, а въ особой рамѣ, опирающейся на оси паровозныхъ колесъ, идущихъ по колеѣннымъ

*) *Couche*. Voie, matériel roulant et exploitation technique des chemins de fer. Tome II, 1873, (p. 705).

**) *Heusinger von Waldegg*. Handbuch für specielle Eisenbahntechnik. V Band. Bau und Betrieb der Secundär-und Tertiärbahnen. 1878 (s. 398).

***) *Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*. 1887, V Heft (s. 189).

рельсамъ (черт. 11); благодаря этому игра ресоръ не имѣетъ вліянія на зубчатые колеса, и разстояніе ихъ отъ зубчатки не измѣняется.

Въ системѣ Агудіо (*Agudio*) движитель собственно постоянный, не перемѣщающійся, и передаетъ движущую силу посредствомъ проволочнаго безконечнаго каната шкивамъ, укрѣпленнымъ въ особой рамѣ на колесахъ, движущейся вмѣстѣ съ вагонами по обыкновенному рельсовому пути; движеніе отъ шкивовъ передается особому среднему шкиву, вращающемуся съ меньшей скоростью и, вмѣсто того, чтобы заставить этотъ шкивъ зацѣпляться за зубчатку, укладываемую въ другихъ системахъ по срединѣ пути, *Agudio* накидываетъ на этотъ шкивъ достаточное число оборотовъ особаго каната, неподвижно укрѣпленнаго на одномъ концѣ и натянутаго надлежащимъ усиліемъ на другомъ. Этотъ канатъ своимъ треніемъ и доставляетъ необходимое сцѣпленіе съ среднимъ шкивомъ, служащимъ исключительно только для сцѣпленія. Система эта, примѣненная въ видѣ опыта на Турино-генуэзской ж. дорогѣ и затѣмъ въ 1876 году на Монь-Сенисской, по заключенію специалистовъ вполнѣ способна къ практическому примѣненію, особенно въ тѣхъ случаяхъ, когда въ распоряженіи имѣется достаточной силы водяной движитель *).

Въ простѣйшемъ своемъ видѣ (какъ это представлено на черт. 12 и 13) канатная тяга нашла за послѣдніе пятнадцать лѣтъ удачное примѣненіе къ движенію по уличнымъ трамамъ, особенно въ американскихъ городахъ (Санъ-Франциско, Чикаго, Нью-Йоркъ) и въ послѣднее время стала входить въ употребленіе въ Англіи. Для вагоновъ укладываются два паралельныхъ рельсовыхъ пути, а по срединѣ cadaго устраивается на всемъ ихъ протяженіи канава, гдѣ и помѣщается безконечный проволочный канатъ съ поддерживающими его шкивами. Канатъ находится постоянно въ движеніи, благодаря вращенію одного изъ крайнихъ большихъ шкивовъ, получающему движущую силу отъ вала постоянной машины. Существенную часть устройства составляетъ цапка, рама которой прикрѣплена къ вагону; челюсти цапки могутъ сближаться между собою или удаляться другъ отъ друга посредствомъ рычага или винта, находящагося подъ рукой у кучера-кондуктора, такъ что тотъ каждую минуту можетъ прервать

*) *Couche. Voie, matériel roulant, etc.* Т. II, 1873 (р. 765); Т. III, 1876 (р. 911).

сѣпленіе съ движущимъ канатомъ, и вагонъ остановится (для быстроты остановки имѣется еще тормазъ *).

Въ настоящее время имѣется нѣсколько трамвъ, гдѣ отъ постоянной машины движущая сила передается посредствомъ электрическаго тока: движитель дѣйствуетъ на стоящую рядомъ первичную динамомашину, откуда токъ по проводамъ достигаетъ вагона, имѣющаго вторичную подобную динамомашину, и здѣсь вращеніе вала динамомашинны передается затѣмъ колесамъ вагона, что касается проводовъ для тока, то для этого пользуются или самими рельсами дороги, принявъ мѣры для ихъ изолировки, или же устраиваютъ особые подвѣсные или подземные провода, послѣдніе укладываются въ канавахъ со щелью наверху, подобныхъ канавамъ для канатныхъ дорогъ.

Но движеніе по трамамъ производится кромѣ того и паровозами. Паровозы эти отличаются отъ обыкновенныхъ меньшими размѣрами, и въ виду особыхъ условій, предъявляемыхъ къ трамамъ, отапливаются обыкновенно коксомъ, не дающимъ дыму, а чтобы избѣжать шуму отъ выпуска отработавшаго пара и по возможности даже вовсе не выпускать его наружу, снабжаются особыми конденсаторами, различнаго устройства,—по большей части изъ ряда тонкихъ трубокъ, охлаждаемыхъ наружнымъ воздухомъ. Такъ, въ паровозѣ г. Бэррела (*Burrell*), построенномъ по системѣ *compound* и испытывавшемся на Бермингемскомъ трамѣ, конденсаторъ состоитъ изъ 18 большихъ трубъ изъ тонкой латуни, расположенныхъ вдоль на крышѣ паровоза; внутри этихъ трубъ помѣщены другіе, діаметромъ на 12 миллиметровъ меньше, и отработавшій паръ направляется въ промежутки между стѣнками наружныхъ и внутреннихъ трубъ, а поверхности трубъ—большихъ снаружи, малыхъ изнутри—охлаждаются воздухомъ, движущимся тѣмъ скорѣе мимо этихъ поверхностей, чѣмъ быстрѣе идетъ паровозъ. Опыты съ этимъ паровозомъ, произведенные въ настоящемъ (1887) году, дали очень хорошіе результаты **).

Требованіе избавиться отъ выпуска наружу дыму и пару на

*) Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 1887, № 9 (s. 182), № 10 (s. 211).
Engineer 1887, October & November, p.p. 351, 369, 389, 390.
Engineering, 1886, June 18, p. 588.

**) Engineer, 1887, October 28, p. 347.

трамахъ можетъ быть вполнѣ удовлетворено еще слѣдующими способами:

- а) локомотивами, работающими сжатымъ воздухомъ;
- б) электрическими вагонами съ аккумуляторами;
- в) паровозами безъ топки.

Локомотивы съ сжатымъ воздухомъ требуютъ особаго устройства съ постоянной машиной, компрессоромъ и резервуарами для запасовъ сжатого воздуха, которымъ наполняются котлы локомотивовъ. Если сжатый воздухъ выпускать затѣмъ изъ этихъ котловъ въ цилиндры, а отсюда въ атмосферу, то онъ расширяется и при этомъ сильно охлаждается; вслѣдствіе этого пары воды, всегда имѣющіеся въ воздухѣ, обращаются въ снѣгъ и ледъ, такъ что выпускныя отверстія могутъ заполниться, и машина не будетъ въ состояніи дѣйствовать. Чтобы предупредить это, въ системѣ Мекарскаго сжатый воздухъ изъ котла локомотива идетъ не прямо къ цилиндрамъ, а проходитъ сперва черезъ маленькій резервуаръ изъ котельнаго желѣза, наполненный горячей водой, нагрѣвается здѣсь и затѣмъ уже поступаетъ въ цилиндры для работы *).

Относительно подобныхъ локомотивовъ, а также электрическихъ вагоновъ, гдѣ динамомашина, дѣйствующая на колеса, получаетъ токъ изъ аккумуляторовъ, помѣщенныхъ въ особыхъ ящикахъ подъ сидѣньями, я позволю себѣ привести заключеніе комисіи, производившей сравнительныя наблюденія надъ двигателями для трамповъ на международномъ конкурсѣ во время Антверпенской выставки 1885 года.

Къ конкурсу были допущены 7 паровозовъ, 1 вагонъ съ паровымъ двигателемъ, 1 вагонъ съ воздушнымъ двигателемъ и 1 электрической вагонъ. Комисія раздѣлила эти двигатели на двѣ группы: одни, пригодные для городскихъ улицъ, другіе — только для пригородныхъ дорогъ.

Програма условій, которымъ должны удовлетворять эти двигатели, касалась:

- 1) безопасности и удобствъ публики, 2) содержанія двигателей и общаго устройства, и 3) экономіи въ расходованіи топлива и смазки.

*) Engineering, 1882, September 15, p. 258.

Комисія пришла къ заключенію, что изъ движителей первой группы первенство слѣдуетъ отдать электрическому вагону Общества „*l'Electrique*“, въ Брюселѣ; движитель со сжатымъ воздухомъ, полковника *Beaumont*'а, изъ Лондона, занялъ послѣднее мѣсто, именно потому, что расходъ топлива былъ для него значительно больше, чѣмъ для другихъ (11,27 килограма угля на километръ проходимаго пути, между тѣмъ какъ для электрическаго вагона расходъ этотъ составлялъ 1,73 килогр. угля *).

Слѣдуетъ однако замѣтить, что локомотивы Мекарскаго, работающіе въ Нантѣ, дали, напротивъ, довольно выгодные результаты **).

Электрическіе вагоны съ аккумуляторами системы Жюльена (*Julien*), Общества „*l'Electrique*“, примѣнены теперь еще въ Гамбургѣ, и опыты Губера (*Huber*) съ такимъ вагономъ показали, что вагоны подобнаго устройства представляются дѣйствительно чрезвычайно удобными и выгодными для городскихъ трамвѣвъ. При 96 аккумуляторахъ, размѣщенныхъ въ ящикахъ и раздѣленныхъ на 4 группы, вагонъ можетъ дѣлать до новаго заряженія аккумуляторовъ до 50 километровъ, зарядженіе требуетъ 8 часовъ времени, а самая перемѣна аккумуляторовъ при надлежащемъ устройствѣ можетъ производиться въ теченіе около 5 минутъ ***).

Переходя къ паровозамъ безъ топки, изобрѣтеннымъ въ 1873 г. Лямомъ (*Lamm*) въ Новомъ Орлеанѣ, а въ Европѣ введеннымъ въ употребленіе Франкомъ (*Francq*), замѣчу, что паръ высокаго давленія (около 15 атмосферъ) готовится постоянными котлами, и въ нихъ это можетъ дѣлаться гораздо экономичнѣе, чѣмъ въ паровозныхъ котлахъ, особенно малыхъ размѣровъ. Помощью приготовленнаго пара, пропускаемаго затѣмъ въ котель паровоза по особой трубѣ, вода въ котлѣ нагревается, а пространство надъ водою наполняется паромъ высокаго давленія (черт. 14). При работѣ паровоза паръ пускается въ цилиндры черезъ особый приборъ, названный расширителемъ; этотъ расширитель автоматически открываетъ и закрываетъ проходъ для пара. На практикѣ оказалось, что 1 килограммъ горячей воды при обращеніи въ паръ въ состояніи дать

*) *Revue générale des chemins de fer*, Juin 1886, p. 414.

**) *Le Génie Civil*, T. 3, 1882—83, p. 175.

***) *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure*, 1887, № 16, s. 332.

около 1.500—1.800 килограмметровъ работы (между тѣмъ какъ въ обыкновенныхъ паровозахъ, благодаря огню въ топкѣ, 1 килограмъ пара упругости въ 10 атмосферъ даетъ до 22.500 килограмметровъ).

Котель паровоза безъ топки дѣлается изъ стальныхъ листовъ, снабженныхъ дурно проводящей тепло оболочкой изъ дерева, пробки и тонкаго листоваго желѣза, а между этой оболочкой и стѣнками котла оставляется слой воздуха, для предупрежденія потерь теплоты наружу.

Паровозы такой системы, построенные заводомъ общества *Hohenzollern*, близъ Дюсельдорфа, для трамвовъ въ Батавіи, работаютъ тамъ очень удовлетворительно.

Но для того, чтобы котель къ концу срока для работы имѣлъ еще достаточное давленіе для работы въ цилиндрахъ, необходимо брать воду очень высокой начальной температуры, а это сопряжено въ опасность какъ для котловъ паровозовъ, такъ и для постоянныхъ, которые приготавливаютъ паръ требуемаго высокаго давленія.

Но есть средства, не смотря на расходъ пара изъ котла, поддерживать температуру и давленіе постоянными, именно такими, какія намъ желательны для пара, работающаго въ цилиндрахъ. Подобное средство примѣнено въ котлахъ Гонихмана (*Honigmann*)—это именно ѣдкій натръ.

Ѣдкій натръ обладаетъ свойствомъ поглощать водяной паръ, развивая при этомъ теплоту, и потому его можно употребить для конденсаціи отработавшаго пара, а развивающуюся при этомъ теплоту для нагрѣванія котла и полученія новаго пара для машины.

Растворъ ѣдкаго натра будетъ поглощать водяной паръ до тѣхъ поръ, пока при извѣстной степени разбавленія не достигнетъ точки кипѣнія, и эта точка тѣмъ выше, чѣмъ крѣпость раствора больше; такъ что разбавленный растворъ, который при данной температурѣ уже не можетъ больше поглощать водянаго пару, будетъ въ состояніи поглотить новыя количества воды, если температура понизится.

Наоборотъ, чтобы изъ даннаго раствора получить болѣе крѣпкій, надо прибѣгнуть къ нагрѣванію его, къ выпариванію.

Представленный на черт. 15 паровозъ *Honigmann*'а имѣетъ котель, состоящій изъ трехъ отдѣленій: въ крайнихъ находится вода, нагрѣтая до желаемой температуры пропусканіемъ въ нее пара изъ постояннаго котла, а въ среднемъ растворъ ѣдкаго натра. Крайнія

отдѣленія соединены между собою рядомъ трубокъ, и такимъ образомъ получена большая поверхность, омываемая съ одной стороны водой, а съ другой—ѣдкимъ натромъ. Отработавшій паръ изъ цилиндровъ машины не выпускается вонь, а идетъ въ натровое пространство и тамъ поглощается, причемъ развивается теплота, температура раствора повышается, и часть теплоты переходитъ черезъ стѣнки къ водѣ, пока температура не сдѣлается одинаковою во всѣхъ отдѣленіяхъ котла. При надлежащемъ отношеніи между количествами натра и воды, можно достичь того, что температура воды будетъ оставаться постоянной, несмотря на расходъ пара машиной. Опыты, произведенные съ паровозами *Honigmann*'а на Ахенъ-юлихской ж. дорогѣ и на уличномъ трамвѣ въ Ахенѣ, вполне это подтверждаютъ.

Когда натровый растворъ сильно разбавится и больше уже не будетъ въ состояніи поглощать пару, его подвергаютъ выпариванію въ особыхъ котлахъ, причемъ можно воспользоваться также для этой цѣли паромъ, получающимся изъ самаго раствора.

Въ простѣйшемъ видѣ сущность этого процесса заключается въ слѣдующемъ.

Натровое и водяное пространства посредствомъ трубъ приводятся въ сообщеніе съ компрессоромъ, двигателемъ для котораго пусть служить водяное колесо (черт. 15). Движущая сила водянаго колеса заставляетъ компрессоръ производить разрѣженіе въ натровомъ пространствѣ, вслѣдствіе чего изъ раствора выдѣляется часть воды въ видѣ пара и переходитъ къ компрессору; тамъ паръ подвергается сжатію, отчего давленіе его увеличивается и онъ нагрѣвается; отсюда этотъ нагрѣтый водяной паръ по трубѣ идетъ въ водяное пространство котла, увеличиваетъ тамъ температуру и производитъ затѣмъ нагрѣваніе натроваго раствора, отчего тотъ выдѣляетъ часть воды въ видѣ пара; паръ этотъ идетъ въ компрессоръ, и процессъ такимъ образомъ продолжается до тѣхъ поръ, пока не достигнута будетъ требуемая крѣпость раствора.

Главныя опасенія возбуждалъ котель относительно быстрого разрушенія стѣнокъ его ѣдкимъ натромъ, и дѣйствительно котлы изъ желѣзныхъ листовъ быстро приходили въ негодность. Въ настоящее время котлы *Honigmann*'а дѣлаются изъ мѣди, на которую ѣдкій натръ не оказываетъ вреднаго дѣйствія.

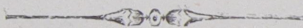
Въ прошломъ году (1886) заводъ Балдвина (*Baldwin*) въ Фила-

дельфи построилъ 4 натровыхъ паровоза для желѣзной дороги *Minneapolis-Lyndale & Minnetoka*. Въ котлѣ такого паровоза помѣщается 5 тоннъ ѣдкаго натра, который черезъ 6 часовъ работы насыщается, и затѣмъ растворъ подвергаютъ пропариванію посредствомъ сильно нагрѣтаго пара изъ постоянного котла, послѣ чего паровозъ опять готовъ къ службѣ. *)

Этимъ, мм. гг., я и закончу очеркъ механическихъ движителей для желѣзныхъ дорогъ и трамвѣвъ.

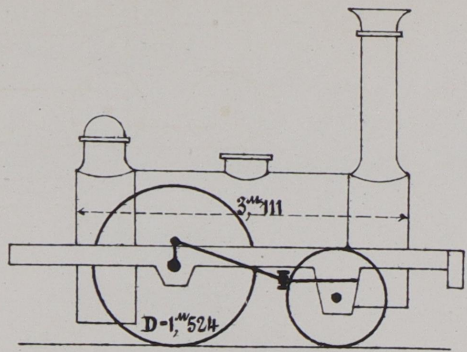
А. Романовъ.

30 ноября 1887.

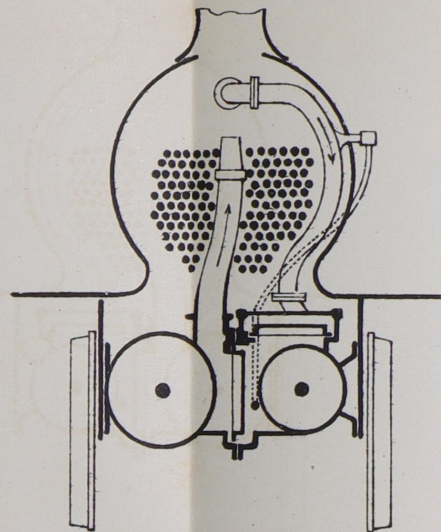


*) Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens, 1887, IV Heft, s. 168.
Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure, 1883, Heft 11, s. 729 (статья г. Riedler'a); 1884, №№ 4—6, и 1885, №№ 6, 43 (статья г. Gutermuth'a); 1885, №№ 3, 11, 23.

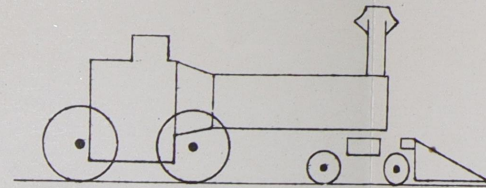
Черт. 1.
Planet.



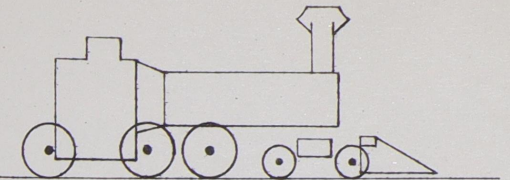
Черт. 2.
Vampire.



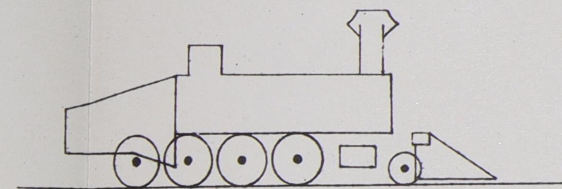
Черт. 6.
American.



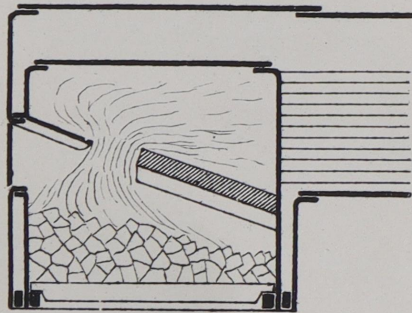
Черт. 7.
Mogul.



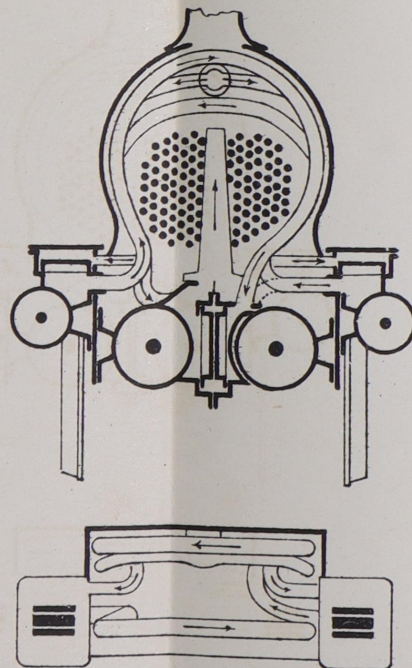
Черт. 8.
Consolidation.



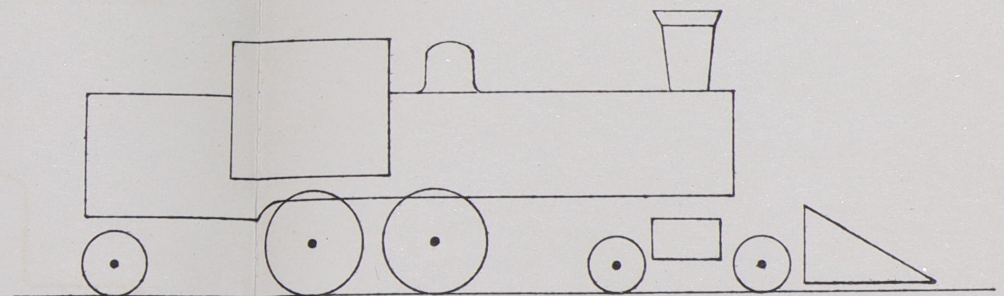
Черт. 4.



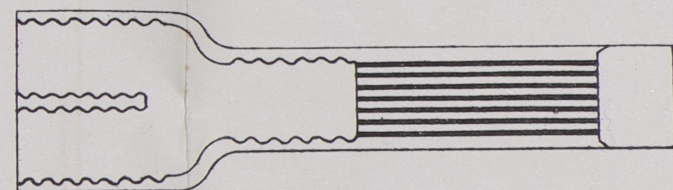
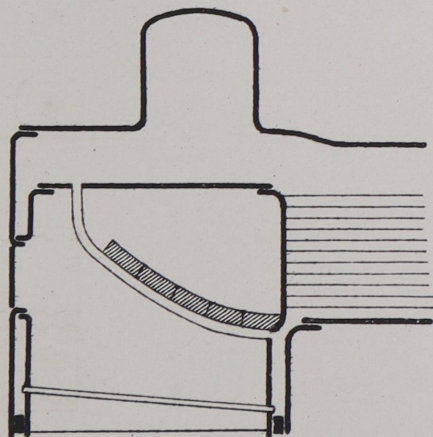
Черт. 3.
Vulcan.



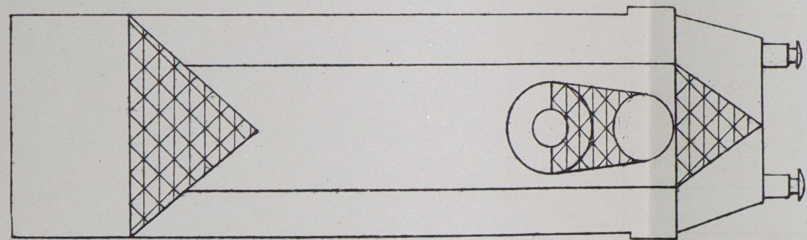
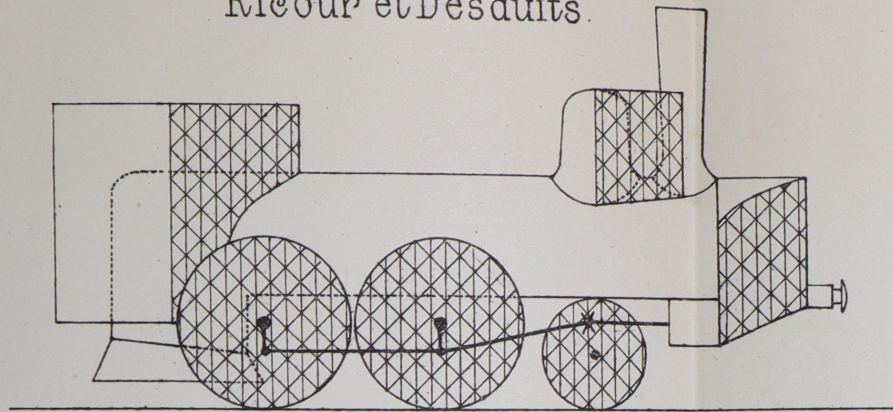
Черт. 9.
Strong



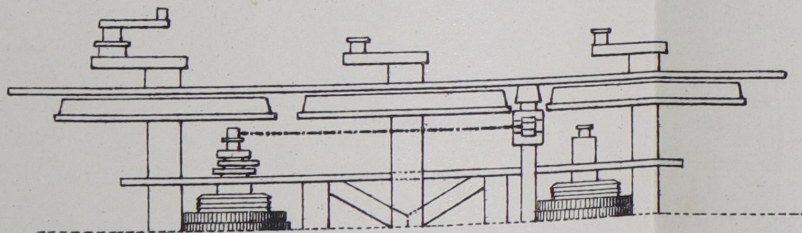
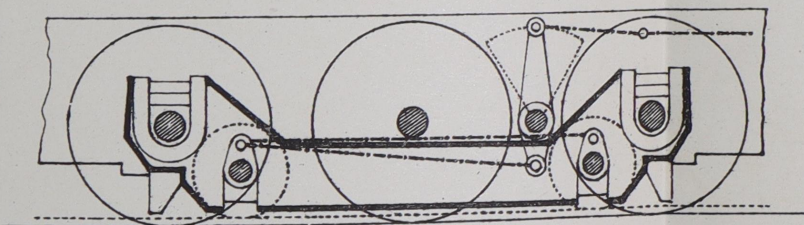
Черт. 5.



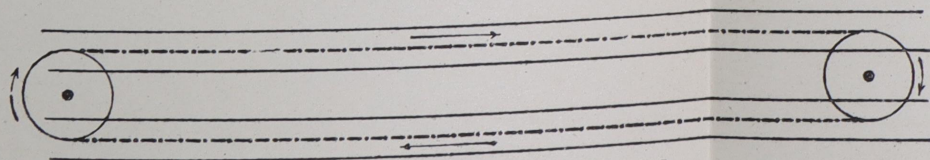
Черт. 10.
Ricour et Desduits.



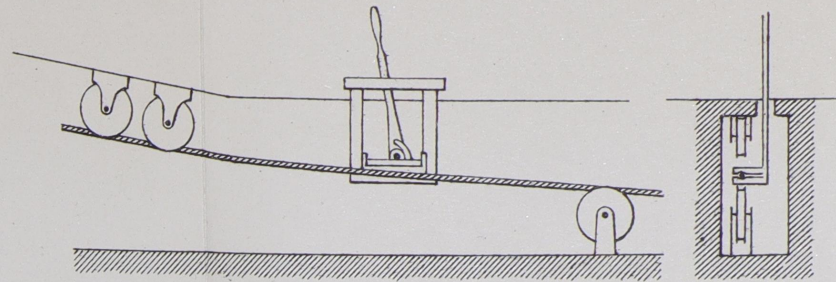
Черт. 11.
Abt.



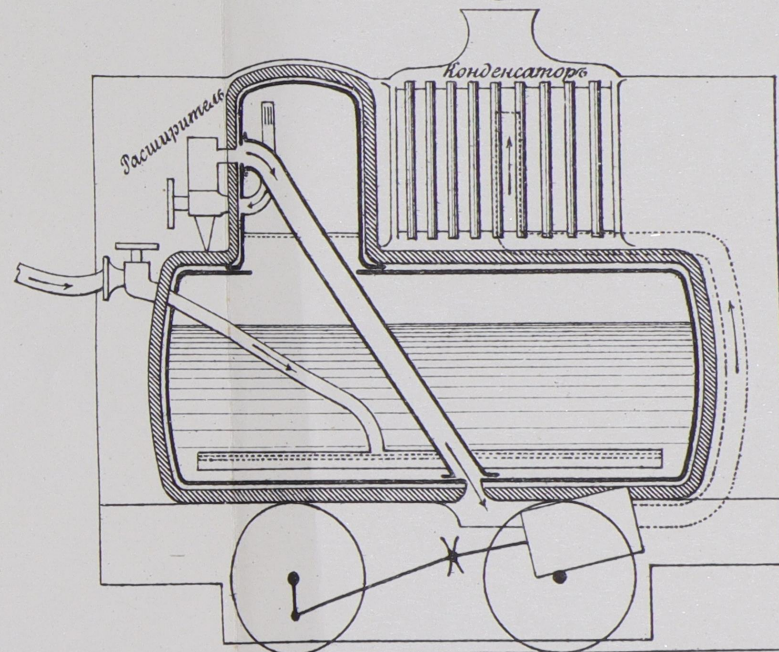
Черт. 12.



Черт. 13.



Черт. 14.
Franco.



Черт. 15.
Honigmann.

