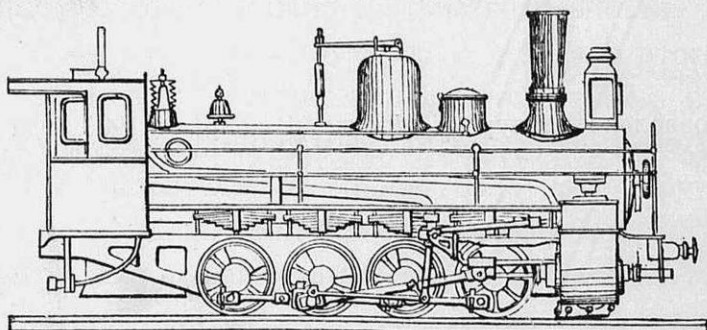


# КОМПАУНДЪ ПАРОВОЗЫ, ИХЪ УСТРОЙСТВО И ГЛАВНЫЯ ДЕТАЛИ.



СОСТАВИЛЪ

*Инженеръ-технологъ С. Саввинъ.*

(Второе исправленное и дополненное издание).

ПЕНЗА.

Паровая типо-литогр. В. Н. Умнова, Москов. ул., соб. д. Телеф. № 48.  
1900.

Дозволено цензурою. Москва. 19 апрѣля 1900 года

## ПРЕДИСЛОВІЕ.

Прошло уже болѣе десяти лѣтъ, какъ на русскихъ желѣзныхъ дорогахъ появились первые Компаундъ паровозы. Съ 1892 года всѣ паровозы для казенныхъ дорогъ строятся исключительно по системѣ Компаундъ, а между тѣмъ свѣдѣнія объ устройствѣ этихъ паровозовъ среди низшихъ техникумовъ тяги крайне ограничены и подчасъ совершенно не соотвѣтствуютъ дѣйствительности. Такое слабое знакомство съ конструкціею и деталями этого типа возможно объяснить исключительно отсутствіемъ въ русской популярной технической литературѣ подходящаго изданія. Это обстоятельство и побудило меня сгруппировать какъ результаты личныхъ наблюдений, такъ и свѣдѣнія, разбросанныя по различнымъ періодическимъ изданіямъ, въ небольшую брошюрку, по изложенію доступную для читателя съ элементарной технической подготовкой. Хотя собранныя въ настоящей брошюрѣ данныя и не представляютъ полнаго описанія паровозовъ Компаундъ, но тѣмъ не менѣе, полагаю, что техники, знакомые съ устройствомъ обыкновеннаго паровоза, будутъ въ состояніи уяснить себѣ изъ нея главные детали Компаундъ машинъ, ихъ дѣйствіе и отчасти уходъ за ними.

*Мартъ 1898 г.*

*С. Саввинъ.*



## Невыгоды дѣйствія машинъ обыкновенныхъ паровозовъ.

Наблюденіями еще надъ первой паровой машиной было установлено, что между количествомъ израсходованнаго топлива и работою машины существуетъ нѣкоторое опредѣленное соотношеніе. Такъ: первая паровая машина, построенная въ Англіи въ 1698 г., на одинъ килограммъ угля работала съ напряженіемъ одной паровой лошади только 5 минутъ; затѣмъ, послѣ нѣкоторыхъ улучшеній, — 8 минутъ. Машина Уатта работала уже 25 м. Въ 1798 г. появились и первыя научныя работы Румфорда и Деви, указывавшія болѣе опредѣленно на соотношенія между теплотою и работою. Въ шестидесятыхъ-же годахъ, текущаго столѣтія, трудами Майера, Гирна и Джауля было найдено, что каждой единицѣ затраченной теплоты соответствуетъ 425 килограммометровъ работы (механическій эквивалентъ). Кромѣ того, было вычислено, что если мы представимъ себѣ вполне совершенную паровую машину, (идеальную) то она на одинъ килограммъ угля должна работать съ напряженіемъ одной паровой лошади 12 час. 35 м. \*)

\*) Если за единицу вѣса примемъ килограммъ, (приблиз. 2,5 ф.) а за единицу длины — метръ, (около 1,4 арш.) то усиліе, потребное для того, чтобы въ 1 секунду поднять грузъ вѣсомъ въ 1 килограммъ на высоту одного метра принимаютъ за единицу работы (килограммометръ).

Паровая лошадь въ 1 секунду совершаетъ 75 килограммометровъ работы.

За единицу теплоты принимаютъ то количество ея, которое можетъ повысить температуру одного килограмма воды на одинъ градусъ.

На основаніи ученія о теплотѣ, при всякомъ превращеніи теплоты въ работу, или обратно, между работою и теплотою существуетъ такое соотношеніе: каждой единицѣ затраченной теплоты соответствуетъ 425 килограммометровъ работы. Изъ опыта извѣстно, что при сгораніи килограмма угля выделяется 8000 единицъ теплоты, (калорій). Слѣдовательно, 8000 тепловыхъ единицъ отвѣчаютъ  $8000 \cdot 425 = 3400000$  килограммометровъ работы. Но если паровая машина работаетъ съ напряженіемъ одной паровой лошади, то въ секунду она совершаетъ 75 к.м. работы. При полномъ же превращеніи теплоты въ работу, она должна на одинъ килограммъ угля работать:  $3400000 : 75 = 45333$  секунды, или приблизительно 12 ч. 35 м.

На практикѣ осуществить этого невозможно потому, что нельзя построить такую паровую машину, у которой совершенно не происходило бы потерь теплоты через лучеиспускание и теплопроводность ея частей, а также и не существовало бы тренія и ударовъ въ частяхъ механизма. Ни одна изъ дѣйствительныхъ машинъ не избавлена отъ этихъ существенныхъ недостатковъ. Поэтому, въ настоящее время самыя лучшія и усовершенствованныя паровыя машины на одинъ килограммъ угля работаютъ съ напряженіемъ одной паровой лошади не болѣе 2 часовъ, а машины обыкновенныхъ паровозовъ (не компаундъ) не болѣе часа. Отсюда и возникло стремленіе довести полезное дѣйствіе паровой машины до возможно высшаго предѣла, путемъ устраненія тѣхъ несовершенствъ, которыя препятствуютъ возможно полному переходу теплоты въ работу.

Изслѣдуя въ этомъ направленіи машины простыхъ паровозовъ, оказывается, что главными причинами неэкономичнаго дѣйствія ихъ служатъ:

- а) значительное охлажденіе пара о стѣнки цилиндровъ;
- б) отсутствіе возможности пользоваться болѣе высокими степенями расширенія пара, и в) отчасти потери пара на заполненіе вредныхъ пространствъ.

Ученый Ньютонъ открылъ правило, что теплота перемѣщается тѣмъ скорѣе, чѣмъ выше разность температуръ тѣхъ тѣлъ, которыя обмѣниваются тепломъ. Такъ напримѣръ, если кусокъ раскаленнаго желѣза опустимъ въ сосудъ съ холодной водой, то желѣзо охладится, а вода нагрѣется. При этомъ сначала охлажденіе будетъ происходить весьма быстро, а затѣмъ все медленнѣе по мѣрѣ того, какъ температура куска желѣза будетъ приближаться къ температурѣ воды. Изъ этого примѣра видно, что передача теплоты однимъ тѣломъ другому происходитъ тогда, когда существуетъ разность температуръ, при чемъ теплота перемѣщается отъ тѣла съ болѣе высокой температурой къ тѣлу съ температурой болѣе низкой. Паръ въ этомъ отношеніи не

представляетъ исключенія изъ этого общаго правила и во всѣхъ случаяхъ когда происходитъ соприкосновеніе пара съ предметами, температура которыхъ ниже температуры пара, онъ строго подчиняется вышеприведенному правилу.

Поэтому, свѣжій паръ, поступающій изъ котла въ цилиндры и встрѣчая холодныя металлическія стѣнки ихъ, охлаждается, теряетъ свою упругость и частью осаждается на стѣнкахъ въ видѣ мелкихъ капель. Такое охлажденіе пара происходитъ во все время движенія поршня съ той только разницей, что съ начала расширенія нѣкоторая часть осажденной воды вновь испаряется на счетъ теплоты стѣнокъ. Остальная же часть влаги, по опытамъ, испаряется только при обратномъ ходѣ поршня и вмѣстѣ съ отработавшимъ паромъ уносится въ атмосферу совершенно бесполезно для работы паровоза. Въ конечномъ результатѣ получается значительная потеря теплоты, которая тѣмъ больше, чѣмъ выше начальное давленіе пара, а слѣдовательно и чѣмъ больше разность температуръ вновь поступающаго пара и цилиндрическихъ стѣнокъ \*) (Температура стѣнокъ паровозныхъ цилиндровъ не бываетъ больше температуры отработавшаго пара) между тѣмъ, непрерывно возрастающій составъ поѣздовъ и скорость ихъ движенія вынуждаютъ увеличивать упругость пара до 12 и болѣе атмосферъ.

При работѣ машины съ расширеніемъ пара, съ момента прекращенія впуска, расширеніе происходитъ безъ доступа теплоты, почему паръ охлаждается еще раньше выхода въ атмосферу, а потому та часть теплоты, которая у машинъ безъ расширенія пара теряется даромъ, въ данномъ случаѣ совершаетъ нѣкоторую рабо-

\*) Температура пара по термометру Цельсія въ зависимости отъ давленія.

Атмосфера	Температура	Атмосфера	Температура	Атмосфера	Температура	Атмосфера	Температура	Атмосфера	Температура
1	100	4	144	7	165,3	10	180,3	13	192,1
2	120,6	5	152,2	8	170,8	11	184,5	14	195,5
3	133,9	6	159,2	9	173,8	12	188,4		



ту. Но при небольших отсѣчкахъ (менѣе 0,25) паровыя окна открываются весьма мало, почему упругость пара въ періодъ выпуска быстро понижается, а опереженіе выпуска и сжатіе отработавшаго пара начинаются рано и бываютъ очень велики. При такихъ условіяхъ среднее давленіе пара на рабочую сторону поршня получается малымъ, а сопротивленіе съ обратной стороны, по причинѣ усиленнаго сжатія, такъ велико, что отсѣчки менѣе 0,25 въ отношеніи расхода пара почти не приносятъ пользы. Слѣдовательно и въ данномъ случаѣ, благодаря невозможности воспользоваться полной работой расширенія пара, часть теплоты теряется непроизводительно.

Извѣстно, что когда поршень находится въ мертвой точкѣ, то между нимъ и крышкой цилиндра долженъ оставаться нѣкоторый зазоръ для предупрежденія ударовъ о крышку, вслучаѣ какого либо разстройства въ движущемъ механизмѣ. Объемъ этого зазора, сложенный съ объемомъ пароваго канала и называется вреднымъ пространствомъ. Пространство это должно быть наполнено свѣжимъ паромъ раньше, чѣмъ поршень выйдетъ изъ мертвой точки. Ясно, что объемъ пара, израсходованный на заполненіе вредныхъ пространствъ принимаетъ участіе въ работѣ машины только въ періодъ расширенія, а при работѣ полнымъ давленіемъ никакого вліянія на поршень не оказываетъ и въ моментъ выпуска вмѣстѣ съ отработавшимъ паромъ уносится въ атмосферу безъ всякой пользы, увеличивая общія потери теплоты.

Въ виду этого, работа обыкновенныхъ паровозовъ давно уже была признана неэкономичной, но съ одной стороны дешевизна топлива, а съ другой—исключительныя условія дѣйствія ихъ заставляли до недавняго времени придавать этому обстоятельству второстепенное значеніе. Усилія же техниковъ были устремлены исключительно на разработку конструкціи паровоза съ цѣлью достигнуть возможно—большей безопасности движенія, значительной скорости и достаточной силы тяги. Рядомъ съ этимъ вырабатывались усовершенствованные приемы сборки, приборы

для быстрой остановки поѣзда и выгоднаго сжиганія топлива. Но паровая машина паровоза попрежнему оставалась машиной высокаго давленія—безъ охлажденія и съ большимъ давленіемъ на нерабочую сторону поршня. \*) Нежеланіе усложнять и безъ того сложную конструкцію паровоза заставляло довольствоваться весьма малой долей полной работы пара даже въ сравненіи съ обыкновенными паровыми машинами. Когда же устройство паровоза достигло высокой степени совершенства, вниманіе инженеровъ естественно должно было обратиться къ отысканію способовъ наивыгоднѣйшаго пользованія паромъ. Въ этомъ же направленіи дѣйствовало вздорожаніе топлива и постоянное возрастаніе скорости пассажирскаго движенія: чѣмъ больше скорость, тѣмъ больше и расходъ пара, между тѣмъ, паропроизводительность котловъ имѣетъ свои границы, переходить которыя по многимъ причинамъ весьма неудобно.

Вслѣдствіе этого, принципъ двойного расширенія пара по

\*) Въ зависимости отъ выпуска отработавшаго пара, паровыя машины бываютъ двухъ родовъ: безъ охлажденія и съ охлажденіемъ. У первыхъ отработавшій паръ выпускается прямо въ атмосферу, (паровозы) у вторыхъ—въ особые герметически закрытыя сосуды, назыв. холодильниками. Въ холодильникѣ мятый паръ при посредствѣ—холодной воды сгущается и переходитъ въ жидкость, отчего давленіе на нерабочую сторону поршни значительно понижается, (въ нѣкоторыхъ случаяхъ до  $\frac{1}{10}$  атмосферы). Холодильники бываютъ двухъ типовъ: а) съ внутреннимъ охлажденіемъ, въ которыхъ мятый паръ смѣшивается съ впрыскиваемой водою и в) съ паружнымъ охлажденіемъ, гдѣ охлаждающая вода не смѣшивается съ паромъ. Первые въ большинствѣ примѣняются въ постоянныхъ заводскихъ машинахъ, вторые—при машинахъ морскихъ пароходовъ. Въ послѣднемъ случаѣ при посредствѣ холодильниковъ не только уменьшаютъ противодавленіе на поршни, но еще получаютъ запасъ прѣсной воды (отъ охлажденія пара) для питанія котловъ. Охлажденіе пара на паровозахъ не примѣняется во первыхъ потому, что мятый паръ имѣетъ здѣсь спеціальное назначеніе, (служитъ для усиленія тяги дымовой трубы) а во вторыхъ вслѣдствіе значительнаго усложненія устройства машинъ и невыгоды перевозить въ поѣздахъ большого количества охлаждающей воды. Опытъ показываетъ, что выгода отъ примѣненія холодильниковъ тѣмъ меньше, чѣмъ выше давленіе пара, которымъ машина работаетъ. Слѣдовательно, примѣняя высокое давленіе, можно безъ ущерба для экономіи топлива обойтись безъ холодильника, въ особенности въ паровозахъ, гдѣ рабочее давленіе пара достигаетъ 10—12 атмосферъ.



системъ Вульфа или Компаундъ, примѣненный съ большимъ успѣхомъ къ заводскимъ и пароходнымъ машинамъ, невольно привлекъ вниманіе и паровозостроительныхъ техниковъ.

### Принципъ двойного расширенія.

Принципъ двойного расширенія состоитъ въ томъ, что свѣжій паръ изъ котла сначала поступаетъ въ одинъ цилиндръ и дѣйствуетъ въ немъ какъ въ цилиндрѣ обыкновенной машины, сперва полнымъ давленіемъ, потомъ расширеніемъ, а затѣмъ, непосредственно или черезъ особую трубу, называемую рессиверомъ, направляется въ другой—большаго діаметра, гдѣ снова расширяется, давитъ на поршень и выходитъ въ атмосферу. Благодаря такому послѣдовательному расширенію, сначала въ одномъ, а потомъ въ другомъ цилиндрахъ, въ значительной степени уменьшается вредное вліяніе стѣнокъ цилиндровъ на охлажденіе пара. Такъ какъ малый цилиндръ никогда не сообщается съ наружнымъ воздухомъ и температура стѣнокъ его отъ этого значительно выше чѣмъ цилиндровъ обыкновенныхъ машинъ, то количество влажности въ періодъ впуска гораздо меньше. Та же часть теплоты, которая при обыкновенномъ расширеніи пара во время выхода его въ атмосферу теряется бесполезно, при двойномъ расширеніи переходитъ въ рессиверъ и большой цилиндръ, гдѣ благодаря этому % влажности также не бываетъ великъ. Въ машинахъ, устроенныхъ по этому принципу, разность температуръ вновь поступающаго и отработавшаго пара значительно меньше, и вредное вліяніе стѣнокъ цилиндровъ, по опытамъ, уменьшается приблизительно вдвое для каждаго изъ нихъ. Это обстоятельство одно изъ важныхъ преимуществъ машинъ, работающих двойнымъ расширеніемъ: оно уменьшаетъ расходъ пара, а слѣдовательно и топлива.

Кромѣ того, машины этого типа позволяютъ пользоваться и значительно большими степенями расширенія пара, такъ какъ

паръ послѣдовательно расширяется сначала въ одномъ, а потомъ въ другомъ цилиндрахъ, при чемъ объемъ одного изъ нихъ превышаетъ объемъ другого отъ 2 до 4 разъ. Поэтому, экономія топлива, достигаемая уменьшеніемъ охлаждающаго дѣйствія стѣнокъ цилиндровъ, еще болѣе увеличивается \*).

Вредное вліяніе вредныхъ пространствъ въ машинахъ съ двойнымъ расширеніемъ пара также значительно меньше. Объясняется это тѣмъ, что объемъ пара, расходуемаго на заполненіе вредныхъ пространствъ малаго цилиндра не теряется бесполезно при выпускѣ (въ рессиверъ), а переходитъ въ большой цилиндръ, гдѣ совершаетъ нѣкоторую работу. Вредныя же пространства большаго цилиндра, не смотря на сравнительно большій объемъ ихъ, при началѣ впуска бываютъ наполнены паромъ, давленіе котораго (по причинѣ сжатія) почти одинаково съ давленіемъ въ рессиверѣ, отчего расходъ пара и здѣсь не бываетъ великъ.

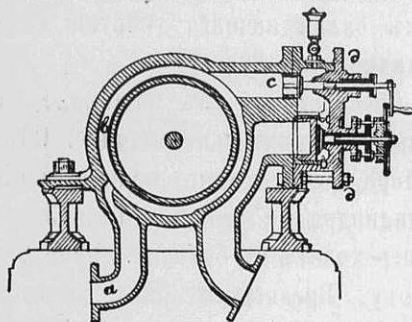
### Паровыя рубашки.

Потеря теплоты черезъ охлажденіе пара стѣнками цилиндровъ, даже въ самыхъ лучшихъ новѣйшихъ машинахъ достигаетъ 20%, а у машинъ обыкновеннаго устройства очень часто теряется до 50% (Инж. 99 г. № 6). Для возможнаго уменьшенія этихъ потерь, помимо примѣненія принципа двойного расширенія пара и покрытія цилиндровъ оболочками изъ плохихъ проводниковъ тепла, паровые цилиндры иногда снабжаютъ двойными стѣнками (паровыми рубашками), въ промежутокъ между которыми пропускаютъ паръ. Отъ этого температура стѣнокъ вну-

\*) При данномъ отношеніи между объемами цилиндровъ, величина расширенія опредѣляется въ зависимости отъ наибольшаго давленія пара въ котлѣ: чѣмъ выше начальное давленіе, тѣмъ больше можетъ быть расширеніе; но при этомъ, давленіе расширяющагося пара въ большомъ цилиндрѣ никогда не должно быть меньше давленія съ нерабочей стороны поршня. (Для паровозовъ оно не д. б. менѣе 1 атм.) Поэтому, первымъ условіемъ экономичнаго дѣйствія машинъ двойного расширенія является требованіе работать всегда при полномъ давленіи пара въ котлѣ.

трения цилиндра значительно повышается, а количество влажности в период впуска становится меньше.

Фиг. 1.



На фиг. 1 представлен поперечный разрез цилиндра постоянной машины, снабженного паровой рубашкой. Пар из котла по трубе *a* поступает в кольцевой канал *b*, обогрывает стенки внутреннего цилиндра и через клапаны *c*, направляется в золотниковую коробку *d*.

Произведенными опытами установлено, что для машин, работающих обыкновенным расширением, паровая рубашка приносит несомненную выгоду, а в применении к машинам двойного расширения, где температура стенок, по крайней мере малого цилиндра, значительно выше, влияние рубашки оставалось мало заметным. В применении же рубашек к компаунд паровозам, обнаружилось даже некоторое увеличение в расходе топлива, почему на этих паровозах паровая рубашка почти не ставится.

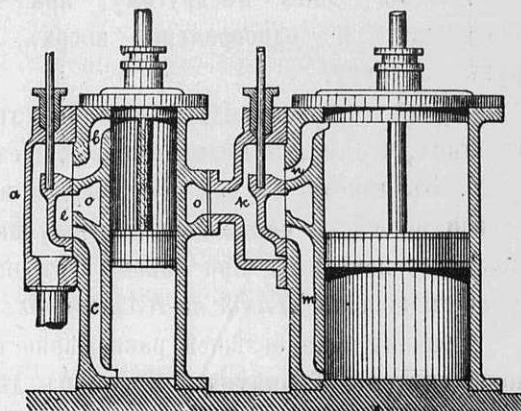
## Машины Вульфа и Компаундъ.

Машины с двойным расширением пара бывают двух типов: системы Вульфа и Компаундъ. Как та, так и другая были предложены в конце прошлого и начале текущего столетий, но более широкое применение получили они с конца шестидесятых годов.

На фиг. 2 схематически изображено расположение цилиндров и распределение пара в машин Вульфа. Пар из золотниковой коробки *a* малого цилиндра по каналу *b* поступает в верхнюю часть этого последнего, производит давление на поршень

сверху и заставляет его опускаться вниз. В то же время отработавший пар с противоположной стороны малого поршня каналом *c*, через выемку в золотник *e* и кольцевое отверстие *o*, переходит в золотниковую коробку *k*, откуда, при посредстве канала *n*, направляется в верхнюю часть большого цилиндра и действует на большой поршень точно также сверху; отработавший же пар большого цилиндра по каналу *m* вытекает в атмосферу или холодильник.

Фиг. 2.



Движение обоих поршней передается обычным способом на два кривошипа, заклиненные на коренном валу машины в одной плоскости и совершенно одинаково. Поэтому, оба кривошипа одновременно находятся как в верхнем, так и в нижнем положениях и одновременно совершают размахи. Перемещение золотников, дающее возможность пару действовать то на верхнюю, то на нижнюю сторону поршней, производится обыкновенно эксцентриками или непосредственно, или при помощи кулисы. При этом оба эксцентрика насаживаются на вал также совершенно одинаково.

Если впуск свежего пара в малый цилиндр будет прекращен в то время, когда поршень этого цилиндра пройдет половину своего хода и объем большого цилиндра будет превышать объем малого, положим, в два раза, то степень расширения пара будет равна 4. При отбывке на четверти хода малого поршня, пар расширится в 8 раз, так как весь пар, поступивший в малый цилиндр, переходит вслед за тем



въ большой цилиндръ и въ концѣ хода большого поршня занимаетъ полный объемъ большого цилиндра. \*).

Иногда въ машинахъ Вульфа кривошипы располагаютъ подъ угломъ 180° одинъ къ другому, при чемъ движеніе поршней происходитъ не одновременно вверхъ и внизъ, а навстрѣчу другъ къ другу.

Кромѣ того, цилиндры машинъ этого типа располагаютъ еще такъ, что малый цилиндръ помѣщается на одной оси съ большимъ. Въ такомъ случаѣ оба поршня имѣютъ одинъ общій поршневой штокъ, а оба золотника получаютъ движеніе отъ одного общаго эксцентрика. При такомъ устройствѣ машины Вульфа получаютъ названіе *Тандемъ-Компаундъ*.

Сравнительно большей равномерностью хода обладаютъ машины системы Компаундъ. Принципъ дѣйствія машинъ Вульфа и Компаундъ совершенно одинаковъ; въ обѣихъ системахъ паръ послѣдовательно расширяется въ двухъ цилиндрахъ, сначала въ маломъ, какъ въ цилиндрѣ обыкновенной машины, а затѣмъ въ большомъ. Существенное отличіе машинъ Вульфа отъ машинъ Компаундъ заключается въ томъ, что у послѣднихъ поршни цилиндровъ дѣйствуютъ на два кривошипа, расположенные подъ прямымъ угломъ одинъ къ другому. Благодаря этому, когда одинъ изъ поршней находится въ мертвой точкѣ, то другой въ то же время будетъ находится приблизительно около середины своего хода. Такое расположеніе кривошиповъ вызываетъ необходимость въ устройствѣ особаго промежуточнаго резервуара (рессивера), въ который выпускается паръ изъ малаго цилиндра и изъ котораго снабжается паромъ большой цилиндръ. Необходимость устройства

\*) Если буквой L обозначимъ длину хода поршня; L', — ту часть полного его хода, на которой происходитъ прекращеніе впуска пара, а буквами V и V', соответственно объемы малаго и большого цилиндровъ, то степень расширения пара E опредѣлится по формулѣ:

$$E = \frac{L}{L'} \times \frac{V'}{V};$$

рессивера обуславливается тѣмъ, что начало выпуска пара малымъ цилиндромъ не соотвѣтствуетъ началу впуска въ большомъ. Въ самомъ дѣлѣ, выпускъ пара малымъ цилиндромъ начинается тогда, когда его поршень будетъ находится приблизительно въ одномъ изъ крайнихъ положеній. Въ то же время поршень большого цилиндра занимаетъ положеніе, близкое къ среднему, почему, при отсутствіи рессивера, и долженъ былъ бы дойти до этого положенія вовсе безъ дѣйствія пара.

Для обезпеченія же болѣе равномернаго притока пара изъ малаго цилиндра въ рессиверъ и уменьшенія противодавленія на малый поршень въ періодъ сжатія, внутреннихъ перекрышъ у малаго золотника не дѣлаютъ, а срѣзаютъ внутреннія кромки настолько, что при среднемъ положеніи золотника получается даже недовѣртіе оконъ на 3—5 миллиметровъ, или, какъ говорятъ, снабжаютъ золотникъ отрицательными внутренними перекрышами.

Не трудно видѣть, что устройство этихъ машинъ гораздо сложнѣе, чѣмъ простыхъ обыкновенныхъ. Но, не смотря на это и сравнительно большую стоимость ихъ, машины съ двойнымъ расширеніемъ пара получили большое распространеніе, благодаря значительной экономіи пара и топлива.

## Компаундъ паровозы.

Машины компаундъ ранѣе всего появились въ Англіи, исключительно на пароходахъ. Преимущества ихъ передъ обыкновенными машинами оказались настолько значительными, что послѣднія вскорѣ были почти совершенно вытѣснены. Затѣмъ, система эта была примѣнена и къ постояннымъ машинамъ. Наконецъ, французскій инженеръ Маллетъ и заводъ Шихау въ Эльбингѣ примѣнили ее и къ паровозамъ.

Заграницей первый компаундъ паровозъ въ прямомъ смыслѣ этого слова былъ построенъ въ 1860 г. Кемпомъ; а у насъ въ Россіи — въ 1882 г. Кіевскими мастерскими Юго-Запад. дорогъ. Во



второй половинѣ восьмидесятихъ годовъ паровозы этого типа строились Уркгардтомъ, на Грязе-Царицынской дорогѣ, а затѣмъ по особымъ заказамъ, Коломенскимъ и Невскимъ заводами.

Въ виду хорошихъ результатовъ, которые дала эта система на заграничныхъ и отчасти на русскихъ дорогахъ, въ 1892<sup>3</sup>/<sub>4</sub> г., по инициативѣ, бывшего въ то время Предсѣдателя Управленія казенныхъ ж. д., генералъ-лейтенанта Н. П. Петрова, былъ выработанъ нормальный типъ товарнаго 8 колеснаго Компаундъ паровоза и для казенныхъ дорогъ \*). Типъ этотъ въ послѣднее время подвергся небольшимъ измѣненіямъ въ мелкихъ деталяхъ, но тѣмъ не менѣе, является однимъ изъ наиболѣе распространенныхъ.

Кромѣ выгодъ, доставляемыхъ примѣненіемъ принципа двойного расширенія пара, къ достоинствамъ компаундъ паровозовъ относятся еще слѣдующее:

а) Для полученія надлежащей силы тяги, одинаковой съ обыкновенными паровозами, у компаундъ паровозовъ отсѣчка всегда бываетъ вдвое больше, чѣмъ въ простыхъ. Поэтому, поршни первыхъ подвергаются болѣе равномерному давленію, что уменьшаетъ какъ треніе, такъ и изнашивание частей передаточнаго механизма.

в) Потери пара черезъ неплотности поршневыхъ колецъ увеличиваются съ увеличеніемъ разности давленій по обѣ стороны поршня. У компаундъ паровозовъ эта потеря не велика, такъ

\*) Котлы паровозовъ нормальнаго типа, заказа 1893 г., имѣютъ поверхность нагрева 167,5 кв. метра; топочное отверстіе по системѣ Вебба; большіе дымовыя коробки; конусъ съ вращающеюся воронкою; американскіе промывательные люки; клапана Риккура; диаметры цилиндровъ 500 и 730 мм.; цилиндры крышки снабжены предохранительными клапанами; парораспределение кулисой Джоя; уравновѣшенные золотники Ричардсона; золотниковые ящики расположены снаружи и сверху, по американскому образцу; прямые рессоры бельгійскаго типа; стальные колеса, много стальныхъ частей и проч. Для уменьшенія расхода пути при проходѣ паровозомъ кривыхъ малаго радіуса, реборды ведущихъ колесъ сточены; а для уменьшенія опасности схода при тѣхъ же условіяхъ, ширина шинъ той же оси увеличена противъ остальныхъ на 15 мм. Условія габарита, по причинѣ увеличенныхъ размѣровъ лѣваго цилиндра, вынудили геометрическія оси цилиндровъ расположить наклонно.

какъ разность между давленіемъ пара въ котлѣ и атмосфернымъ распределяется на два цилиндра.

Къ числу недостатковъ относятся: беспокойный ходъ паровозовъ при большихъ скоростяхъ, вслѣдствіе неравенства цилиндрическихъ силъ при возможныхъ отсѣчкахъ пара, и усложненіе конструкціи паровоза увеличеніемъ числа составныхъ частей его.

Всѣ существующіе Компаундъ паровозы можно подраздѣлить на три типа: съ двумя, тремя и четырьмя цилиндрами. Изъ нихъ двухцилиндровые встрѣчаются чаще всего. Четырехцилиндровые, въ силу преимуществъ, о которыхъ будетъ сказано ниже, въ послѣднее время распространяются все болѣе и болѣе. Что касается Компаундъ паровозовъ съ тремя цилиндрами, то примѣненіе ихъ пока крайне ограничено.

## Компаундъ паровозы съ двумя цилиндрами.

Въ паровозахъ Компаундъ съ двумя цилиндрами паръ изъ котла поступаетъ сначала въ правый цилиндръ, гдѣ расширяется до известной степени, а затѣмъ черезъ рессиверъ переходитъ въ лѣвый, гдѣ снова расширяется еще больше и уходитъ въ атмосферу. Для достиженія равенства работъ обоихъ поршней лѣвому цилиндру придаютъ обыкновенно большіе размѣры. Къ сожалѣнію, на практикѣ достигнуть этого для всѣхъ степеней отсѣчки вполне не удается, почему при известныхъ скоростяхъ, какъ уже было замѣчено, извилистость движенія и беспокойный ходъ представляютъ одно изъ важныхъ неудобствъ Компаундъ паровозовъ.

Изъ сказаннаго видно, что у двухцилиндроваго Компаундъ паровоза лѣвый (большой) цилиндръ непосредственнаго сообщенія съ котломъ не имѣетъ, а рабочій паръ поступаетъ въ него только изъ праваго цилиндра. Поэтому, если при троганіи поѣзда съ мѣста паровпускныя окна малаго цилиндра окажутся закрытыми золотникомъ, то доступъ пара въ лѣвый цилиндръ невозможенъ

и паровозъ придти въ движеніе не можетъ. Чтобы заставить Компаундъ паровозъ работать при этихъ условіяхъ и чтобы сила тяги его развиваемая однимъ цилиндромъ при началѣ движенія, не была менѣе силы тяги обыкновеннаго паровоза, каждый двухцилиндровый Компаундъ паровозъ снабжается особымъ приборомъ, помощью котораго производится впускъ свѣжаго пара изъ котла въ рессиверъ и золотниковую коробку большого цилиндра. Тотъ же приборъ, при движеніи на большихъ подъемахъ, даетъ возможность временно развивать и большую силу тяги для преодоленія сопротивленій тяжелаго поѣзда.

Приборы эти бываютъ весьма разнообразнаго устройства, но тѣмъ не менѣе, въ общемъ, они могутъ быть раздѣлены на двѣ характерныя группы:

а) приборы, при посредствѣ которыхъ малый цилиндръ во всякое время можетъ быть отдѣленъ отъ большого, при чемъ паровозъ тотчасъ же переходитъ отъ дѣйствія по системѣ Компаундъ на обыкновенную работу, и

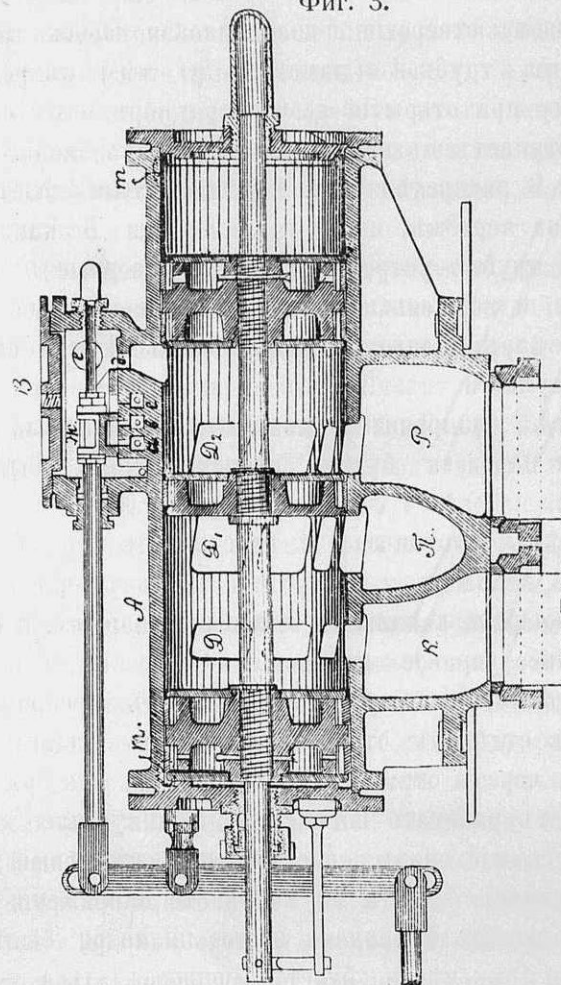
в) приборы, которые ни при какихъ условіяхъ не допускаютъ работы пара по обыкновенному способу по той причинѣ, что малый цилиндръ никогда не сообщается съ атмосферой.

Изъ первой группы мы рассмотримъ приборъ Малета, какъ наиболѣе совершенный и чаще встрѣчающійся; изъ второй—кранъ Линднера, приборъ коломенскаго завода и приспособленіе Гельсдорфа. Тремя послѣдними приборами снабжено большинство паровозовъ нормальнаго типа.

### Приборъ Малета.

Въ паровозахъ правительственнаго типа, заказа 1893 г., аппаратъ Малета имѣетъ слѣдующее устройство: со стороны малаго цилиндра, снаружи дымовой коробки, установленъ чугунный цилиндръ А, съ тремя поршеньками (фиг. 3), насаженными на одномъ общемъ стержнѣ. Посредствомъ трехъ рядовъ отверстій

Д, Д<sup>1</sup>, Д<sup>2</sup>, внутренняя полость цилиндра сообщается съ паротводной трубой П малаго цилиндра, съ конусомъ К и съ рессиверомъ Р. Фиг. 3.



веромъ Р. Къ цилиндру А прилита коробка В, съ каналами а, в, с, д, перекрытыми золотникомъ Ж. Каналы а и с, при помощи трубочекъ, на чертежѣ не показанныхъ \*), соединены съ пра-

\*) На чертежѣ буквами т, т. обозначены отверстія, съ которыми каналы а и с соединяются сказанными трубками.



вой и лѣвой стороной распредѣлителя; каналъ *в* сообщается съ атмосферой, а отверстие *д* служитъ для провода пара изъ коробки въ рессиверъ.

Посредствомъ отверстія *е* золотниковая коробка распредѣлителя сообщается трубкой (діаметръ 50 мм.) съ регуляторной трубой, почему при открытіи регулятора паръ изъ котла одновременно поступаетъ въ золотниковый ящикъ малаго цилиндра и въ коробку В распредѣлителя. При положеніи золотничка *ж*., показанномъ на чертежѣ, паръ изъ коробки В каналомъ *с* по паропроводной трубкѣ устремится черезъ отверстіе *т* въ правую часть прибора, и поршеньки примутъ крайнее лѣвое положеніе. Отработанный паръ малаго цилиндра черезъ П и К станетъ выходить въ конусъ, а свѣжій—изъ котла, посредствомъ канала *д* и отверстій Д<sup>2</sup>, направится въ рессиверъ и лѣвый цилиндръ, почему работа паровоза будетъ происходить по обыкновенному способу.

Если затѣмъ золотничекъ *ж* передвинуть вправо, то паръ изъ коробки В, каналомъ *а*, поступитъ въ лѣвую часть цилиндра, а съ правой—черезъ каналы *в* и *с*, выйдетъ наружу, и поршеньки займутъ крайнее правое положеніе. Отверстія Д и *д* будутъ закрыты, притокъ свѣжаго пара въ рессиверъ прекратится; конусъ К будетъ отдѣленъ; отработанный паръ малаго цилиндра по трубѣ П и черезъ окна Д<sup>1</sup>, Д<sup>2</sup> устремится въ рессиверъ и паровозъ начнетъ работать по системѣ Компаундъ.

Если бы свѣжій паръ, поступающій въ лѣвый цилиндръ, имѣлъ тоже давленіе какъ и въ котлѣ, то напряженія во всѣхъ частяхъ передаточнаго механизма этого цилиндра быстро возрастутъ; троганіе съ мѣста будетъ сопровождаться толчкомъ и работа большого цилиндра значительно превыситъ работу малаго. Для устраненія этого, паръ изъ коробки распредѣлителя заставляютъ проходить въ рессиверъ по трубкѣ, діаметромъ 50 мм., отчего упругость его понижается, приблизительно въ обратномъ отношеніи площадей обоихъ поршней.

Перемѣщенія золотника *ж* достигаются посредствомъ рычажной передачи отъ руки, машинистомъ изъ будки.

Достоинства прибора заключаются въ возможности во всякій моментъ, при любой отсѣлкѣ, превращать Компаундъ паровозъ въ простой и тѣмъ легче преодолевать подъемы и трудныя мѣста пути. Недостатки въ томъ, что приборъ этотъ довольно сложный и часто портящійся: золотникъ *ж* сбивается съ мѣста, а кольца поршней пропускаютъ, и свѣжій паръ попадаетъ въ большой цилиндръ, когда въ этомъ нѣтъ надобности. Благодаря этому, приборъ Малета, для содержанія его въ исправности, требуетъ, сравнительно, частаго осмотра и ремонта колець. Неудачная же постановка прибора противъ окна будки нѣсколько уменьшаетъ поле зрѣнія машиниста. Для устраненія послѣдняго недостатка, приборъ Малета на нѣкоторыхъ паровозахъ Ряз.-Ур. д. былъ поставленъ внизу дымовой коробки, между цилиндрами. Дѣйствіе его оказалось совершенно неудовлетворительнымъ, вслѣдствіе затрудненности доступа и сопряженной съ этимъ значительной траты времени на сборку и ремонтъ портящихся колець. Ввиду этого, приборъ Малета былъ снятъ, а взамѣнъ его поставлены особыя трубки, почему паровозы постоянно работаютъ какъ Компаундъ. При троганіи же съ мѣста, свѣжій паръ въ большой цилиндръ подводится прямо изъ котла по трубкѣ, для чего имѣется приводъ въ будку машиниста. Чтобы свѣжій паръ изъ большого цилиндра черезъ рессиверъ не проникалъ въ малый и не производилъ давленія на нерабочую сторону поршня, въ рессиверѣ установленъ клапанъ, открывающійся въ сторону большого цилиндра. Приспособленіе это оказалось удовлетворительнымъ какъ въ отношеніи уменьшенія расходовъ по ремонту, такъ и топлива.

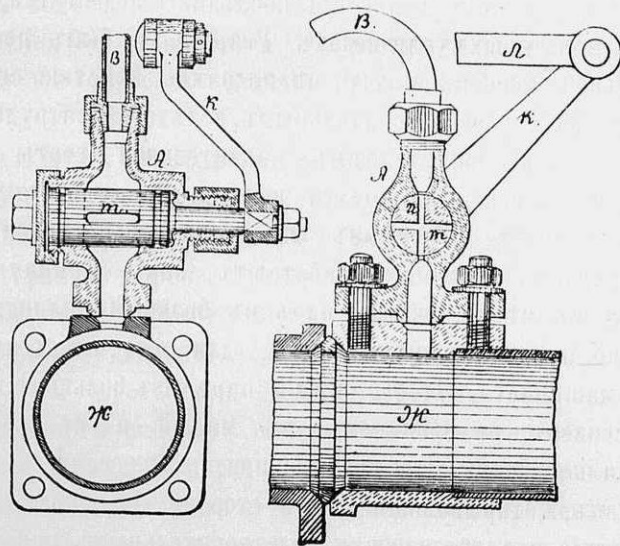
Нѣкоторыя дороги указываютъ на убыточность работы паровозовъ съ приборами Малета, обосновывая свое заключеніе, помимо данныхъ опыта, на слѣдующемъ соображеніи: при движеніи на подъемъ, обстоятельства вынуждаютъ переходить отъ работы по системѣ Компаундъ къ обыкновенной. Почему вся экономія, до-



стигнутая на горизонтальных участках пути, поглощается цѣпникомъ на подъемахъ. Кромѣ того, при этихъ условіяхъ, вслѣдствіе значительной охлаждающей поверхности цилиндровъ, паровообразование становится недостаточнымъ, давленіе въ котлѣ падаетъ и правильность движенія нарушается, а возможность различныхъ случайностей въ пути значительно увеличивается.

### Кранъ Линднера.

Первоначальное устройство этого прибора состояло въ слѣдующемъ: на рессиверной трубѣ *ж*, фиг. 4, устанавливался кранъ А, Фиг. 4.



сообщающійся съ котломъ трубкою В; цилиндрическая пробка этого крана имѣла два взаимно — перпендикулярныхъ канала *м*, *н*. Рычагъ Б, надѣтый на удлиненный конецъ пробки, соединялся съ перекиднымъ рычагомъ Л кулисы. При наибольшемъ углѣ поворота этого рычага, пробка поворачивается на 90°. Если рычагъ поставленъ на низшую точку передняго хода, то паръ изъ

котла устремится по каналу *н* въ рессиверъ *ж* и большой цилиндръ при установкѣ же рычага на задній ходъ, — по каналу *м*.

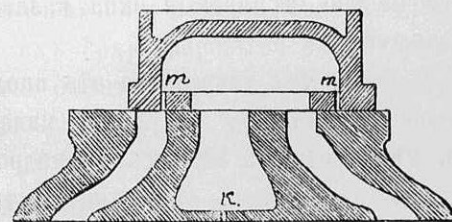
Какъ только паровозъ начнетъ двигаться и рычагъ будетъ приподнятъ, каналы крана *м* и *н* закроются и притокъ свѣжаго пара въ рессиверъ прекратится.

Если при взятіи поѣзда золотникъ малаго цилиндра дѣйствительно окажется въ положеніи близкомъ къ среднему, фиг. 5, то паровпускныя окна этого цилиндра будутъ закрыты полями золотника и троганіе съ мѣста произойдетъ однимъ большимъ цилиндромъ. Въ этомъ случаѣ свѣжій паръ изъ рессивера попадетъ не только въ большой цилиндръ, но и во внутреннюю полость малаго золотника и черезъ паровпускное окно въ нерабочую часть малаго цилиндра.

Въ обыкновенныхъ паровозахъ въ этотъ моментъ давленіе на нерабочую сторону поршня равно атмосферному, между тѣмъ какъ у паровозовъ компаундъ, отъ притока пара изъ рессивера, противодавленіе на правый поршень значительно больше, и работа лѣваго цилиндра ослабляется противодавленіемъ на малый поршень.

Для устраненія этого, въ лапахъ малаго золотника просверлены узкія отверстія *м*, *м*., фиг. 5-я, помощью которыхъ внутренняя полость золотника

Фиг. 5.

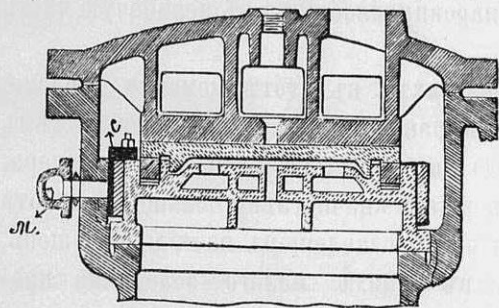


сообщается съ паровыми окнами въ то время, когда окна эти закрыты и паръ изъ рессивера поступаетъ на обѣ стороны поршня, почему давленіе выравнивается и вредное вліяніе малаго поршня при троганіи съ мѣста однимъ большимъ цилиндромъ уничтожается. Нѣсколько иначе складываются обстоятельства, если при взятіи поѣзда съ мѣста будутъ закрыты паровпускныя окна большого цилиндра. При такихъ условіяхъ свѣжій паръ изъ рессивера на большой поршень не дѣйствуетъ, но, проникая въ нерабочую часть малаго

цилиндра, увеличиваетъ противодавленіе на его поршень. Въ этомъ случаѣ, полезное давленіе въ маломъ цилиндрѣ будетъ равно разности давленій на обѣ стороны поршня.

Этотъ послѣдній недостатокъ весьма остроумно устраненъ небольшимъ измѣненіемъ въ аппаратѣ Линднера, которымъ снабжены компаундъ паровозы правительственного типа. Измѣненіе это заключается въ томъ, что при крайнихъ положеніяхъ переводнаго винта, кранъ пропускаетъ паръ изъ золотниковой коробки малаго цилиндра не въ рессиверъ, а въ трубку *м*, по которой паръ и поступаетъ въ золотниковый ящикъ большого цилиндра Фиг. 6. Такое

Фиг. 6,



движеніе пара возможно только тогда, когда отверстіе трубки *м* не закрыто пластинкой *с*, прикрѣпленной къ рамкѣ большого золотника. Отверстіе это закрыто во всѣхъ тѣхъ случаяхъ, когда поля большого золотника перекрываютъ оба паровпускныхъ

окна, т. е. когда троганіе съ мѣста однимъ большимъ цилиндромъ невозможно, а паровые окна малаго уже на нѣкоторую величину открыты.

Ясно, что устройство это вполне устраняетъ вредное вліяніе большого цилиндра на работу малаго поршня, при взятіи поѣзда съ мѣста однимъ малымъ цилиндромъ.

У паровозовъ, общества Путиловскихъ заводовъ, выпуска 1897 г., пробка крана сдѣлана конусной, снабжена нажимной пружиной, чѣмъ обезпечена извѣстная герметичность устройства, а самый кранъ прикрѣпленъ къ коренной рамѣ паровоза.

Изъ сказаннаго видно, что аппаратъ Линднера вполне автоматиченъ, нисколько не усложняетъ управленіе паровозомъ, устройство его необыкновенно просто и дешево. Кромѣ того, допу-

скаетъ притокъ свѣжаго пара въ рессиверъ только тогда, когда рычагъ спущенъ, причемъ весь механизмъ самъ собою занимаетъ надлежащее положеніе. На паровозахъ правительственного типа дѣйствіе прибора совершенно прекращается, какъ только кулиса будетъ поставлена на отсѣчку нѣсколько меньшую 0,75. При этомъ, пробка крана закрываетъ каналы *м* и *п* Фиг. 4, истеченіе свѣжаго пара въ рессиверъ прекращается, и паровозъ начинаетъ работать по системѣ компаундъ.

Недостатокъ аппарата Линднера заключается въ сравнительно медленномъ дѣйствіи: требуется нѣкоторое время для того, чтобы давленіе по обѣ стороны малаго поршня сдѣлалось одинаковымъ.

Нельзя обойти молчаніемъ еще одного обстоятельства. Какъ мы уже видѣли, аппаратъ Линднера вызываетъ необходимость въ устройствѣ отверстій *т*, *т* (фиг. 5) на внутреннихъ поляхъ малаго золотника, а потому естественно возникаетъ вопросъ не оказываютъ ли эти отверстія неблагоприятнаго вліянія на полезную работу паровоза, въ смыслѣ увеличенія противодавленія на малый поршень, при обычныхъ условіяхъ работы. Опытномъ установлено, что каналы *т*, *т* пропускаютъ свободно паръ только при неподвижномъ золотникѣ или при троганіи съ мѣста. При движеніи же паровоза, даже медленномъ вліяніе этихъ каналовъ ничѣмъ не обнаруживается. Объясняется это тѣмъ что сѣченіе каналовъ *т* *т* чрезвычайно мало, а движеніе ихъ надъ паровыми окнами происходитъ тогда, когда золотникъ имѣетъ наибольшую скорость, т. е. около середины его хода.

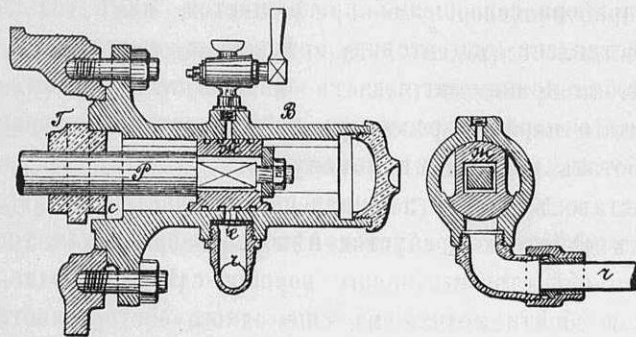
## Приборъ Коломенскаго завода.

Этотъ приборъ состоитъ изъ трубки В съ фланцемъ (фиг. 7), поставленной на передней крышкѣ золотниковой коробки большого цилиндра. Въ трубку В входитъ свободный конецъ золотниковой рамки Р, для направленія движенія которой имѣется грундебукса Г. На концѣ золотниковаго стержня укрѣпленъ зо-



лотничекъ *ж*, перекрывающій отверстие *е*. Последнее, трубкой *и*, соединяется съ золотниковымъ ящикомъ малаго цилиндра. При

Фиг. 7.



крайнихъ положеніяхъ золотника, отверстие *е* открывается, и паръ входитъ въ трубу *В*, откуда, отверстиемъ *с* въ грундбуксѣ, направляется въ золотниковую коробку. Для устраненія же вреднаго вліянія малаго поршня на большой, паропроводный каналъ праваго цилиндра снабжается узкой щелью *к*, (фиг. 5.) При положеніи золотника, изображенномъ на фигурѣ, свѣжій паръ изъ рессивера черезъ щель *к* и правое впускное окно одновременно поступаетъ на обѣ стороны поршня, и давленіе выравнивается.

Устройство прибора не сложно, уходъ простой, но къ сожалѣнію—требуется самаго тщательнаго присмотра за правильнымъ положеніемъ золотничка *ж*, при малѣйшемъ сдвигѣ или разболткѣ котораго, паровозъ сильно дергается. Приборъ этотъ имѣется на паровозахъ Коломенскаго завода Владикавказской дор. и Путиловскихъ Юго-Западн. дорогъ.

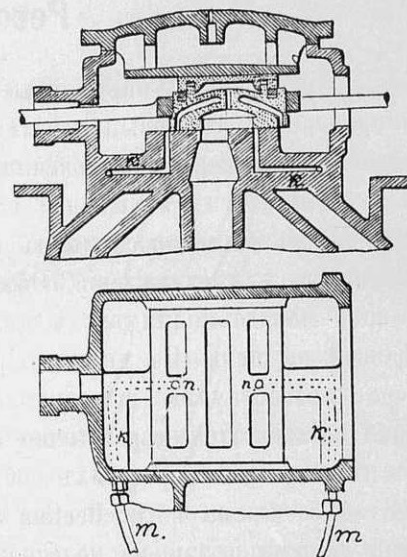
### Приспособленіе Гельсдорфа.

Устройство это придумано инженеромъ австрійскихъ казенныхъ дорогъ Гельсдорфомъ, взявшимъ на свое изобрѣтеніе привилегію, и основано на томъ же принципѣ, какъ кранъ Линдера

и приборъ Коломенскаго завода: при спущенномъ рычагѣ происходитъ впускъ свѣжаго пара въ золотниковый ящикъ лѣваго цилиндра; при поднятомъ—прекращается.

Отъ паровходящей трубы малаго цилиндра идетъ трубка къ золотниковому ящику большого и развѣтляется на два отростка *т т*. (фиг. 8.) Концы трубокъ *т, т*, соединяются съ отверстиями

Фиг. 8.



каналовъ *к к*, идущихъ въ тѣлѣ цилиндра и выведенныхъ въ золотниковую коробку. На паровозахъ Брянскаго завода, выпуска 1895 г., каналы эти оканчиваются на золотниковомъ зеркалѣ двумя маленькими круглыми отверстиями *и и*, площадью въ 4 кв. сантиметра и расположены такъ, что остаются закрытыми полемъ золотника при нормальныхъ отсѣчкахъ. При спущенномъ же рычагѣ—открываются, и свѣжій паръ поступаетъ въ золотниковый ящикъ большого цилиндра въ предѣлахъ 0,2 до 0,85 хода поршня. Когда поѣздъ тронулся съ мѣста и рычагъ приподнять, отверстия перекрываются полями золотника, и впускъ свѣжаго пара прекращается.

Разсмотрѣнные три послѣднихъ распредѣлителя отличаются простотой устройства, удобствами обращенія, и дѣйствіе ихъ находится въ полной независимости отъ произвола машиниста. Приспособленіе Гельсдорфа удобно еще въ томъ отношеніи, что для достиженія извѣстной цѣли не требуется отдѣльнаго прибора, а слѣдовательно и ухода. Паровозы же, снабженные этими приборами, какъ не трудно видѣть, ни при какихъ условіяхъ не могутъ работать, какъ обыкновенные, а это обстоятельство вызы-



васть надобность въ повышенномъ давленіи пара, чтобы сила тяги была достаточна во всѣхъ случаяхъ практики.

Не лишне замѣтить, что приспособленіе Гельсдорфа, при крайнихъ отсѣчкахъ, требуетъ увеличенія хода золотника, но при нормальной работѣ величина хода нисколько не больше, какъ въ обыкновенныхъ паровозахъ.

### Рессиверъ.

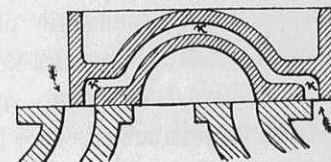
Отработанный паръ изъ праваго цилиндра, какъ сказано, направляется въ лѣвый черезъ особую трубу, называемую рессиверомъ. Рессиверъ обыкновенно изготовляется изъ красной мѣди и располагается въ дымовой коробкѣ, а при недостаткѣ мѣста и вѣсь ся; въ этомъ послѣднемъ случаѣ онъ долженъ быть хорошо защищенъ отъ охлажденія. Объемъ рессивера дѣлается не менѣе объема малаго цилиндра, съ цѣлю уменьшить противодавленіе на правый поршень. По мнѣнію Уркгардта, увеличеніе объема рессивера способствуетъ выравниванію работъ обоихъ цилиндровъ. Хотя вліяніе этой мѣры точно и не выяснено, но тѣмъ не менѣе, на нѣкоторыхъ паровозахъ объемы рессиверовъ доведены до 1,8—2,5 объема м. ц. Весьма вѣроятно, что извѣстное увеличеніе объема рессивера полезно для поддержанія болѣе постояннаго давленія въ періоды выпуска изъ малаго и выпуска въ большемъ цилиндрахъ. Въ большинствѣ случаевъ, для рессивера берутъ трубу, діаметромъ 200 мм. и толщиной стѣнокъ 4 мм.

### Золотникъ Трикка.

Вслѣдствіе особенныхъ свойствъ кулисныхъ механизмовъ, при небольшихъ отсѣчкахъ, обстоятельства движенія золотника складываются такъ, что паровпускныя окна открываются имъ далеко не на полную ширину ихъ, а движеніе самаго золотника въ то же время происходитъ весьма медленно. Поэтому, паръ

въ теченіе сравнительно долгаго времени входитъ въ цилиндръ служеннымъ отверстіемъ и значительно понижаютъ свою упругость. Для увеличенія площади а равно и ускоренія открытія паровыхъ оконъ, инженеромъ Триккомъ и былъ предложенъ особый золотникъ съ внутреннимъ каналомъ (Фиг. 9). Размѣры этого золотника, обыкновенно, выбираютъ такъ, что

Фиг. 9.



когда золотникъ отойдетъ отъ своего среднего положенія на разстояніе наружной перекрыши (наприм., вправо, какъ на чертежѣ), то съ этого момента наступаютъ открытія соответствующаго пароваго окна и канала *k*, съ противоположной стороны. Поэтому, паръ направляется въ цилиндръ одновременно съ двухъ сторонъ: обыкновеннымъ путемъ: мимо вѣшной грани золотника (въ данномъ случаѣ лѣвой) и каналомъ *k* (справа). Опытомъ найдено, что при большихъ отсѣчкахъ золотникъ Трикка увеличиваетъ только скорость открытія оконъ, а при отсѣчкахъ 0,5 или меньшихъ, площадь открытія оконъ почти удваивается. Благодаря этому, давленіе на поршень, въ случаяхъ примѣненія золотника Трикка увеличивается въ среднемъ до 20%, особенно при малыхъ отсѣчкахъ. (Инженеръ № 10. 1897 г.). Весьма вѣроятно, что золотники Трикка даютъ и нѣкоторую экономію въ расходѣ пара, такъ какъ паръ въ цилиндрахъ работаетъ при болѣе нормальныхъ условіяхъ.

Къ недостаткамъ этихъ золотниковъ относятъ: сравнительно большой вѣсъ ихъ и нѣкоторыя затрудненія, являющіяся при ихъ изготовленіи.

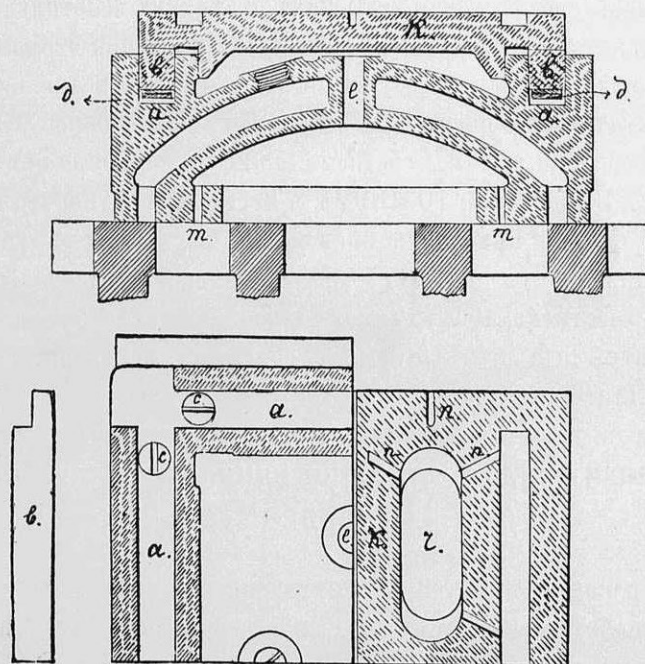
### Золотники Трика, уравновѣшенные по системѣ Ричардса.

При распредѣленіи пара обыкновеннымъ коробчатымъ золотникомъ, значительная часть полезной работы тратится на преодоленіе тренія въ золотникахъ. Работа эта возрастаетъ съ уве-

личением упругости пара, величины хода золотника и золотниковой площади. В виду этого, на большинствѣ Компаундъ паровозовъ примѣняются золотники Трика, уравнившіе по системѣ Ричардса. Особенность ихъ заключается въ томъ, что давленіе пара на нерабочую сторону золотниковъ въ значительной степени ослаблено, вслѣдствіе чего уменьшаются какъ работа тренія, такъ и трудность управленія рычагомъ во время хода поѣзда. Опыты, произведенные главнымъ механикомъ Коломенскаго завода, г. Глѣбъ-Кошанскимъ, показали, что усилие, необходимое для движенія такихъ золотниковъ, въ два слишкомъ раза менѣе, чѣмъ для обыкновенныхъ не уравнишенныхъ.

Устройство ихъ слѣдующее: на спинкѣ золотника Трика простроганы сообщающія между собой канавки *a*, фиг. 10, въ которыя вкладываются четыре мѣдныхъ брусочка *b*, тщательно

Фиг. 10.



припасованныхъ къ боковымъ поверхностямъ канавокъ. Въ точкахъ пересѣченія каждый брусочекъ выпиленъ на половину своей высоты, почему, отъ соединенія ихъ вмѣстѣ, образуется прямоугольная рамка. Въ канавки *a*, между шурупами *c*, подъ бруски подложены плоскія стальные пружинки *d*, составленные изъ двухъ пластинокъ и предназначенныя для нажатія брусковъ къ компенсаторной доскѣ *k*. Доска эта, въ свою очередь, прижимается къ верхней крышкѣ золотниковаго ящика (смотри. фиг. 6, 8). Какъ компенсаторная доска, такъ и плоскость золотниковой крышки, соприкасающаяся съ ней, тщательно припасованы. Въ пространство подъ брусками, для наилучшаго прижатія ихъ къ компенсаторной доскѣ и облегченія работы пружинъ *d*, проникаетъ паръ изъ золотниковаго ящика черезъ угловые срѣзы канавокъ. Промежутокъ между доскою *k* и спинкою золотника, каналомъ *e*, сообщается съ рессиверомъ или атмосферой. Последнее необходимо для предотвращенія откидыванія золотника давленіемъ мятаго пара и выпуска свѣжаго, просачивающагося черезъ компенсаторную рамку въ пространство надъ золотникомъ. Канавки *n* служатъ для наилучшаго увлажненія и распределенія смазки по трущимся поверхностямъ. Назначеніе отверстій *m*, *m*, объяснено выше, при описаніи крана Линднера. Правый золотникъ отличается отъ лѣваго, помимо размѣровъ, еще тѣмъ, что не имѣетъ внутренней перекрыши. Поля его обрѣзаны на столько, что при среднемъ положеніи, какъ на чертежѣ, оба паровпускныя окна даже открыты на 5 мм.

Последнее примѣняется во избѣжаніе слишкомъ большаго сжатія отработаннаго пара и устраненія перерывовъ при истеченіи его въ рессиверъ.

Хотя работа тренія при движеніи этихъ золотниковъ значительно меньше, чѣмъ при обыкновенныхъ, за то конструкція ихъ гораздо сложнѣе и, сравнительно, часто приходитъ въ растройство. Брусочки *b*, поддерживающіе компенсаторную плиту, разбалтываются съ боковъ и производятъ стукъ. Шурупы *c*, для опоры



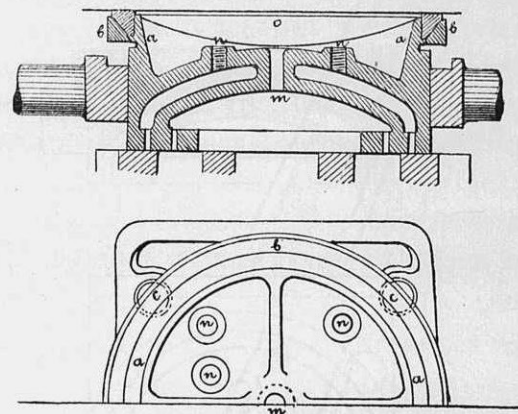
пружинъ, часто слабуютъ, а сами пружины лопаются. Для устранения этихъ недостатковъ, у паровозовъ нормальнаго типа, выпущенныхъ Путиловскимъ заводомъ въ 1897 г., бруски *в*—вмѣсто мѣдныхъ, сдѣланы чугунными; пружины нѣсколько утонены, а шурупы *с* замѣнены выступами, отлитыми заодно съ золотникомъ. Къ числу недостатковъ этой системы необходимо также отнести и пропускъ пара золотниками черезъ компенсаторную рамку и отверстіе *е* въ верхней стѣнкѣ золотника \*). Въ нѣкоторыхъ депо Ряз.-Ур. дороги, отверстіе *е* уменьшено до 6 мм., вмѣсто 16 съ цѣлью затруднить выходъ пара наружу. Подобную мѣру врядъ ли можно признать полезной: пропускъ пара устранить этимъ невозможно, а степень уравновѣшенности золотниковъ нарушается, что несомнѣнно ускоритъ износъ частей механизма Джоя.

Кромѣ того, при движеніи по уклонамъ, навсѣхъ паровозахъ нормальнаго типа наблюдается усиленный стукъ лѣваго золотника. Хотя явленіе это и не можетъ быть отнесено къ недостаткамъ разсматриваемой системы золотниковъ, но тѣмъ не менѣе оно представляется какой-то постоянной неисправностью на паровозѣ. Причина стука заключается въ томъ, что воздухъ, сжатый поршнемъ большого цилиндра, выталкивается подъ золотникъ, который при паденіи, послѣ его отжатія, производитъ стукъ. Стукъ въ золотникахъ при этихъ условіяхъ наблюдается и въ обыкновенныхъ паровозахъ, но менѣе замѣтенъ лишь потому, что въ сѣ золотниковъ простыхъ паровозовъ значительно меньше, а золотники въ большинствѣ случаевъ расположены вертикально. Какихъ либо дурныхъ послѣдствій отъ стука лѣваго золотника не наблюдалось, почему недостатокъ этотъ скорѣй кажущійся, чѣмъ дѣйствительный.

\*) Потеря пара отъ пропуска золотниками, какъ установлено опытами, сравнительно не велика. По опытамъ г. Глѣбъ-Кошанскаго  $1\frac{1}{2}\%$  всего расходимаго пара. По опытамъ же г. Подерни 3—4%.

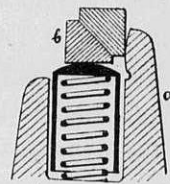
## Золотники съ круглыми компенсаторами.

При заказѣ новыхъ паровозовъ въ 1897 г. Управ. казен. ж. дд., въ видѣ опыта, на паровозахъ нормальнаго типа допущено примѣненіе уравновѣшенныхъ золотниковъ съ круглыми компенсаторами. На фиг. 11 представленъ золотникъ Трикка, уравновѣшенный по системѣ Борриса. Какъ видно изъ чертежа на спинкѣ золотника имѣется кольцевой выступъ *а*, боковая поверхность котораго плотно охватывается двойнымъ мѣднымъ кольцомъ *в* кольцо это, при посредствѣ четырехъ спиральныхъ пружинокъ, помещаемыхъ въ углубленіяхъ *с*, прижимается къ крышкѣ золотниковой коробки. (На фиг. 12, одна изъ пружинокъ показана въ увеличенномъ видѣ). Благодаря этому, паръ не можетъ проникать въ пространство *о*, между спинкой золотника и крышкой золотниковой коробки, а слѣдовательно, и не производитъ давленія на золотникъ. Для достиженія надлежащей герметичности, внутреннее кольцо *в* (компенсатора) дѣлается разрывнымъ и пригоняется такъ, чтобы своей средней частью оно всегда плотно соприкасалось съ золотникомъ, но въ тоже время и могло бы свободно подниматься къверху подъ дѣйствіемъ пружинокъ. Для предупрежденія заклиниванія колець, при случайныхъ откидываніяхъ золотника во время контръ пара, или случая излома какой либо изъ пружинокъ, кольцевой выступъ *а* обыкновенно-



Фиг. 12.

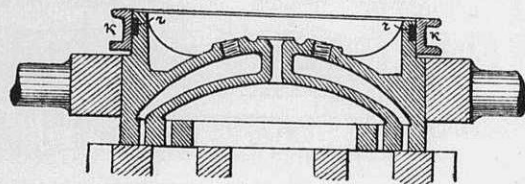
Фиг. 12: A detailed technical drawing of one of the spiral springs (пружинъ) used in the compensator. It shows a coiled spring with a central rod and a hook at one end, designed to press the compensator ring against the valve body.



венно, стачивается по слабой шаровой поверхности. Отверстія *nn*, служація для удаленія шпшекъ изъ каналовъ Трикка при отливѣ золотниковъ, задѣлываются пробками на рѣзбѣ. Отверстіе *m* имѣетъ тоже назначеніе, какъ и въ описанномъ выше золотникѣ Ричардса.

На фиг. 13 изображенъ золотникъ измѣненнаго типа Адамса, весьма схожій съ только что описаннымъ золотникомъ Борриса.

Фиг. 13.



Внутреннія кольца *и и*, (разрѣзные, чугунныя) располагаются въ кольцевой бороздкѣ, проточенной на выступѣ золотника; наружное кольцо *к*, отлитое изъ мѣди, подѣйствіемъ такихъ же пружинокъ какъ у золотника Борриса, прижимается къ золотниковой крышкѣ. Понятно, что въ

обоихъ случаяхъ какъ верхнія поверхности колець, такъ и поверхности золотниковыхъ крышекъ, соприкасающіяся съ компенсаторными кольцами во время движенія золотниковъ, должны быть тщательно пришабрины другъ къ другу.

Къ достоинствамъ рассмотрѣнныхъ золотниковъ, помимо уменьшенія вѣса ихъ, по сравненію съ золотниками Ричардса, надо отнести простоту устройства, а также легкость сборки и установки. Къ недостаткамъ—значительный вѣсъ крышки золотниковой коробки, затрудняющій обращеніе съ нею, и пропускъ пара кольцами. На практикѣ оказалось, что между тѣломъ кольца и соотвѣтствующимъ ему шаровымъ пояскомъ золотника, по причинѣ износа, соприкасающихся поверхностей, очень быстрообразуется

зазоръ, компенсаторъ приходитъ въ разстройство, и, кромѣ пропуска пара, происходитъ нарушеніе степени уравновѣшенности золотниковъ.

На новыхъ паровозахъ Влв. дороги, построенныхъ ганноверскимъ заводомъ (Инж. 1898 г. № 7), золотниковая крышка устроена такъ, что нижняя часть ея, соприкасающаяся съ кольцами компенсатора, можетъ, по мѣрѣ износа золотника, нажиматься на кольца особыми уравнительными болтами.

Разсмотрѣнные три типа уравновѣшенныхъ коромысловъ золотниковъ, помимо пропуска пара, вызываютъ весьма много хлопотъ по содержанію ихъ въ должной исправности, что значительно увеличиваетъ расходы по текущему ремонту паровозовъ. Благодаря этому, въ послѣднее время снова замѣчается стремленіе замѣнять коромысловые золотники поршневыми (цилиндрическими), оказавшимися лучше на дѣлѣ не смотря на то, что и при нихъ весьма затруднительно устранить пропуски пара (Инж. № 1, 1900 г.).

### Предохранительный клапанъ на рессиверѣ.

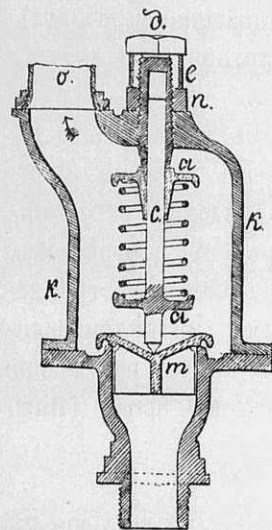
При троганіи поѣзда съ мѣста или медленномъ движеніи на подъемахъ и сравнительно низкомъ положеніи переводнаго рычага, а также въ случаѣ пропуска пара правымъ золотникомъ, давленіе въ рессиверѣ можетъ слишкомъ увеличиться. Обстоятельство это, ослабляя въ значительной степени работу праваго поршня, вмѣстѣ съ тѣмъ увеличиваетъ работу лѣваго, что вредно отзывается на исправности частей паровоза. Кромѣ того, вслѣдствіе быстрого увеличенія силы тяги отъ давленія пара большей упругости на поршень лѣваго цилиндра, еще можетъ произойти обрывъ упряжнаго крюка. Для устраненія этого, обыкновенно, на крышкѣ лѣваго золотниковаго ящика устанавливается предохранительный клапанъ, рассчитанный такимъ образомъ, что, при повышеніи давленія болѣе  $5\frac{1}{2}$



атмосферѣ, излишекъ пара начинаетъ выходить наружу и давленіе падаетъ.

Устройство его слѣдующее: мѣдный клапанъ *m*, помѣщается внутри чугунной коробки *k* (фиг. 14); нажатіе клапана въ гнѣзду

Фиг. 14.



достигается посредствомъ пружины, надѣтой на стержень *c* и заключенной между двумя дисками *a*. *a*, изъ которыхъ нижній на стержнѣ *c* неподвиженъ, а верхній можетъ перемѣщаться вдоль стержня и служить для регулированія упругости пружины, что достигается посредствомъ винта *d* и трубки *e*. Гайка *n* закрѣпляетъ винтъ *d* на мѣстѣ. Когда упругость пара въ рессиверѣ, а слѣдовательно и въ золотниковомъ ящикѣ лѣваго цилиндра достигнетъ  $5\frac{1}{2}$  атмосферъ, клапанъ *m* приподнимается, и паръ по трубкѣ *o* выходитъ наружу.

Такъ какъ увеличеніе давленія въ рессиверѣ можетъ служить причиной разрыва поѣзда и неравномѣрнаго износа частей обоихъ машинъ, то клапанъ этотъ долженъ находиться всегда въ полной исправности и время отъ времени провѣряться на прессу по контрольному манометру.

### Предохранительные клапаны на крышкахъ цилиндровъ.

Назначеніе этихъ клапановъ заключается въ автоматическомъ выбрасываніи воды изъ цилиндровъ, въ періоды сильнаго увлеченія ея изъ котла. Для этого на крышкахъ обоихъ цилиндровъ паровозовъ нормальнаго типа, заказа 1893 г., установлено по одному клапану; устройство ихъ, въ общемъ, сходно съ только что описаннымъ клапаномъ на рессиверѣ и достаточно

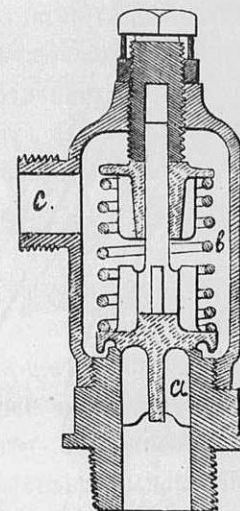
ясно изъ чертежа. Давленіемъ изъ цилиндра на клапанъ *a* (фиг. 15) пружина *b* сжимается, и вода по трубкѣ *c* устремляется наружу.

Обыкновенно пружина *b* для малаго цилиндра рассчитывается на 11 атм., для большаго—на 5 атм., почему клапаны эти, кромѣ своего спеціальнаго назначенія, служатъ и для регулированія давленій на поршни въ періоды сжатія мятаго пара.

Работаютъ они довольно удовлетворительно, но частыя ослабленія пружинокъ служатъ причиной паренія клапанчиковъ и вызываютъ надобность въ періодическомъ осмотрѣ и провѣркѣ ихъ.

Хотя у паровозовъ послѣднихъ выпусковъ клапаны эти и упразднены, но тѣмъ не менѣе, необходимость въ нихъ сказывается всякій разъ во время троганія съ мѣста и открытія регулятора при переходахъ съ уклоновъ на площадки и подъемы, когда въ особенности много скопится воды въ цилиндрахъ. На паровозахъ послѣднихъ выпусковъ отсутствіемъ этихъ клапановъ и возможно объяснить сравнительно частое искривленіе поршневыхъ штоковъ и дисковъ.

Фиг. 15.



### Клапаны Рикюра.

Произведенными опытами надъ первыми Компаундъ паровозами установлено, что движеніе ихъ по уклонамъ съ закрытымъ регуляторомъ далеко не такъ свободно, какъ—простыхъ паровозовъ. Явленіе это обуславливается работой поршня большаго цилиндра, превращающаго паровую машину въ воздушный насосъ: воздухъ изъ рессивера высасывается большимъ цилиндромъ и выталкивается черезъ конусъ наружу. Въ рессиверѣ и позади поршня,

благодаря значительной площади послѣдняго, образуется разръ-  
женіе. Въ то же время, съ противоположной стороны, на поршень  
дѣйствуетъ давленіе полной атмосферы, почему сопротивленіе  
движенію увеличивается. Чтобы уравнять давленіе, приходилось  
нѣсколько открывать регуляторъ и расходовать непроизводительно  
нѣкоторое количество пара и топлива. \*).

Для устранения этого недостатка, на обоихъ золотниковыхъ  
ящикахъ начали устанавливать клапаны „Рикура“, названные  
такъ именемъ изобрѣтателя.

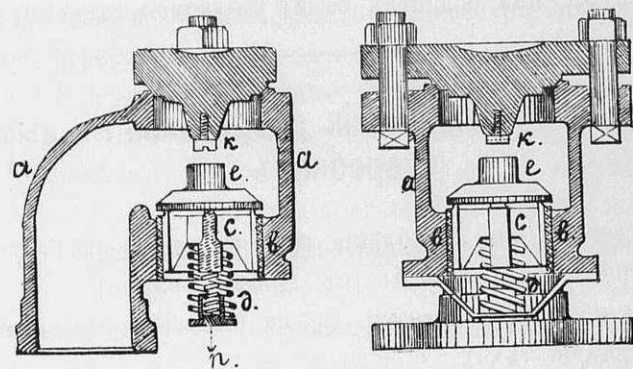
Дѣйствіе клапановъ заключается въ томъ, что они автома-  
тически, въ моментъ закрытія регулятора, даютъ свободный до-  
ступъ наружному воздуху въ цилиндры, отчего давленіе на поршни  
и выравнивается.

Кромѣ того, благодаря охлаждающему дѣйствию воздуха,  
предупреждается нагрѣваніе трущихся поверхностей золотниковъ  
и компенсаторовъ, что позволяетъ для ихъ смазыванія примѣнять  
минеральныя масла.

На фиг. 16 буквой *a* обозначена чугунная коробка, въ  
нижнее отверстіе которой вставлена мѣдная втулка *b*, перекры-  
ваемая клапаномъ *c*. Отъ дѣйствія наружной пружины *d*, при

\*) Слабое тормаженіе, при движеніи съ закрытымъ регуляторомъ, имѣетъ  
мѣсто и въ обыкновенныхъ паровозахъ, поршни которыхъ высасываютъ воздухъ  
изъ паровпускныхъ трубъ и золотниковыхъ ящиковъ. Менѣе же замѣтно оно по-  
тому, что во время сжатія золотники этихъ паровозовъ нѣсколько отжимаются отъ  
плоскости скольженія, почему нѣкоторое количество воздуха вталкивается обратно  
въ золотниковые ящики; разръженіе отъ этого уменьшается, а тормажущее дѣй-  
ствіе ослабѣваетъ и становится почти незамѣтнымъ. Такое непрерывное высасыва-  
ніе воздуха изъ паровпускныхъ трубъ и обратное вталкиваніе его въ трубы про-  
исходитъ во все время движенія обыкновеннаго паровоза съ закрытымъ регулято-  
ромъ, при чемъ, вмѣстѣ съ воздухомъ, въ паровые цилиндры засасывается и часть  
горячихъ газовъ изъ дымовой коробки черезъ конусъ. Обстоятельство это, при  
неудовлетворительной смазкѣ цилиндровъ, усиливаетъ треніе поршней и золотниковъ  
и влечетъ за собой осажденіе сами въ каналахъ и окнахъ. Описанное явленіе  
обратнаго всасыванія наблюдается и въ лѣвомъ цилиндрѣ компаундъ паровозовъ,  
если отнять или заглушить клапаны Рикура, хотя, вслѣдствіе незначительнаго  
сжатія, обусловливаемаго, какъ извѣстно, малыми размѣрами внутреннихъ пере-  
крышъ лѣваго золотника, въ весьма слабой степени.

закрытомъ регуляторѣ, клапанъ *c* приподнимается на величину  
зазора между головкой *e* и выступомъ крышки *k* (3 мм.), отчего  
Фиг. 16.



воздухъ устремляется въ золотниковыя коробки и ресиверъ.  
При открытіи регулятора, давленіемъ пара клапанъ *c* прижимается  
къ гнѣзду и прекращаетъ выходъ пара наружу. Внутренняя пру-  
жина *n* смягчаетъ ударъ клапана при закрываніи.

Позднѣйшія наблюденія показали, что хотя установкой кла-  
пановъ Рикура и устранено сопротивленіе движенію паровоза по  
уклонамъ, но тѣ же клапаны, производя охлажденіе цилиндровъ  
и увеличивая % влажности въ періодъ впуска, вызываютъ и  
другія нежелательныя явленія. При движеніи по спускамъ, вслѣд-  
ствіе значительнаго объема цилиндровъ, масса воздуха выталки-  
вается черезъ конусъ въ дымовую трубу и, не смотря на закры-  
тое поддувало, является усиленная тяга. Это обстоятельство,  
помимо увеличенія расхода топлива, еще служитъ причиной течы  
дымогарныхъ трубъ въ виду усиленнаго притока къ нимъ воз-  
духа въ то время, когда во избѣжаніе чрезмѣрнаго повышенія  
давленія пара въ котлѣ, приходится убавлять огонь въ топкѣ.

Для устранения этихъ неудобствъ на паровозахъ новѣйшей по-  
стройки, рабочія отверстія клапановъ уменьшены до 70 мм. вмѣсто  
80, почему количество всасываемаго воздуха значительно уменьши-  
лось и вредное вліяніе клапановъ сдѣлалось нѣсколько слабѣе.

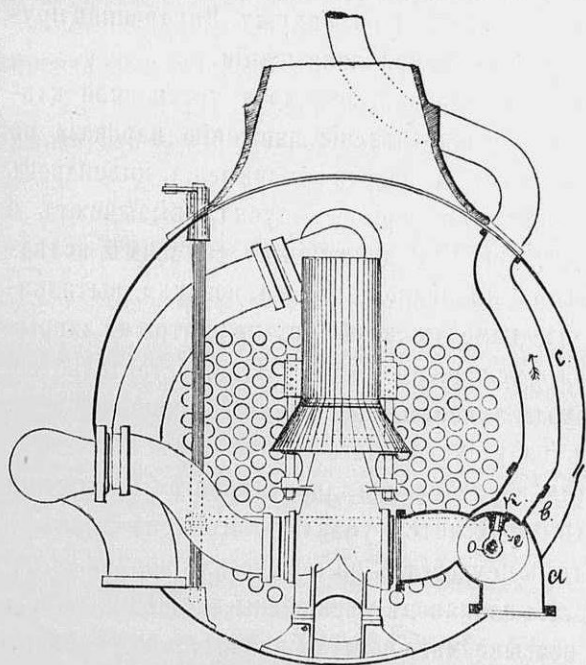


Но независимо этого, въ последнее время паровозы компаунды стали снабжать особыми приборами, помощью которых является возможность или совершенно уничтожить тягу въ дымовой трубѣ, или ослабить ее въ желаемой степени.

### Приборы для регулированія разрѣженія въ дымовыхъ коробкахъ.

Уничтоженіе или ослабленіе тяги въ дымовыхъ трубахъ паровозовъ производится двояко: въ одномъ случаѣ, нагнетаемый цилиндрами воздухъ отводится прямо въ атмосферу, минуя конусъ и дымовую трубу, во второмъ—дымовая труба или совершенно разобщается отъ дымовой коробки, или только частью.

Фиг. 17.

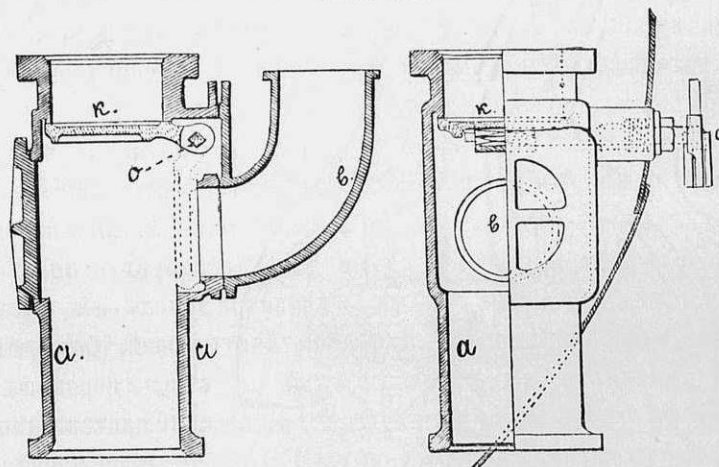


На прилагаемомъ чертежѣ, фиг. 17, изображенъ приборъ перваго типа, предложенный инженеромъ Зябловымъ. Пароотводная труба *a* большого цилиндра отлита изъ чугуна съ отросткомъ *b*; трубкой *c*, выведенной наружу дымовой коробки, отростокъ этотъ сообщается съ атмосферой. Мѣдный золотникъ *k*, нажимаемый къ своему мѣсту пружиной *e*, можетъ быть повер-

нуть влѣво на нѣкоторый уголъ около оси *o*; для этого изъ будки машиниста имѣется особый приводъ. Въ зависимости отъ положенія золотника *k* воздухъ, доставляемый цилиндромъ, направляется или въ конусъ, какъ обыкновенно, или по трубѣ *c* наружу. Въ первомъ случаѣ тяга въ дымовой трубѣ будетъ полная, во второмъ—совершенно уничтожена и, наконецъ, при промежуточныхъ положеніяхъ золотника,—можетъ быть болѣе или меньше ослаблена.

На нѣкоторыхъ Компаундъ паровозахъ Путиловскаго завода выпуска 1897 г., устройство это нѣсколько измѣнено и заключается въ слѣдующемъ: на пароотводный фланецъ большого цилиндра устанавливается чугунная коробка *a* (фиг. 18), верхній фланецъ которой особымъ колѣномъ соединяется съ конусомъ, а боковой отростокъ *b*, отводной трубкой—съ атмосферой. Мѣдный клапанъ *k*, помощью привода изъ будки машиниста, можетъ быть повернуть на тотъ или иной уголъ, въ предѣлахъ  $90^\circ$ , около оси *o*.

Фиг. 18.

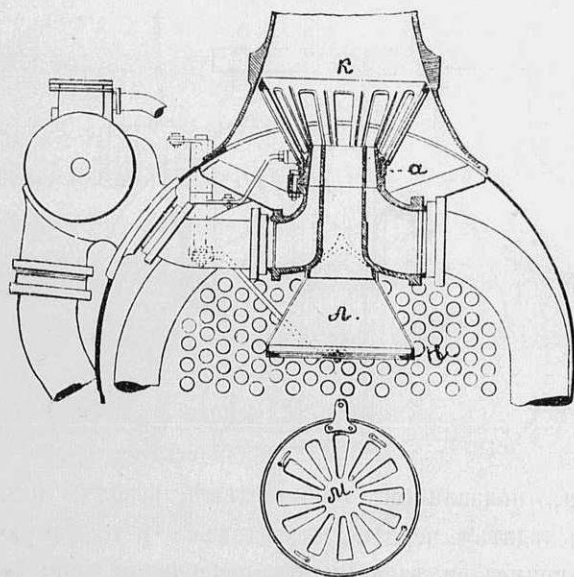


При положеніи клапана, показанномъ на чертежѣ, воздухъ изъ цилиндра будетъ выходить черезъ отростокъ *b* и отводную трубу наружу, минуя конусъ, и тяга будетъ совершенно уничтожена; если же клапанъ *k* повернуть на  $90^\circ$ , то воздухъ черезъ

конусъ устремится въ дымовую трубу; при всякомъ промежуточномъ положеніи клапана тяга будетъ ослаблена.

Для регулированія разрѣженій въ дымовой коробкѣ по второму способу, тотъ же инженеръ Зябловъ предложилъ приборъ слѣдующаго устройства: на конусъ устанавливается двойная чугунная воронка *к*, съ прорѣзми (фиг. 19); верхній край наружной воронки прилегаетъ почти вплотную къ дымовой трубѣ, а нижній лежитъ свободно на желѣзномъ кольцѣ *а*; какъ кольцо *а*, такъ и внутренняя воронка связаны съ конусомъ неподвижно. Приводомъ изъ будки машиниста наружная воронка можетъ быть повернута на кольцо *а* такъ, что отверстія внутренней окажутся или совсѣмъ закрыты, или только сужены на большую или меньшую величину. Въ первомъ случаѣ тяга въ дымовой трубѣ не будетъ производить никакого разрѣженія въ дымовой коробкѣ; во второмъ—вліяніе тяги на степень разрѣженія будетъ ослаблено въ желаемой степени, въ зависимости отъ величины откры-

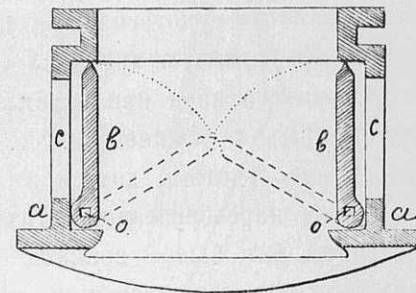
Фиг. 19.



При кольцевыхъ конусахъ Адамса \*) (описаніе этихъ конусовъ смотрѣть ниже), кромѣ воронки *к*, надѣвается на конусъ снизу еще другая—*л*, обратная первой, безъ отверстій; воронка эта снабжается дномъ *м* съ прорѣзами, закрываемыми съ помощью того же привода особой крышкой.

\*) Какъ на чертежѣ.

Инженеромъ Рождественскимъ съ той же цѣлью предложень особый поддонъ для дымовой трубы. Въмѣсто обыкновеннаго сѣдалища, подъ трубу устанавливается чугунная коробка *а* квадратнаго сѣченія (фиг. 20); внутри



Фиг. 20.

коробки, параллельно оси котла, помѣщаются два чугунныхъ клапана *в*, вращающихся при помощи привода, изъ будки машиниста около осей *оо*. Вращеніемъ этихъ клапановъ отверстіе дымовой трубы можетъ быть измѣняемо въ широкихъ предѣлахъ, чѣмъ достигается возможность регулировать скорость выхода газовъ или воздуха въ дымовой трубѣ.

Прорѣзы *с.с.* необходимы для доступа къ клапанамъ при сборкѣ и ремонтѣ.

Дѣйствіе этого прибора основано на томъ, что съ уменьшеніемъ площади поперечнаго сѣченія нижняго основанія дымовой трубы уменьшается и тяга, а когда эта площадь сдѣлается равной площади отверстія конуса,—тяга совершенно прекращается, независимо отъ скорости истекающихъ черезъ конусъ газовъ или пара.

Дать надлежащую оцѣнку всѣмъ перечисленнымъ приборамъ не представляется возможности, за отсутствіемъ точныхъ данныхъ о результатахъ работы ихъ на паровозахъ Компаундъ. Всѣ же свѣденія объ этихъ приборахъ имѣютъ пока характеръ рекламъ и пужаются въ опытной проверкѣ. Несомнѣнно одно, что Компаундъ паровозы на уклонахъ сжигаютъ много лишняго топлива для нагрѣванія холоднаго воздуха, притекающаго въ топку въ силу форсированной тяги. Съ уничтоженіемъ же послѣдней, должно явиться сбереженіе топлива, особенно на дорогахъ съ крутыми и длинными уклонами. А такъ какъ вмѣстѣ съ этимъ устраняется одна изъ причинъ, вызывающихъ течь дымогарныхъ трубъ, то расходы по ремонту также должны будутъ уменьшиться.



## Приборы для получения тяги воздуха.

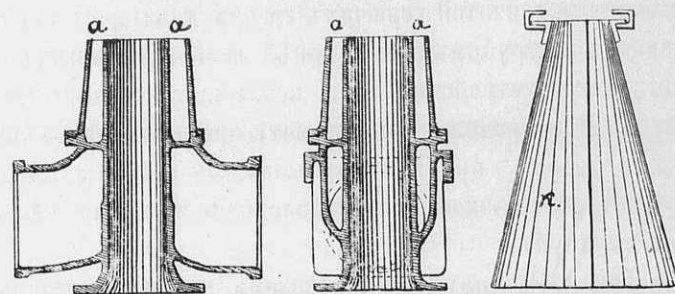
Для получения подлежащей тяги воздуха, въ паровозахъ, какъ извѣстно, употребляютъ мятый паръ, выпуская его черезъ конусъ въ дымовую трубу. У паровозовъ Компаундъ число вылетовъ мятая пара при одномъ оборотѣ ведущей оси въ два раза меньше, чѣмъ у обыкновенныхъ. Обстоятельство это, какъ выяснилось впоследствии, хотя и не имѣло существеннаго вліянія на ухудшеніе парообразования этихъ паровозовъ, тѣмъ не менѣе, при постройкѣ ихъ было принято во вниманіе и выборъ системы конуса игралъ немаловажную роль.

На англійскихъ и американскихъ паровозахъ конусъ всегда имѣетъ постоянное отверстіе, и устанавливается внизу дымовой коробки (американская система). Другіе же паровозо-строительные заводы предпочитаютъ конусы съ перемѣннымъ отверстіемъ и подвѣшиваютъ его къ верхней части камеры.

Опытъ показалъ, что при конусахъ американскаго типа скорость движенія и температура газовъ наибольшія въ нижнихъ рядахъ трубокъ, а наиболѣе энергичное горѣніе происходитъ въ задней части топки. На паровозахъ же съ верхнимъ конусомъ наблюдается обратное. Такое неравномѣрное распредѣленіе продуктовъ горѣнія не только вредно отзывается на прочности котла, но еще влечетъ за собой и увеличеніе расхода топлива, такъ какъ наиболѣе нагрѣтые газы, протекая съ значительной скоростью, не успѣваютъ отдать всей заключающейся въ нихъ теплоты стѣнкамъ трубокъ и уходятъ въ дымовую трубу при высокой температурѣ. Въ виду этого, вопросъ о сравнительномъ достоинствѣ конусовъ сводится къ тому, — при какомъ изъ нихъ скорость движенія и температура газовъ наиболѣе одинаковы во всѣхъ рядахъ трубокъ, а расходъ топлива наименьшій.

Этимъ условіямъ отчасти удовлетворяютъ конусы съ двойнымъ разрѣженіемъ газовъ: вверху и внизу дымовой коробки.

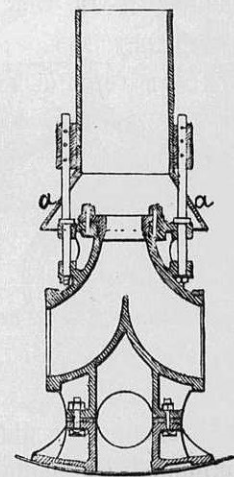
На чертежѣ фиг. 21 изображенъ конусъ системы Адамса, помещаемый обыкновенно въ верхней части дымовой камеры. Фиг. 21.



Мятый паръ вытекаетъ черезъ кольцевое отверстіе *a, a*, въ видѣ пустотѣлой струи, вслѣдствіе чего увеличивается поверхность соприкосновенія паровыхъ и газовыхъ частицъ, и полезное дѣйствіе конуса повышается. Благодаря же устройству вытяжнаго колпака *к*, подвѣшиваемаго внизу конуса, газы вытягиваются не только вверху, но и внизу, подъ колпакомъ. Конусы эти установлены на Компаундъ паровозахъ Путиловскаго завода, постройки 1897 г., а также на нѣкоторыхъ паровозахъ Харьковско-Николаевской, Екатерининской и другихъ дорогъ и дали очень хорошіе результаты.

Фиг. 22.

Фиг. 22 представляетъ конусъ американской системы съ верхнимъ колпакомъ (петикотомъ). Газы и при этомъ конусѣ вытягиваются въ двухъ мѣстахъ: подъ петикотомъ *a a* и подъ сѣдалищемъ дымовой трубы. Конусы эти установлены на Компаундъ паровозахъ Брянскаго завода Сызрано-Вяземской дор. и на нѣкоторыхъ паровозахъ Общ. Юго-Восточныхъ дорогъ. Результаты парообразования съ этимъ конусомъ оказались вполне хорошими. Но установка внизу дымовой коробки затрудняетъ доступъ къ ды-



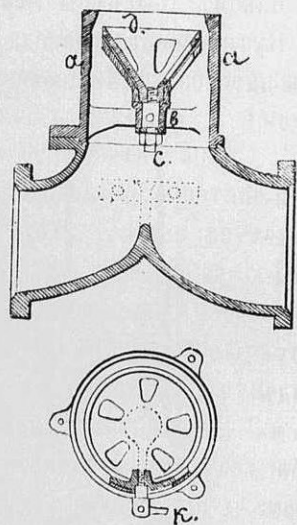
могарнымъ трубамъ при чисткѣ ихъ, въ особенности при отопленіи углемъ, когда трубы засариваются чаще.

Обѣ системы этихъ конусовъ позволяютъ съ большей выгодой пользоваться теплотой горючихъ газовъ, такъ какъ распределеіе послѣднихъ по трубамъ равномернѣй, чѣмъ при другихъ типахъ.

Кромѣ того, устройство ихъ исключаетъ возможность злоупотребленій. При правильномъ расчетѣ отверстія, парообразование обыкновенно хорошо при всѣхъ условіяхъ работы паровоза, а излишне употребленіе конуса вызываетъ только неизбѣжную течь дымогарныхъ трубъ.

На первыхъ Компаундъ паровозахъ правительственнаго заказа были установлены конусы бельгійскаго типа, съ перемѣннымъ сѣченіемъ; устройство ихъ слѣдующее: внутри цилиндрической трубы *а. а.* (фиг. 23), обточенной въ верхней части по двумъ коническимъ поверхностямъ, отлиты, заодно цѣлое, ребра

Фиг. 23.



со втулкой *в*; въ отверстіе послѣдней закрѣпленъ стержень *с*, на верхнюю оконечность котораго надѣта двойная коническая воронка *д*, съ прорѣзами. Внутренняя воронка чугунная и закрѣплена на стержнѣ *с* неподвижно; наружная отлита изъ бронзы, и вращается приводомъ *к*, изъ будки машиниста. Устройствомъ этимъ достигается возможность или совершенно перекрыть щели внутренней воронки, или сѣзуть ихъ на большую или меньшую величину; благодаря этому, площадь выходнаго отверстія конуса можетъ быть увеличена или уменьшена.

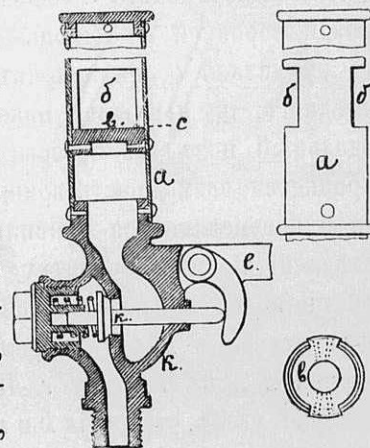
Результатъ работы этихъ конусовъ оказался не вполнѣ удовлетворительнымъ, въ особенности при угольномъ отопленіи, почему на паровозахъ новѣйшей постройки они болѣе не встрѣчаются

## Свистокъ.

Для подачи звуковыхъ сигналовъ и сообщенія между машинистомъ и поѣздной прислугой служить, какъ извѣстно, паровой свистокъ. Съ постройкой 8-ми-колесныхъ паровозовъ, составы поѣздовъ, а слѣдовательно, и длина ихъ, значительно увеличились, почему обыкновенные свистки, временами, за шумомъ поѣзда плохо слышны на заднихъ тормозахъ.

На большинствѣ Компаундъ паровозовъ свистокъ имѣетъ слѣдующее устройство: къ паровому вентилю *к* (фиг. 24), сообщающемуся съ котломъ особой колонкой, прикрѣплена шурупамидная труба *а*; на стѣнкѣ трубы имѣются два прямоугольных вырѣза *б. б.*, симметрично расположенныхъ, а внутрь ея, на одномъ уровнѣ съ нижними краями вырѣзовъ, установлена перегородка *в*; края послѣдней, совпадающіе съ краями вырѣзовъ *б*, спилены по конусу, отчего въ этомъ мѣстѣ образуется щель *с*, шириной до 2 мм. Рычагъ *е*, посредствомъ вертикальной тяги, соединяется съ другимъ рычагомъ въ будкѣ машиниста. При дѣйствіи рычага клапанъ *к* открывается, и паръ изъ котла устремляется въ верхнюю часть трубы *а*; вытекая съ большой скоростью черезъ узкую щель *с*, паръ приводитъ въ колебаніе заключенный въ трубѣ столбъ воздуха, вслѣдствіе этого, благодаря значительной высотѣ трубы (435 мм.), получается очень сильный звукъ низкаго тона.

Фиг. 24.





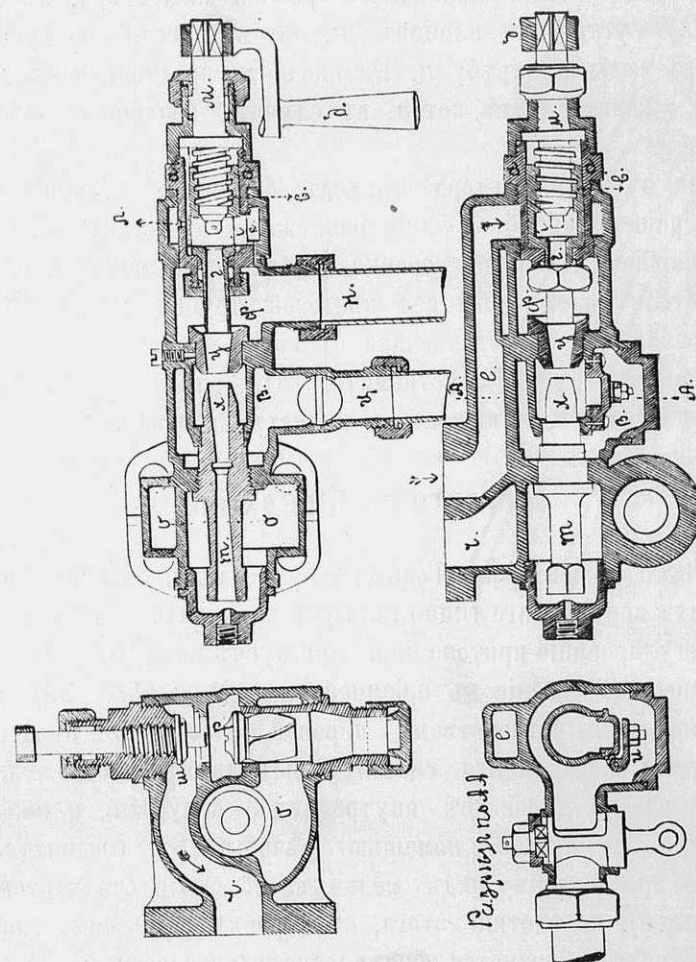
## Всасывающий инжекторь Гольденъ-Бруке.

Питаніе паровозныхъ котловъ въ большинствѣ случаевъ производится инжекторами; послѣдніе бываютъ двухъ родовъ: всасывающіе, помѣщаемые выше уровня воды въ тендерѣ и не всасывающіе, работа которыхъ происходитъ подъ нѣкоторымъ напоромъ. Поэтому, инжекторы второй группы устанавливаются ниже самаго низкаго уровня воды въ бакѣ. На фиг 25 изображенъ всасывающій инжекторь Гольденъ-Бруке, установленный на Компанундъ паровозахъ нормальнаго типа, заказа 1893 г. Отличительнымъ признакомъ всасывающихъ инжекторовъ, помимо указанного, служитъ приспособленіе для регулированія притока пара въ инжекторъ. (Для инжекторовъ не всасывающихъ, паровое отверстіе постоянно). Для достиженія этой цѣли, въ инжекторѣ Гольденъ-Бруке имѣются два цилиндрика: наружный *а* не подвижный и внутренний *в*—подвижный, отлитый за одно цѣлое съ паровой воронкой *г*; помощью винтоваго шпинделя *м*, снабженнаго рукояткой *д*, цилиндрикъ *в* можетъ перемѣщаться вдоль оси послѣдняго; на наружной поверхности этого цилиндрика имѣется продольный пазъ, въ который входитъ концомъ шпонка *л*, чѣмъ устраняется возможность вращенія цилиндрика вокругъ оси шпинделя и обезпечивается правильность перемѣщенія по направленію послѣдней. Вращая рукоятку *д* влѣво, внутренний цилиндрикъ *в* приметъ положеніе, показанное на чертежѣ и паръ изъ трубки *е* черезъ отверстіе *к* и *і* устремится во внутреннюю полость цилиндрика *в* и въ воронку *г*. При поворотѣ рукоятки *д* вправо на нѣкоторый уголъ, отверстія *к* и *і* будутъ закрыты; заточка шпинделя *л* упрется въ коническое гнѣздо воронки *г* и притокъ пара въ инжекторъ прекратится. Не трудно видѣть, что подобнымъ устройствомъ достигается возможность регулировать ширину открытія щелей *к* и *і*, а вмѣстѣ съ тѣмъ и притокъ пара въ воронку *г*.

При положеніи цилиндрика *в*, изображенномъ на чертежѣ, паръ изъ котла, каналомъ *е*, черезъ отверстія *і* и *к*, проникаетъ

въ воронку *г* и направляется къ вспомогательной насадкѣ *у*; вслѣдствіе этого, въ пространствѣ *ф* образуется разрѣженіе и

Фиг. 25.



присасываніе воды изъ трубки *н*; вслѣдъ за тѣмъ, смѣсь устремляется въ насадку *у*, гдѣ, благодаря быстрому измѣненію поперечнаго сѣченія, происходитъ перемѣшиваніе пара и воды. Въ слѣдующій моментъ водяная струя подъ дѣйствіемъ пара, черезъ





вода, подь давленіемъ атмосферы, поднимается по всасывающей трубкѣ *т*, наполняетъ камеры *а* и *г* и трубкой *п* вытекаетъ наружу. Для окончательнаго пуска инжектора необходимо шпиндель *е* повернуть влѣво еще на нѣкоторый уголъ и направить струю пара по осевому каналу воронки *в*. Въ этотъ моментъ истечение черезъ вѣстовую трубку прекращается, и инжекторъ начинаетъ работать. Водяная струя, по выходѣ изъ нагнетательной воронки *у*, преодолеваетъ давленіе на клапанъ *х* и по каналу *м* устремляется въ котель.

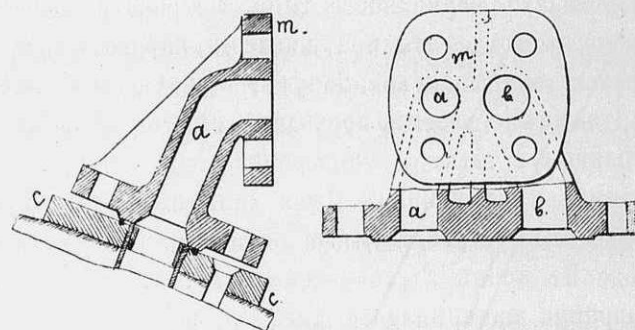
Клапаны *п* и *с* необходимы для отдѣленія инжектора отъ котла на случай осмотра и ремонта воронокъ. Буквой *Р* обозначенъ пожарный отстойокъ.

Для прогрѣванія воды въ тендерѣ достаточно закрыть вѣстовой клапанъ *п* и открыть паровой *е*, и паръ черезъ трубу *т* устремится въ тендеръ.

Инжектора Фридмана, имѣя незначительный вѣсъ, удобны для сборки и отличаются очень легкимъ пускомъ въ ходъ при всѣхъ давленіяхъ пара; портятся рѣдко и вполне доступны для ремонта и осмотра даже на ходу поѣзда. Питательная вода можетъ имѣть температуру до 50° по Цельсію. Всасывающіе инжектора, будучи установлены въ будкѣ машиниста, въ зимнее время менѣе подвержены замерзанію.

Недостатки, присущіе инжекторамъ не всасывающимъ, сохраняются и для разсмотрѣнныхъ инжекторовъ и заключаются въ томъ, что если внутри прибора, при контръ-парѣ или по другимъ какимъ причинамъ, проникнетъ воздухъ, то водяная струя прерывается, и инжекторъ перестаетъ работать. Тоже самое можетъ случиться отъ быстрого колебанія уровня воды въ тендерѣ, отъ толчковъ при тормаженіи и при проходѣ по стрѣлкамъ. Чтобы заставить инжекторъ работать, необходимо закрыть паровой клапанъ и снова пустить паръ въ два приѣма: сначала для образованія пустоты, а затѣмъ для сообщенія водѣ надлежащей скорости.

Для прикрѣпленія инжекторовъ къ котлу, въ будкѣ машиниста на небномъ листѣ топочнаго кожуха, съ правой и лѣвой сторонъ приклепаны особыя стойки. Какъ видно изъ чертежа (фиг. 27), въ стойкѣ имѣются два отверстія: паровое—*а* и нагнетательное—*в*; инжекторъ прикрѣпляется къ фланцу *т* четырьмя болтами. Для лучшаго укрѣпленія шпильки, соединяющихъ стойку съ котломъ,



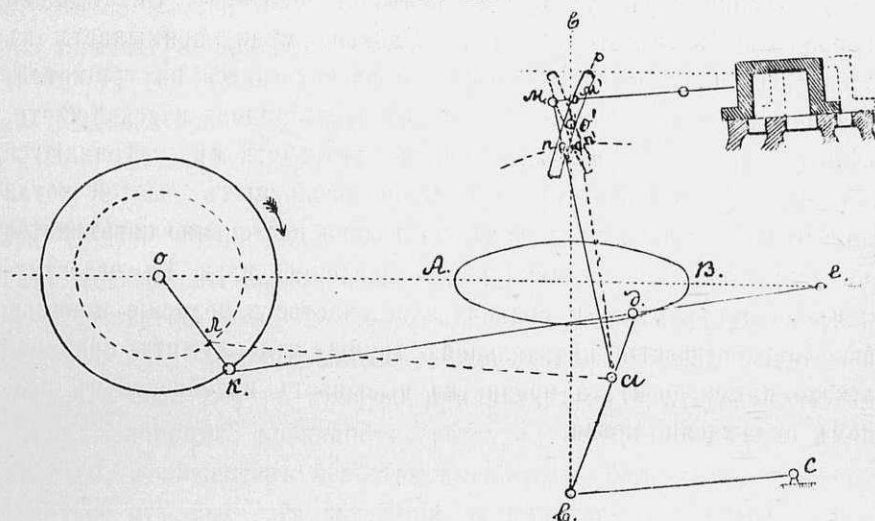
ломъ, стѣнка котла утолщена желѣзной шайбой *с*. Питательная труба, діаметромъ 45 мм., изъ красной мѣди, примыкаетъ къ нагнетательному отверстию стойки и располагается внутри котла, оканчиваясь раструбомъ на переднемъ звенѣ цилиндрической части, вблизи передней рѣшетки. Такимъ устройствомъ устраняются вредныя послѣдствія отъ охлажденія различныхъ частей котла питательной водою, такъ какъ послѣдняя постепенно нагревается до температуры, соотвѣтствующей давленію пара. Къ недостаткамъ слѣдуетъ отнести сравнительно частое заполненіе накипью выводнаго отверстия питательной трубы, что служитъ причиной отказа инжекторовъ, а прочистка вызываетъ надобность въ полномъ охлажденіи котла.

## Парораспределительный механизм Джоя.

На парораспределение это въ 1879 г. въ Англіи былъ взятъ патентъ, а въ настоящее время оно получило нѣкоторое распространение въ Германіи и у насъ—въ Россіи, преимущественно на паровозахъ нормального типа. Устройство этого механизма основано на томъ, что, при движеніи паровоза, любая точка главного дышла описываетъ сомкнутую кривую линію эллипсовидной формы и, такимъ образомъ, проходитъ нѣкоторый путь какъ по горизонтальному, такъ и по вертикальному направленіямъ. Пользуясь этимъ, въ механизмѣ Джоя движеніе золотнику сообщается слѣдующимъ устройствомъ.

Въ точкѣ  $d$  главного дышла  $k. e.$  (фиг. 28), посредствомъ шарнира прикрѣплена тяга  $dv$ , которая въ  $v$  связана съ штан-

Фиг. 28.



гой  $bc$ , качающейся около неподвижной точки  $c$ ; въ точкѣ же  $a$  та же тяга  $vd$  соединяется еще съ вилкой  $ma$ , а послѣдняя, при помощи камня  $n$ ,—съ направляющей дугой  $pr$ . Наклоненіе дуги  $pr$ , или кулисы, относительно вертикали  $vv'$ , производится отъ

руки, вращеніемъ ея около неподвижной точки  $o'$ . Отъ точки  $m$  посредствомъ золотниковаго направленія и золотниковаго штока сообщается движеніе золотнику.

При каждомъ оборотѣ ведущей оси, кривошипъ  $ok$  описываетъ окружность; точка  $d$  главного дышла—эллипсовидный путь  $AB$ , а камень кулисы въ это время скользитъ по направляющей дугѣ  $pr$  вверхъ и внизъ, совпадая всякій разъ съ ея центромъ, при проходѣ кривошипа черезъ мертвыя точки; вслѣдствіе этого, точка  $m$  колеблется почти симметрично относительно вертикальной линіи  $vv'$ . Это колебательное движеніе точки  $m$  и употребляется для движенія золотника.

Не трудно видѣть, что измѣненіе величины хода золотника, а слѣдовательно, — и степени отсѣчки пара достигается установкой кулисы въ то или другое положеніе относительно линіи  $vv'$ .

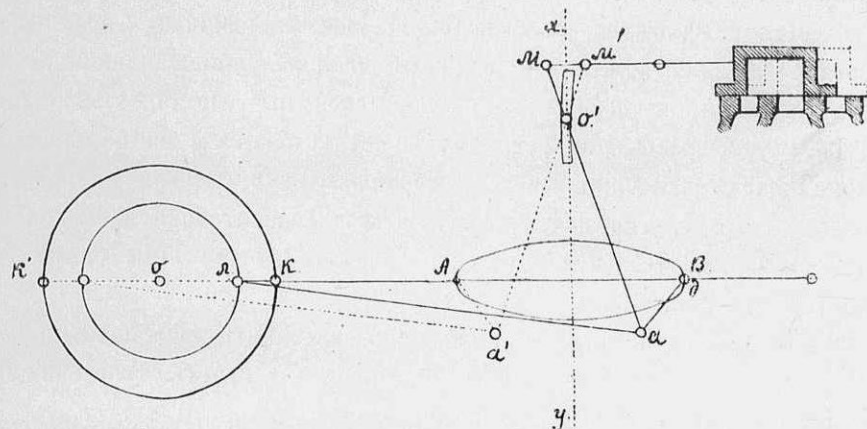
При положеніи механизма, изображенномъ на фиг. 22, паръ поступаетъ въ правую часть цилиндра, и движеніе машины происходитъ по направленію стрѣлки. Если же кулису наклонить влево на тотъ же уголъ, относительно вертикали  $vv'$ , не измѣняя положенія остальныхъ частей механизма, то точки  $n$  и  $m$  перемѣстятся соотвѣтственно въ  $n'$  и  $m'$ , золотникъ откроетъ лѣвое паровпускное окно, какъ показано пунктиромъ, паръ устремится на лѣвую сторону поршня, и кривошипъ станетъ вращаться по противоположному направленію.

Въ паровозныхъ механизмахъ Джоя, по неимѣнію мѣста и слишкомъ низкаго положенія точки  $b$ , часть  $abc$  отброшена, вмѣсто которой, для направленія движенія точки  $a$ , устроенъ стержень  $al$ , связанный съ контръ-кривошипомъ ведущей оси.

На фиг. 29 изображенъ эскизъ механизма для паровозовъ Компаундъ нормального типа. Какъ было сказано, при проходѣ кривошипа черезъ мертвыя точки  $k$   $k'$ , центръ кулиснаго камня совпадаетъ съ центромъ вращенія  $o'$  кулисы; разстоянія же точки  $m$  отъ вертикальной линіи  $xu$ , при этомъ, остаются равными и независятъ отъ измѣненія наклона кулисы, а слѣдовательно,—



и положенія переводнаго рычага. Благодаря этому, отклоненіе золотника отъ его середины также не измѣняется, и линейныя Фиг. 29.



опереженія впуска сохраняютъ одну и ту же величину для всѣхъ степеней отсѣчки. \*).

Радиусъ кривизны кулисы, разстояніе точки  $\delta$  отъ передняго центра дышла, длина радиуса контръ-кривошипа  $ол$  и проч. опредѣляются путемъ вычисленій, въ зависимости отъ хода поршня, длины главнаго дышла и разстоянія между осями цилиндра и золотника, а также—въ зависимости отъ опереженій впуска.

На таблицѣ I представленъ общій видъ механизма Джоя Компаундъ паровоза правительственнаго типа.

Кулиса А (фиг. 1, 2, 3), состоитъ изъ двухъ частей, привернутыхъ наглухо къ переводному валу В; каждая часть снаб-

\*) Линейнымъ опереженіемъ впуска, какъ извѣстно, называется величина открытія паровпускнаго окна въ то время, когда кривошипъ находится въ мертвой точкѣ. При распредѣленіи пара кулисами Стеенсона или Алана линейныя опереженія измѣняются, въ зависимости отъ положенія кулисы: при тягахъ открытыхъ, по мѣрѣ приближенія кулисы Стеенсона къ среднему положенію, опереженія увеличиваются; при кулисахъ Алана—уменьшаются. Когда тяги перекрещены,—наблюдается обратное. Изъ другихъ кулисныхъ механизмовъ только механизмъ Гуча въ этомъ отношеніи сходенъ съ механизмомъ Джоя, такъ какъ при любомъ расширеніи пара линейныя опереженія впуска остаются постоянными.

жена пазами для направленія движенія камня. Переводный валъ В, въ мѣстахъ прикрѣпленія кулисъ, для обхода коренныхъ рамъ паровоза, изогнутъ и покоится на четырехъ кронштейнахъ  $л-л$ , изъ которыхъ одна пара прикрѣплена къ рамамъ паровоза, а другая къ параллельнымъ рамкамъ. Для облегченія отдѣлки и сборки валъ изготовленъ изъ двухъ фигурныхъ частей, соединенныхъ въ одно цѣлое при посредствѣ фланцевъ на болтахъ. Измѣненія движеній паровоза и установка кулисы на ту или иную степень отсѣчки достигаются помощью колѣна Д, рычага Е и переводнаго винта Ж (фиг. 4); вращеніе винта производится рукояткой а; при этомъ по винту перемѣщается въ ту или другую сторону гайка в изъ двухъ частей, съ промежуточной прокладкой изъ листовой мѣди. Правая часть гайки снабжена ушкомъ и соединена шарниромъ съ переводной штангой Е.

Кулисный камень  $k$  изъ фосфористой бронзы, двойной; обѣ половинки камня надѣты на общій валикъ  $e$ , который, въ то же время, служитъ и осью качанія вилки а. Двойная подвѣска в соединяетъ какъ вилку а, такъ и направляющій рычагъ Р—съ главнымъ дышломъ.

Золотниковое направленіе Г снабжено вилкой для соединенія съ золотниковымъ штокомъ. Направляющей движеній золотниковаго штока служитъ чугунная подушка р. Буквой П обозначенъ контръ-кривошипъ ведущей оси.

Всѣ части механизма, за исключеніемъ кулисныхъ камней и кронштейновъ, изготовляются изъ сварочнаго желѣза или литой стали. Шарнирные болты тщательно притерты и закалены.

Достоинства механизма Джоя, какъ мы уже видѣли, заключаются въ равенствѣ опереженій впуска при всѣхъ отсѣчкахъ. Замѣной же эксцентровъ шарнирами въ значительной степени уменьшена работа тренія. Сильное скольженіе камня, дважды перемѣщающагося на полную длину кулисы за одинъ оборотъ оси, и крайняя чувствительность механизма къ неровностямъ пути, оказывающимъ вліяніе на правильность парораспредѣленія, уменьшаютъ достоинства этой системы.

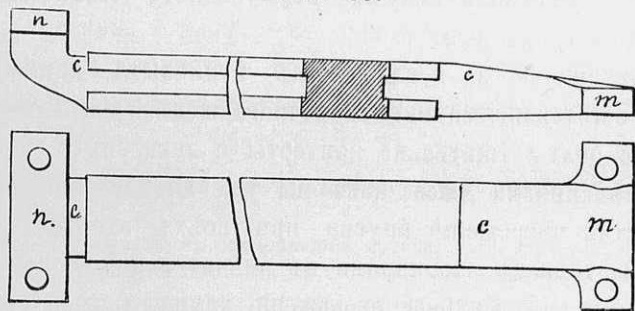
## Крейцкопфъ и параллель.

Крейцкопфъ, какъ извѣстно, служитъ для направленія движеній поршневого штока и соединенія его съ ведущимъ дышломъ. На большинствѣ обыкновенныхъ паровозовъ движеніе крейцкопфа происходитъ между двумя параллелями, между тѣмъ, какъ на паровозахъ нормального типа съ этой цѣлью имѣется только по одной параллели для каждаго изъ цилиндровъ. Преимущество этой конструкции, довольно распространенной въ Америкѣ, заключается въ устраненіи перекашиваній крейцкопфа. Последнее обуславливается тѣмъ, что боковыя поверхности соприкосновенія трущихся частей значительно больше, чѣмъ при двухъ параллеляхъ.

Хотя система эта и имѣетъ за собой нѣкоторыя достоинства, но тѣмъ не менѣе, устройство одной параллели вызывалось необходимостью обезпечить свободу качаній ведущаго дышла и связанныхъ съ нимъ частей механизма Джоя.

На фиг. 30 представленъ чертежъ параллели Компаундъ паровоза правительственнаго заказа; параллель изготовлена изъ твердой и упругой стали и для уменьшенія изнашиванія закалена; форма ея рабочей поверхности достаточно ясна изъ чертежа.

Фиг. 30.



Въ виду того, что наибольшее давленіе на параллель соотвѣтствуетъ вертикальному положенію кривошипа, толщина ея къ концамъ

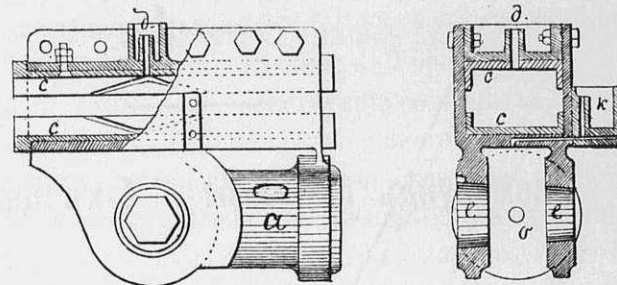
уменьшена почти на половину. Лапой *т* параллель прикрѣпляется къ выступу на задней цилиндрической крышкѣ, *а—н* къ параллельной рамкѣ. Для удобства вывѣрки между лапами и мѣстами ихъ прилеганія ставятся прокладки изъ желтой мѣди, или тонкаго

листового желѣза. Съ цѣлью предовратить образованіе уступовъ въ мѣстахъ предѣльныхъ положеній крейцкопфа имѣются впадины *с. с.*

Фиг. 31 изображаетъ крейцкопфъ для этой параллели. Головка поршневого штока закрѣпляется въ уступѣ *а*, для чего послѣдній снаб-

Фиг. 31.

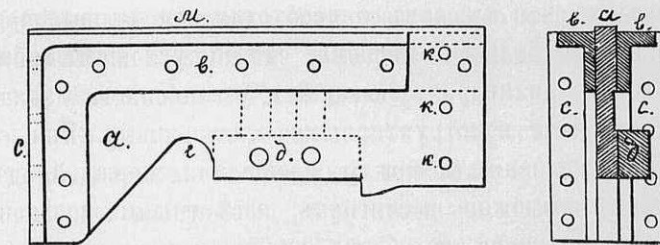
женъ коническимъ гнѣздомъ и отверстиемъ для клина. Для облегченія съемки крейцкопфа съ поршневого штока, въ коль-



цевомъ днѣ гнѣзда имѣется отверстие *д*. Трущаяся поверхности *с. с.* изъ фосфористой бронзы, укрѣплены шурупами и снабжены канавками для распредѣленія смазки черезъ отверстие *д*. Верхняя часть крейцкопфа, для выполненія постановки и съемки, — отъемная и соединяется съ нижней болтами. Коническія отверстія *е. е.* служатъ для пропуска крейцкопфнаго болта; *к* — масленка для смазки послѣдняго.

Параллельная рамка состоитъ изъ желѣзнаго листа *а*, съ приклепанными къ нему угольниками *в* (фиг. 32.) Вертикальными

Фиг. 32.



полками *с, с.* рамка прикрѣпляется къ коренной рамѣ паровоза посредствомъ болтовъ. Къ нижней поверхности кулака *д*, при-



вернутаго къ рамкѣ двумя болтами съ потайными головками, прилегають задняя лапа параллели. Вырѣзь *e* необходимъ для прохода сѣбнаго дышла. Отверстія *k* служатъ для прикрѣпленія кронштейна *л* кулиснаго вала механизма Джоя (смотри чертежъ таблицы I). На верхнюю горизонтальную полку *л* опирается балка *н*, поддерживающая направляющую подушку *р* золотникового штока.

### Компаундъ паровозы о 4-хъ цилиндрахъ.

При разсмотрѣніи двучилиндровыхъ Компаундъ паровозовъ было замѣчено, что для равномернаго распредѣленія работы на оба поршня и для плавнаго хода паровоза необходимо существованіе извѣстнаго соотношенія между площадями поршней. На большомъ числѣ паровозовъ площадь поршня большаго цилиндра превышаетъ площадь малаго отъ 2 хъ до 2,15 раза. Опытъ показалъ, что при малыхъ отсѣчкахъ и указанныхъ соотношеніяхъ работа малаго цилиндра значительно превышаетъ работу большаго, почему, при извѣстныхъ скоростяхъ, извилистость движенія и неспокойный ходъ паровоза замѣтно увеличиваются. Теоретическія изслѣдованія вопроса о равенствѣ работъ для малыхъ отсѣчекъ приводятъ къ выводамъ о необходимости дальнѣйшаго увеличенія площади большаго поршня, что по условіямъ габарита и при наружныхъ цилиндрахъ связано съ увеличеніемъ наклона осей ихъ и нѣкоторыми конструктивными осложненіями. При существующихъ соотношеніяхъ между площадями поршней, тѣхъ же результатовъ возможно достигнуть извѣстными соотношеніями между отсѣчками пара въ обоихъ цилиндрахъ; а именно: отсѣчекъ въ 0,4 малаго цилиндра должна соотвѣтствовать отсѣчка въ 0,5 большаго. Нѣкоторые конструкторы рекомендуютъ слѣдующую

зависимость между одновременными отсѣчками въ обоихъ цилиндрахъ:

малый цилиндръ... 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70% хода,  
большой " ... 0, 20, 30, 40, 50, 60, 65, 70% "

Такое соотношеніе считается вполне необходимымъ для лучшей утилизациі пара и равенства работъ обоихъ цилиндровъ, при движеніи паровоза переднимъ ходомъ.

Въ перечнѣ измѣненій, утвержденныхъ Управленіемъ Казенныхъ ж. дорогъ въ 1896 г. въ конструкціи товарныхъ 8-ми колесныхъ паровозовъ системы Компаундъ, такого соотношенія предполагалось достигнуть установкой кулисъ Джоя подъ извѣстнымъ угломъ другъ къ другу (около  $\frac{1}{2}$  полного угла колебанія кулисы). Но измѣненіе это \*), насколько извѣстно, до настоящаго времени осуществлено не было, вѣроятно, по причинѣ неблагоприятныхъ обстоятельствъ движенія при работѣ паровоза заднимъ ходомъ. На паровозахъ правит. типа, заказа 93 г., довольно удовлетворительно уравнивать работу обоихъ цилиндровъ намъ удалось уменьшеніемъ на 2 мм. линейныхъ предвареній впуска въ правомъ цилиндрѣ. Съ этой цѣлью, при смѣнѣ золотниковъ, правый золотникъ дѣлался шире на 4 мм., а размѣры лѣваго золотника сохранялись прежніе, отчего линейныя предваренія для цилиндра высокаго давленія выходятъ по 7 мм., вмѣсто 9 мм., а въ цилиндрѣ низкаго давленія (большомъ) остаются по 9 мм. При такомъ увеличеніи наружныхъ полей праваго золотника, обычныя подергиванія паровоза почти прекращаются; движеніе становится плавнымъ, а расходъ топлива, какъ показали наблюденія, уменьшился отъ 2 до 3%.

Наиболѣе удачно разрѣшенъ этотъ вопросъ постройкой четырехъ-цилиндровыхъ Компаундъ паровозовъ, у которыхъ съ каждой стороны имѣется по два цилиндра: одинъ высокаго и другой низкаго давленій. Паръ изъ котла поступаетъ сначала

\*) За исключеніемъ небольшого числа товарныхъ паровозовъ, построенныхъ Коломенскимъ заводомъ.

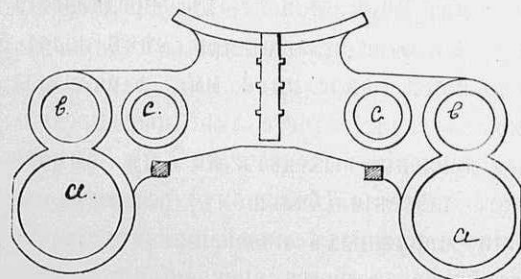
въ цилиндръ малаго діаметра, гдѣ расширяется, переходитъ затѣмъ въ большой, — снова расширяется и направляется черезъ конусъ наружу. Такимъ образомъ, каждая пара цилиндровъ работаетъ совершенно независимо и работа одной стороны паровоза за одинъ оборотъ ведущей оси вполнѣ равна работѣ другой.

Цилиндры этихъ паровозовъ располагаютъ различно: рядомъ — одинъ надъ другимъ, или сбоку, сохраняя въ обоихъ случаяхъ параллельность осей, или же — одинъ цилиндръ помѣщаютъ позади другого, такъ что оси ихъ совпадаютъ въ одну прямую линию.

Для уясненія этой системы, рассмотримъ четырехъ-цилиндровый паровозъ завода Балдвина, въ Филадельфіи, построенный главнымъ инженеромъ этого завода Вокленомъ. По настоящее время заводомъ Балдвина выпущено до 500 паровозовъ этого типа, изъ которыхъ 40 доставлены въ Россію \*)

Цилиндры паровоза расположены одинъ надъ другимъ, какъ на фиг. 33. Буквой *a* обозначенъ большой цилиндръ; *b* — малый

Фиг. 33.



и *c* — золотниковый ящикъ; отлиты они, какъ видно изъ чертежа, за одно цѣлое и соединяются съ цилиндрами лѣвой стороны непосредственно, безъ всякихъ промежуточныхъ частей. Такое солидное скрѣпленіе цилиндровъ,

какъ между собою, такъ и дымовой коробкой, обеспечиваетъ прочность соединенія паропроводныхъ трубъ и крестовины и позволяетъ дорого стоящія мѣдныя паровыя трубы замѣнить чугунными.

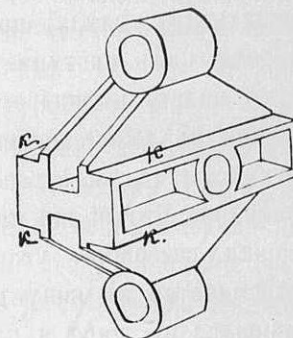
Кромѣ того, принятое расположеніе цилиндровъ даетъ возможность легкаго доступа къ золотникамъ и поршнямъ. Поста-

\*) Паровозы эти работаютъ на Московско-Курской и, если не ошибаюсь, на Ростово-Владикавказской дорогахъ.

новка же на притирку золотниковыхъ и цилиндрическихъ крышекъ увеличиваетъ продолжительность службы этихъ частей.

Движеніе штоковъ обоихъ поршней направляется однимъ общимъ крейцкопфомъ, изображеннымъ на фиг. 34. Для устранения перекашиваній послѣдняго отъ разницы въ усиліяхъ, крейцкопфъ снабженъ широкими рабочими поверхностями *k k*, которыми онъ соприкасается съ четырьмя направляющими параллелями.

Фиг. 34.



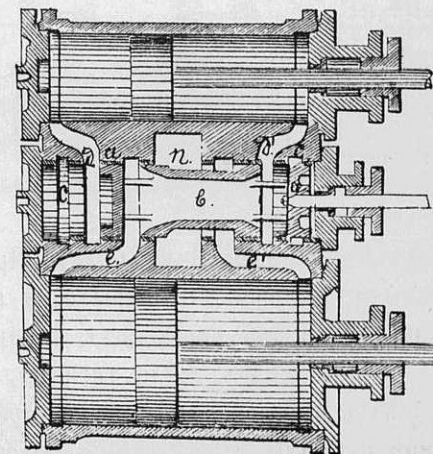
Распределеніе пара для цилиндровъ каждой стороны производится однимъ общимъ уравновѣшеннымъ золотникомъ цилиндрической формы.

Движеніе послѣднему доставляется двумя эксцентриками, насаженными на ведущую ось паровоза. Эксцентровые хомуты чугунные и соединяются со стальными тягами при посредствѣ болтовъ, что составляетъ отличительную черту всѣхъ американскихъ паровозовъ.

Перемѣна хода и измѣненіе степени отсѣчки достигаются посредствомъ кулисы Стефенсона. Последняя изготовлена изъ двухъ отдѣльныхъ стальныхъ полосъ, между которыми ходитъ кулисный камень

Фиг. 35.

Распределительный золотникъ (фиг. 35), состоитъ изъ двухъ поршеньковъ *a. a.*, соединенныхъ промежуточною трубою *b*. Впускъ пара въ золотникъ происходитъ черезъ отверстіи *c. c.*, сообщающіяся съ паропроводной трубою; отверстіи *d. d'* соответствуютъ паровпускнымъ каналамъ малаго ци-



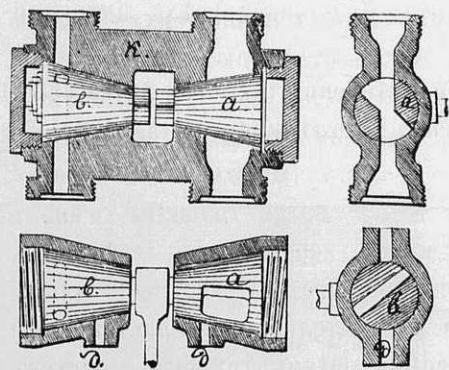


линдра, а отверстія  $e, e^1$ —такowymъ же для большого. Отработанный паръ выходитъ въ конусъ черезъ кольцевой каналъ  $n$ .

При положеніи золотника на чертежѣ, распредѣленіе пара происходитъ слѣдующимъ образомъ: черезъ отверстіе  $c$  лѣвой стороны паръ поступаетъ лѣвымъ же каналомъ  $\delta$  въ переднюю часть малаго цилиндра; отработавшій паръ съ правой стороны поршня въ то же время по каналу  $\delta^1$  направляется внутрь золотника и далѣе, отверстіемъ  $e$ ,—въ переднюю сторону большого цилиндра. Мятый же паръ съ противоположной стороны большого поршня, совершивъ уже нѣкоторую работу, черезъ каналы  $e^1$  и  $n$  устремляется въ конусъ и наружу. Точно также происходитъ распредѣленіе пара и при обратномъ движеніи поршней.

Устройство прибора для троганія съ мѣста на этихъ паровозахъ въ высшей степени просто и заключается въ слѣдующемъ: снизу подъ цилиндрами помѣщенъ двойной кранъ  $k$  (фиг. 36);

Фиг. 36.



каждая изъ пробокъ этого крана имѣетъ по три канала, причемъ правая— $a$ , особыми трубками соединяется съ продувочными кранами малаго цилиндра, а лѣвая— $b$ , съ таковыми же большого. Посредствомъ особаго привода изъ будки машиниста обѣ пробки могутъ быть одновременно повернуты въ то или иное изъ трехъ положеній, опредѣляе-

мыхъ особой рейкой въ будкѣ. При первомъ положеніи пробка  $a$  открыта, а пробка  $b$  закрыта, и паръ съ одной стороны поршня малаго цилиндра переходитъ на другую его сторону и затѣмъ въ большой цилиндръ. Сила тяги паровоза отъ этого увеличивается и поѣздъ трогается съ мѣста. При второмъ положеніи обѣ пробки крана открыты, и внутреннія полости цилиндровъ сообщаются съ

атмосферой черезъ спускныя трубки  $\delta$ , отчего конденсаціонная вода вытекаетъ наружу.

Наконецъ, третье положеніе позволяетъ оба крана имѣть закрытыми, и тогда работа паровоза происходитъ по системѣ Компаундъ.

Къ особенностямъ этихъ паровозовъ относится еще устройство огневыхъ коробокъ изъ литой стали \*). Въ то время, какъ въ Европѣ огневые коробки изготовляются исключительно изъ красной мѣди, въ Америкѣ болѣе 20.000 паровозовъ снабжены стальными тонками. Употребляя для этой цѣли сталь, американцы получили возможность дѣлать стѣнки ихъ очень тонкими (рѣшетка  $1/2''$ , боковыя и задняя стѣнки  $3/8''$ ), что весьма выгодно отзывается на парообразованіи.

У насъ въ Россіи тонки изъ литой стали усиѣха не имѣли, вслѣдствіе быстрого изнашиванія и частаго появленія трещинъ на стѣнкахъ и рѣшеткахъ, почему, съ теченіемъ времени, на всѣхъ Американскихъ паровозахъ и были замѣнены мѣдными. Между тѣмъ, въ Америкѣ, благодаря горячей промывкѣ и установившемуся обычаю пользоваться смѣнными бригадами, котлы охлаждаются очень рѣдко, и огневые коробки изъ стали служатъ отъ 8 до 10 и болѣе лѣтъ.

Парообразованіе паровозовъ Воклена оказалось очень хорошимъ. Благопріятные результаты, достигнутые въ этомъ отношеніи, несомнѣнно явились послѣдствіемъ малой толщины стѣнокъ топковъ и увеличенія длины дымовой коробки (до 5 футовъ). Многочисленными опытами установлено, что при увеличеніи длины передней топки, парообразованіе значительно повышается, тяга становится равномернѣй между всѣми рядами трубокъ и расходъ топлива уменьшается.

Ниже помѣщаемъ главные размѣры шестиколесныхъ паровозовъ системы Воклена:

Внутренняя длина тонки ..... 2,6 метра.  
Поверхность рѣшетки ..... 2,61 "

\*) Паровозы, доставленные въ Россію, вслѣдствіе особаго заказа, снабжены тонками изъ красной мѣди.





главнымъ образомъ, обуславливается крайне переменными условіями работы паровозовъ. Последняя-же, какъ извѣстно, подвержена весьма значительнымъ измѣненіямъ, въ зависимости отъ профиля пути, состава поѣзда и другихъ случайныхъ причинъ. Этимъ отчасти и возможно объяснить,—почему на одной и той-же дорогѣ, но на различныхъ участкахъ, получились и разныя выгоды отъ примѣненія Компаундъ паровозовъ. Такія исключительныя условія работы въ нѣкоторыхъ случаяхъ не позволяютъ удовлетворительно пользоваться и силою расширенія пара.—Такъ напри-мѣръ, при малой отсѣлкѣ и крайнихъ положеніяхъ кривошиповъ, въ большомъ цилиндрѣ, позади поршня образуется разрѣженіе; въ то-же время съ противоположной стороны получается довольно сильное противодавленіе по причинѣ сжатія пара, и ходъ паровоза замедляется. Во избѣжаніе этого приходится работать съ большимъ наполненіемъ, отчего расходъ пара, а слѣдовательно и топлива—замѣтно увеличивается.

Къ обстоятельствамъ, уменьшающимъ экономію, необходимо также отнести и излишній расходъ топлива на уклонахъ, вслѣдствіе усиленной тяги воздуха въ дымовой трубѣ, развиваемой работой клапановъ Рикюра.

*Парообразование.* Жалобъ на недостаточное парообразование не наблюдалось, по крайней мѣрѣ при нефтяномъ отопленіи. На первыхъ Компаундъ паровозахъ, поступившихъ на дороги въ 92 и 93 гг. и работавшихъ на Донецкомъ углѣ, при движеніяхъ на подъемахъ часто приходилось прибѣгать къ дѣйствію сифона. Главной причиной недостатка тяги были нѣкоторыя несовершенства въ устройствѣ конуса (фиг. 23). Въ общемъ же, парообразование паровозовъ Компаундъ можно считать вполне удовлетворительнымъ, хотя замѣчено, что при нѣкоторыхъ конусахъ оно хуже, чѣмъ при другихъ. Въ этомъ отношеніи лучшіе результаты получаются при употребленіи описанныхъ выше конусовъ: американскаго, съ петикотомъ, и системы Адамса, съ вытяжнымъ колпакомъ. Такъ какъ на качество парообразования оказываютъ

вліяніе и другія причины, какъ напри-мѣръ: величина поверхности нагрѣва, площадь колосниковой рѣшетки, а при нефтяномъ отопленіи,—устройство кирпичной кладки, то къ выводамъ о достоинствахъ той или иной системы конуса слѣдуетъ относиться съ нѣкоторой осторожностью. Улучшеніе парообразования, достигаемое при извѣстномъ устройствѣ конуса, въ то же время, можетъ невыгодно отразиться на расходѣ топлива.

На нѣкоторыхъ паровозахъ нормальнаго типа, постройки 1897 г. (Путиловскіе Сызр.-Вяз. и Самаро-Златоуст. дор.), поверхность нагрѣва уменьшена на 14,9 кв. метр. Уменьшеніе это вызвано нѣсколькими инымъ размѣщеніемъ дымогарныхъ трубокъ, чѣмъ на паровозахъ заказа 1893 г. Изъ желанія достигнуть болѣе дѣятельной циркуляціи воды и легкаго выдѣленія пара, трубки въ этихъ котлахъ расположены параллельными рядами, а не въ шахматномъ порядкѣ; вслѣдствіе этого, число ихъ, при одной и той-же площади рѣшетки, уменьшилось до 180, вмѣсто 210. Несмотря на такое значительное уменьшеніе поверхности нагрѣва, парообразование котловъ вполне удовлетворительно. Явленіе это возможно объяснить слишкомъ большой паропроизводительностью стѣнокъ огневой коробки и малымъ вліяніемъ на таковую поверхность трубокъ \*).

*Сила тяги.* Тяговая сила паровозовъ нормальнаго типа, при заказѣ, опредѣлялась слѣдующими заданіями: при рабочемъ давленіи пара въ 11 атмосферъ, діаметрахъ цилиндровъ: большаго 730 мм., малаго 500 мм., ходъ поршней въ 650 мм. и наружномъ діаметрѣ колесъ, по кругу катанія, въ 1150 мм.—паровозы должны вести, при обыкновенныхъ климатическихъ условіяхъ, (т. е. не въ гололедицу, не при туманахъ, росѣ и не въ морозное время), со скоростью 15 верстъ въ часъ на подъемахъ:

0,006 поѣздъ 49000 пуд. брутто, или 50 ваг. по 600 пуд.

\*) При расчетахъ въ большинствѣ случаевъ принимаютъ паропроизводительность стѣнокъ огневой коробки отъ 5 до 7 разъ болѣе, чѣмъ паропроизводительность трубокъ.

0,008 поѣздъ 39000 пуд. брутто или 40 ваг. по 600 пуд.  
0,010 „ 32000 „ „ „ 33 „ „ „ „

Тѣ же условія сохранены и для паровозовъ заказа 1896 г., по которому. діаметръ колесъ увеличенъ до 1200 мм., а сопряженная съ этимъ потеря тяговой силы возмѣщена повышеніемъ рабочаго давленія пара до 11½ атмосферъ.

На практикѣ заданія эти вполнѣ оправдались, что же касается сравненія рабочей способности Компаундъ паровозовъ съ обыкновенными 8-ми колесными, то при устройствѣ машинъ по принципу Линднера, Гельсдорфа, Коломенскаго завода, тяговая сила мало чѣмъ разнится отъ паровозовъ не Компаундъ. Паровозы же съ коробкой Малета при троганіи съ мѣста и на подъемахъ, могутъ развивать гораздо большую силу тяги, чѣмъ обыкновенные. Но пользованіе предѣльной силой, не говоря о крайней неэкономичности и ощущаемого при этомъ недостатка пара, увеличиваетъ вѣроятность разрыва сдѣнныхъ приборовъ и другихъ случайностей въ пути.

Неудобства эти сохраняются и за паровозами, работа которыхъ по обыкновенному способу невозможна. (Линднера, Гельсдорфа, Коломенскаго завода). При низкомъ положеніи гайки переводнаго винта и при отсѣчкѣ въ 0,7, когда большой цилиндръ начищаетъ пополняться свѣжимъ паромъ, правильность движенія нарушается: работа сопровождается подергиваніями, паровозъ часто боксуетъ, и, помимо опасности разрыва поѣзда, въ значительной степени, уменьшается срокъ службы движущихъ и ходовыхъ частей, и паровозы скоро приходятъ въ разстройство \*).

*Конструктивные недостатки.* Не останавливаясь на мелкихъ конструктивныхъ недостаткахъ, замѣченныхъ во время службы паровозовъ нормальнаго типа, рассмотримъ наиболѣе важные:

\*) Въ особенности быстро изнашиваются всѣ части лѣвой стороны, что обусловливается чрезмѣрнымъ напряженіемъ частей механизма, отъ усиленной работы свѣжимъ паромъ большого цилиндра.

При слѣдованіяхъ по уклонамъ со спущеннымъ рычагомъ и скоростями близкими, къ предѣльнымъ, были случаи поломокъ заднихъ стѣнокъ лѣвыхъ золотниковыхъ ящиковъ. Поломки эти иногда сопровождались и поврежденіемъ движущаго механизма. Для уясненія этого явленія, на Моршанскомъ участкѣ Сызрано-Вяземской дороги производились опыты, которыми установлено, что зазоръ въ 18 мм. между задней стѣнкой лѣваго золотниковаго ящика и золотниковой рамкой въ нѣкоторыхъ случаяхъ недостаточенъ. При скорости въ 32 версты и совершенно спущенномъ рычагѣ, подъ вліяніемъ силы энерціи рычажнаго механизма Джоя и связанныхъ съ нимъ золотниковъ, кулисный валъ и парораспредѣлительные рычаги, замѣтно, пружинили, и зазоръ доходилъ до 2 мм. При дальнѣйшемъ увеличеніи скорости до предѣльной и нѣсколько болѣе, стѣнка ящика начинала испытывать слабые толчки отъ ударовъ рамки. Вслѣдствіе этого, на всѣхъ Компаундъ паровозахъ Сызрано-Вяземской д., заказа 93 г., былъ уменьшенъ предѣльный ходъ золотниковъ на 32 мм., путемъ постановки шайбъ на концы переводнаго винта. Мѣра эта вызвала и уменьшеніе наибольшаго впуска до 78%, вмѣсто 82%.

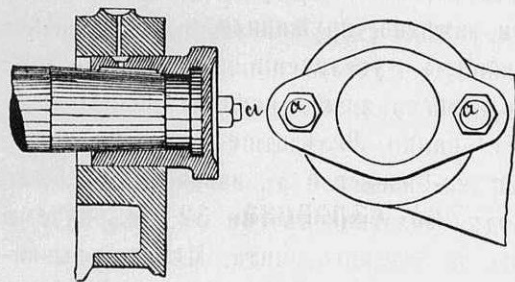
Кромѣ того, замѣчено, что укрѣпленіе станины переводнаго винта къ кореннымъ рамамъ паровоза часто слабеетъ. Гайка и подшипники винта, а также шарниръ, соединяющій переводную штангу съ колѣномъ кулиснаго вала, быстро изнашиваются. Разработка кулиснаго камня, послѣ пробѣга 10—15 тысячъ верстъ достигала до 1 мм. Совокупность этихъ обстоятельствъ, въ связи съ дрожаніями кулиснаго вала, вредно отзывается на прочности частей, связанныхъ съ механизмомъ перемѣны хода и въ нѣкоторыхъ случаяхъ можетъ служить причиной серьезныхъ поврежденій паровоза (обрывъ кронштейновъ кулиснаго вала, изломъ парораспредѣлительныхъ рычаговъ и проч.) Ввиду этого, во время службы, особенное вниманіе должно быть обращено на исправное состояніе переводнаго механизма. При слѣдованіяхъ же по уклонамъ, съ закрытымъ регуляторомъ и спущеннымъ рыча-



гомъ даже пѣкоторое превышеніе предѣльной скорости становится не безопаснымъ.

Для устранения означенныхъ недостатковъ, въ паровозахъ нормального типа, заказа 1896 г., между прочими, допущены слѣдующія измѣненія: задняя стѣнка золотниковой коробки большого цилиндра отнесена на 8 мм., кулисный валъ, помимо увеличенія его діаметра, отлитъ изъ стали пустотѣлымъ. Внутренніе и наружные (концевые) бронштейны вала значительно усилены. Кроме того, наружнымъ бронштейнамъ придана форма коническихъ втулокъ, (фиг. 37), соответственно которымъ и обточены

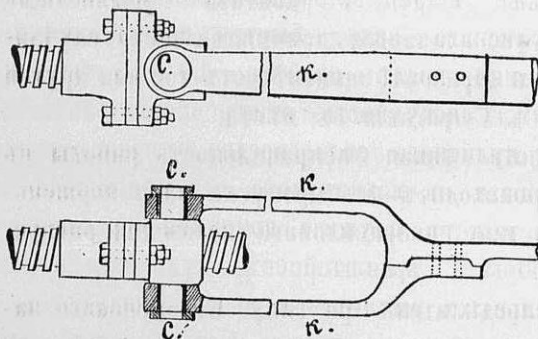
Фиг. 37.



концы кулисного вала. Такое устройство позволяетъ устранять зазоры, образующіеся послѣ нѣкотораго износа, простымъ крѣпленіемъ болтовъ *а*. Гайка переводного винта, вмѣсто бронзовой, отлита изъ стали и снабжена

двумя шипами *с. с*, расположенными центрально, (фиг. 38). Задній же конецъ переводной штанги устроенъ въ формѣ вилки *к*.

Фиг. 38.



Такимъ измѣненіемъ устранено боковое дѣйствіе силы на гайку, которое имѣло мѣсто при старомъ устройствѣ (смотри чертежъ 4 таблиц. 1) и обезпечено болѣе медленное изнашивание ея.

Съ цѣлью продлить срокъ службы кулисныхъ камней и ихъ шарнировъ, трущіеся поверхности первыхъ увеличены на 8 мм., а въ отверстія для

валковъ вставлены стальные кольца. Передѣлка эта, какъ показалъ опытъ, въ значительной степени уменьшила износъ парораспределительнаго механизма.

Помимо измѣненій въ механизмѣ перемѣны хода, на паровозахъ заказа 96 г. допущены еще слѣдующія наиболѣе важныя передѣлки:

Стѣнки огневой коробки и нижняя часть трубчатой доски утонены до 13 мм., вмѣсто прежнихъ 15 мм. Цѣль этого измѣненія заключается въ увеличеніи гибкости топочныхъ стѣнокъ отъ вліяній температуры, такъ какъ извѣстная жесткость способствуетъ образованію трещинъ. Для лучшей очистки котла добавлено нѣсколько люковъ. Плотность дверецъ дымовой коробки и легкость ихъ пригонки обезпечены постановкой угольника на передній листъ.

## Подергиваніе паровоза.

Какъ было замѣчено, извилистость движенія и неспокойный ходъ вообще присущи Компаундъ паровозамъ. Но, независимо этого, временами, при взятіи поѣзда или на крутыхъ подъемахъ паровозъ начинаетъ сильно дергаться и работать порывистыми толчками. Явленіе это обуславливается причинами чисто случайнаго характера и, главнымъ образомъ, зависитъ отъ той или другой неисправности приборовъ для троганія съ мѣста.

На паровозахъ Маллета такая неправильность работы въ большинствѣ случаевъ происходитъ отъ пропуска пара поршнями прибора, или вслѣдствіе неправильнаго положенія распределительнаго золотничка.

При устройствѣ распределителя по типу Коломенскаго завода, то же явленіе можетъ быть вызвано износомъ трубки *В* и золотничка *ж* (фиг. 7), а также послѣдствіемъ неправильной установки послѣдняго.

На паровозахъ, съ краномъ Линднера, при разработкѣ золотниковыхъ грундбуксъ, дополнительный золотничекъ, неплотно прилегаетъ къ приливу золотниковой коробки, (фиг. 6), вслѣдствіе чего образуется пропускъ пара, и паровозъ начинаетъ дергать.

И, наконецъ, при каналахъ Гельсдорфа, явленія эти имѣли мѣсто при разрывѣ стѣнокъ каналовъ *k*, (фиг. 8) Последнее наблюдалось исключительно въ зимнее время и какъ надо полагать обусловливалось замерзаніемъ воды въ каналахъ, во время стоянки паровозовъ при неисправномъ состояніи регуляторнаго золотника. Обстоятельство это должно быть отнесено къ недостаткамъ этой системы.

Такимъ образомъ, въ этихъ случаяхъ прежде всего необходимо убѣдиться въ исправности приборовъ для троганія съ мѣста.

### Пропускъ пара золотниками.

Явленія подергиванія точно также могутъ происходить и отъ пропуска пара золотникомъ малаго цилиндра, при неисправномъ состояніи предохранительнаго клапана рессивера. На паровозахъ Маллета пропуски золотниковъ легко могутъ быть обнаружены обычнымъ путемъ, при работѣ по обыкновенному способу. Что же касается паровозовъ съ устройствами Линднера, Гельсдорфа или Коломенскаго завода, то пропуски, по шуму въ трубѣ, возможно обнаружить только для лѣваго цилиндра. Неплотности же праваго золотника опредѣляются непосредственнымъ осмотромъ по темнымъ налетамъ на его поверхности. Въ большинствѣ случаевъ пропускъ пара золотниками происходитъ не только отъ плохой пригонки ихъ, но и отъ причинъ случайныхъ, какъ, напримѣръ, отъ излома пружинокъ. При этихъ условіяхъ верхняя компенсаторная доска, не прилегая плотно къ поверхности золотниковой крышки, пропускаетъ по всей плоскости и паръ черезъ отверстія *и* и *е*, (фиг. 10), устремляется наружу, или изъ праваго цилиндра въ лѣвый. Наконецъ пропуски золотниковъ наблюдались и отъ заклиниванія брусковъ *в* въ пазахъ, вслѣдствіе загрязненія послѣднихъ.

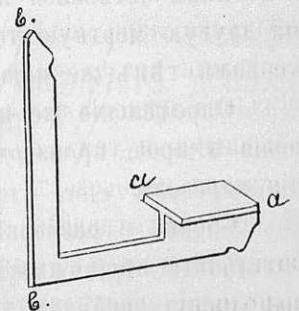
### Повѣрка золотниковъ.

При повѣркѣ золотниковъ съ кулисой Джоя, необходимо, предварительно, установить ведущую ось въ ея теоретическомъ центрѣ, а рычагъ перемѣны хода—на мертвую точку. Первое достигается тѣмъ, что, установивъ кривошипъ на заднюю мертвую точку и ослабивъ буксовый клинъ, подкладываютъ подъ буксу и поверхъ ея деревянные брусочки, въ формѣ клиньевъ. Подтягивая или ослабляя послѣдніе, устанавливаютъ буксу такъ, чтобы верхній край ея совпадалъ съ контрольной риской на щекѣ \*). Закрѣпивъ затѣмъ буксовый клинъ до отказа, приводятъ ось въ исконое положеніе.

Опредѣленіе же мертвой точки переводнаго рычага требуетъ перпендикулярнаго положенія хорды кулисы, или, что то же, — плоской ея части *н. н.*, (фиг. 1 таблиц. 1), къ линіи наклона цилиндровъ.

Установка эта производится особымъ угольникомъ, горизонтальную полку котораго *а. а.*, (фиг. 39), ставятъ на параллель, а вертикальную *в. в.* приводятъ въ соприкосновеніе съ плоскостью *н. н.* При такомъ положеніи кулисы центръ камня долженъ совпадать съ центромъ переводнаго вала и раздѣлять его вращеніе, но не давать никакого движенія золотнику.

Фиг. 39.



Обыкновенно на камень и кулису наносятъ контрольныя риски *с. с.*, (фиг. 40), которыя, при положеніи камня въ центрѣ вала, совпадаютъ въ одну прямую линію.

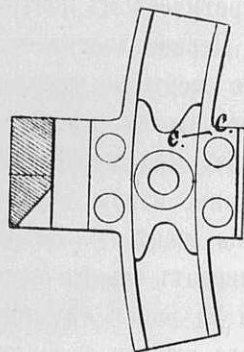
Послѣ этихъ установокъ приступаютъ къ повѣркѣ золотниковъ. Для этого золотникъ безъ рамки ставятъ на линейныя опереженія впуска обоихъ паровпускныхъ оконъ и дѣлаютъ от-

\*) Контрольная риска на паровозахъ правительственнаго заказа наносится на разстояніи 38 мм отъ верхняго обрѣза осевой челюсти. (Фиг. 1 таблиц. 1). Для паровозовъ же другихъ типовъ этотъ размѣръ берется изъ чертежа.



мѣтку этихъ положеній стальнымъ крючкомъ отъ стѣнки золотникова ящика до кернера на спинкѣ золотника \*). Затѣмъ золотникъ вкладываютъ въ рамку п, по соединеніи ея съ направлениемъ, по крючку устанавливаютъ въ положеніе соответствующее опереженію впуска. Обыкновенно разстояние между остриями крючка выносятся наружу; для чего на золотниковыхъ штокахъ и ихъ направленіяхъ наносятъ керновые мѣтки *п'. п'*, которые для ясности очерчиваютъ кружками, (фиг. 1 табл. I).

Фиг. 40.



Линейныя опереженія впуска должны быть одинаковы для всѣхъ отсѣчекъ, почему, при полученіи кривошипа въ одной изъ мертвыхъ точекъ и поворачиваніи кулисы назадъ и впередъ, слѣдятъ затѣмъ, чтобы золотникъ оставался неподвижнымъ. Переставивъ же кривошипъ на другую мертвую точку, снова повѣряютъ разстояние между кернами тѣмъ же крючкомъ.

Опредѣленіе же наибольшаго открытія оконъ, начала расширения и проч. производится обычнымъ путемъ во время боксованія паровоза.

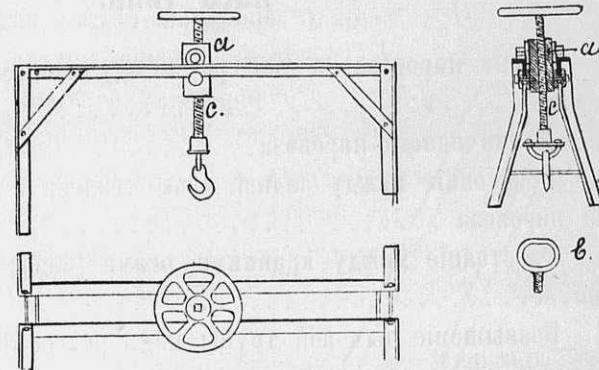
Сборка и разборка золотниковыхъ крышекъ, вслѣдствіе значительнаго вѣса ихъ, представляетъ затрудненія и для своего выполненія требуетъ усилія, по меньшей мѣрѣ, трехъ человѣкъ. Для облегченія работы и уменьшенія расходовъ на рабочую силу въ нѣкоторыхъ депо Сызрано-Вяземской дороги устроены особые станки, одинъ изъ которыхъ изображенъ на фиг. 41.

На станинѣ станка, изготовленной изъ углового желѣза  $2'' \times 2'' \times \frac{1}{4}''$ , можетъ перемѣщаться по горизонтальному направленію желѣзная бабка *а*. Бабка эта имѣетъ форму прямоугольнаго бруска, снабжена четырьмя шинами для роликѣвъ и винтовымъ

\*) Для паровозовъ правительственнаго типа заказа 93 г. линейныя опереженія впуска 9 мм., заказа 96 г. — 4 мм.

шпинделемъ *с* съ крючкомъ. Установивъ станокъ на площадку паровоза такъ, чтобы золотниковый ящикъ находился между ножками стаппы, ввертываютъ въ отверстіе *о* золотниковой крышки, (фиг. 1 табл. I), штопоръ *в*, посредствомъ котораго и подвѣшиваютъ крышку на крючекъ шпинделя *с*. Вращеніемъ маховичка въ ту или другую сторону, снимаютъ крышку со шпинделя и отводятъ въ сторону. Точно такимъ же образомъ производится и установка крышекъ на мѣсто.

Фиг. 41.



## Зазоръ между головкой передняго сцѣпнаго дышла и кулисной вилкой.

На нѣкоторыхъ паровозахъ нормальнаго типа, при проходѣ по кривымъ малаго радіуса, были случаи задѣванія задней головки передняго сцѣпнаго дышла о кулисную вилку. Обстоятельство это, при нѣкоторой разработкѣ механизма Джоя и дышловыхъ подшипниковъ, можетъ повлечь за собой крупныя поломки. Для устраненія этого, какъ показалъ опытъ, необходимо, чтобы зазоръ между поименованной головкой дышла и кулисной вилкой былъ не менѣе 10 мм., при нахожденіи паровоза на прямомъ пути. Такъ какъ уменьшеніе этого зазора можетъ быть вызвано увеличеніемъ толщины внутреннихъ бортовъ дышловыхъ подшипниковъ, то при ремонтѣ ихъ необходимо величины выпускѣвъ и разбѣги дѣлать согласно чертежей и не допускать какихъ либо отступленій.

## Основные данные товарного паровоза о 4-хъ осяхъ системы „Компаундъ“ правительственного нормального типа.

Длина паровоза и тендера между концами буферовъ .....	16319	мм.
Длина одного паровоза .....	9672	„
Разстояніе между задней осью тендера и передней паровоза .....	11630	„
Разстояніе между крайними осями (база) паровоза. ....	3890	„
Возвышеніе дымовой трубы надъ рельсами ....	4690	„
„ оси котла „ „ ....	2065	„
Наибольшая ширина паровоза .....	3090	„
Разстояніе между рамами .....	1260	„
„ „ центрами шеекъ .....	1190	„
„ „ цилиндрами .....	2180	„

## Котель.

Давленіе пара въ котлѣ сверхъ наружнаго . .	11	атмосф.
Средній діаметръ цилиндрической части котла .	1470	мм.
Толщина стѣнокъ котла .....	15	„
„ боковой и задней стѣнокъ наружной топки .....	15	„
„ верхняго листа (небнаго) .....	22	„
„ передней рѣшетки .....	23	„
Длина дымогарныхъ трубъ между рѣшетками .	4660	„
Число дымогарныхъ трубъ .....	210	шт.
Наружный діаметръ .....	51	мм.
Толщина стѣнокъ .....	2½	„
Внутренняя ширина топки вверху .....	1108	„

Внутренняя ширина топки внизу .....	988	мм.
„ длина „ вверху .....	1772	„
„ „ „ внизу .....	1790	„
Высота топки (отъ нижней кромки рамы) .....	1650	„
Толщина боковой и задней стѣнокъ топки ....	15	„
„ трубчатой стѣнки вверху .....	25	„
„ „ „ внизу .....	15	„
„ потолка .....	18	„
„ анкерныхъ болтовъ (въ гладкой части) .....	24	„
„ топочныхъ связей (въ гладкой части): 7-ми верхнихъ рядовъ боковыхъ стѣнокъ ..	25	„
„ въ другихъ мѣстахъ .....	22	„

## Поверхность нагрѣва.

Поверхность нагрѣва топки .....	10,7	кв. м.
„ „ дымогарныхъ трубъ сна-ружи .....	156,8	„ „
„ „ общая .....	167,5	„ „
Площадь колосниковой рѣшетки .....	1,85	„ „

## Механизмъ.

Діаметръ колесъ по кругу катанія .. .. .	1150	мм.
„ малаго цилиндра (высок. давл.) ...	500	„
„ большаго „ (низк. давл.) . . .	730	„
Ходъ поршней .....	650	„
Толщина бандажей по кругу катанія .....	65	„
Діаметръ и длина шеекъ ведущей и спарен. осей ..	185 и 240	„
„ „ пальцевъ поршнев. шатуна ..	115 и 129	„
„ „ „ среди. сѣбнаго шатуна ...	156 и 107	„



Диаметръ и длина остальныхъ сѣпныхъ паль-  
цевъ ..... 90 и 84 мм.  
„ „ крѣйцкопнаго болта ..... 80 и 80 „  
Длина ведущаго шатуна ..... 2520 „  
Сѣченіе параллелей (ширина на высоту) ... 120 × 82 „

### Парораспределеіе Джоя.

	Мал. цил.	Больш. цил.
	мм.	мм.
Сѣченіе оконъ паровпускныхъ .....	52 × 360	52 × 500
„ „ паровыпускныхъ .....	88 × 360	88 × 500
Уголъ предускоренія (воображ. эксцентр.)	28°20'	—
Наибольшій впускъ пара на передній ходъ	0,82	—
„ „ „ „ задній „	0,80	—
Ходъ золотника .....	156	—
Наружная перекрыша золотника .....	28	28
Внутренняя „ „ .....	(—) 5	0
Предускореніе впуска .....	9	9
Вредное пространство .....	0,07	0,12
Отношеніе площадей поршней .....	1	2,13
Объемъ рессивера въ единицахъ объема малаго цилиндра. ....	1	2,15
Разстояніе между осью цилиндра и осью золотника .....	650	650
Радіусъ кулисы ...	1440	1440

### Наибольшая индикаторная сила тяги.

При работѣ паровой машины Компаундъ и впу-  
скѣ 0,73 около ..... 9500 килограм.  
„ при дѣйствіи крана Линднера около 10500 „  
„ какъ простой машины съ приборомъ  
Маллета около ..... 12000 „

### Вѣсъ паровоза на ходу.

При устройствѣ машины по принципу:  
I. Линднера около ..... 51,50 тонны.  
II. Маллета „ ..... 52,00 „  
Вѣсъ порожняго паровоза I ..... 45,50 „  
„ „ „ II ..... 46,00 „  
Объемъ воды въ котлѣ/при 10 с. м. гориз. 4,73 куб. м.  
„ пара „ „ /воды надъ потолкомъ 2,77 „ „

### Тендеръ.

Вся длина тендера съ буферами ..... 6647 мм.  
Наибольшая ширина тендера ..... 3126 „  
Разстояніе между крайними осями (база) ..... 3300 „  
„ „ продольными рамами ..... 1926 „  
„ „ срединами осевыхъ шеекъ ... 2100 „  
Диаметръ и длина осевыхъ шеекъ ..... 125 и 210 „  
„ колесъ по кругу катанія ..... 1010 „  
Толщина бандажей ..... 65 „

Объемъ водяного бака .... 14 куб. м.  
„ помѣщенія для топлива (угля) ..... 7 „ „





Число дымогарныхъ трубъ котла .....	226	шт.
Наружный діаметръ ихъ .....	50	мм.
Внутренній „ „ .....	45	„
Поверхность нагрѣва:		
дымогарныхъ трубъ .....	149,1	кв. м.
топки .....	12,56	„ „
полная .....	161,66	„ „
Площадь колосниковой рѣшетки .....	2,2	„ „
Дѣйствительное давленіе пара въ котлѣ .....	11½	атм.
Отношеніе объемовъ большого и малаго паровыхъ цилиндровъ .....	2,25	„
Отношеніе объема рессивера къ объему малаго парового цилиндра .....	2,25	„
Разстояніе между крайними осями .....	7440	мм.
„ „ сдвоенными крайними осями .....	4440	„
Полная длина паровоза отъ задняго бруса до оконечности передняго буфера .....	9910	„
Ширина между наружными кромками правой и лѣвой площадокъ .....	2676	„
Высота дымовой трубы надъ рельсами .....	4882	„
Вѣсъ паровоза въ холодномъ состояніи .....	51,6	тонны.
„ „ въ рабочемъ „ около ..	56,32	„
Давленіе на рельсы поддерживающей пары не болѣе .....	14,02	„
Давленіе на рельсы каждой изъ сдвоенныхъ паръ колесъ не болѣе .....	14,1	„

## Извлеченія изъ техническихъ условій на поставку товарныхъ 8-ми колесныхъ паровозовъ системы Компаундъ правительственнаго типа.

*Котель.* Котель склывается изъ листовъ сварочнаго или литого желѣза. Какъ тѣ, такъ и другіе листы не должны имѣть раковинъ, плещъ и другихъ недостатковъ \*).

Желѣзо накладокъ, по качеству, должно быть не ниже желѣза листовъ, соединяемыхъ этими накладками. Отверстія для заклепокъ, независимо совершенной точности, передъ клепкой проходятся развертками и подъ головками заклепокъ съ обѣихъ сторонъ разинковываются для образованія конусныхъ буртиковъ. Пригонка листовъ другъ къ другу должна быть настолько тщательной, чтобы по окончаніи клепки кромки листовъ прилегали совершенно плотно, безъ зазоровъ, и тѣло заклепки вполне за-

\*) Листы сварочнаго желѣза, при испытаніи на разрывъ прессомъ, должны выдерживать не менѣе 34 килогр. на квадр. мм. вдоль и 30 килогр. поперекъ прокатки, съ удлиненіемъ 15% вдоль и 8% поперекъ волоконъ. Для листовъ, прокатываемыхъ въ обѣихъ направленіяхъ, какъ-то: передней рѣшетки, лобового, ухватнаго и верхняго наружной топки и днища колпака—нормы эти берутся какъ среднія изъ результатовъ двухъ испытаній, взятыхъ въ двухъ направленіяхъ, составляющихъ прямой уголъ, при чемъ опъ должны быть не ниже 32 килогр. сопротивленія на квадр. мм. и 12% удлиненія. Листы литого желѣза, помимо химическаго анализа и пробы на изгибъ въ холодномъ и горячемъ состояніяхъ, при испытаніи на разрывъ должны давать: для листовъ толщиной до 20 мм. отъ 33 до 40 килогр. сопротивленія на квадр. мм., при наименьшемъ удлинении 25%, а сумма цифръ сопротивленія и двойного удлинения должна быть не менѣе 90; и для листовъ толщиной болѣе 20 мм. (небный, рѣшетка и крышка парового колпака) сопротивленіе должно быть отъ 30 до 40 килогр. на квадр. мм., при наименьшемъ удлинении 25%, при чемъ сумма цифръ сопротивленія и двойного удлинения должна быть не менѣе 90. При сопротивленіи на разрывъ болѣе 40 килогр. на квадр. мм. удлинение должно увеличиваться не менѣе какъ на 2% на каждый килогр. сопротивленія сверхъ минимальныхъ 25% удлинения.

Указанныя нормы сопротивленій и удлинений относятся къ образцамъ нормальнаго типа, шириною около 30 мм. и толщиной, равную толщинѣ испытываемаго листа, при длинѣ между кернами въ 200 мм.

полняло бы соответствующее отверстие. Кромки листовъ, для удобства чеканки, скашиваются, а швы чеканятся съ обѣихъ сторонъ.

*Огневая коробка* изготовляется изъ листовъ мягкой, ковкой красной мѣди, лучшаго качества, совершенно гладкой, безъ трещинъ, ссадинъ, неровностей, и пленъ и состоитъ изъ трехъ цѣльных листовъ, склепанныхъ одиночнымъ рядомъ желѣзныхъ заклепокъ, поставленныхъ въ полупотай \*)

Размѣтку заклепокъ тонки необходимо производить по шаблону, чтобы каждая часть тонки могла быть переставлена на другой паровозъ.

Связи пробиваются или просверливаются съ обоихъ концовъ на длину не менѣе 35 мм.; рѣзба между стѣнками ставивается. До расклепки головокъ, связи должны быть туго завернуты, при чемъ рѣзба связей не должна имѣть заусеницъ и строго соответствовать рѣзбѣ отверстій.

*Анкерные болты* для укрѣпленія потолка тонки, равно какъ и поперечныя связи наружного кожуха—изготавливаются изъ самаго мягкаго волокнистаго желѣза.

*Нижняя топочная рама* отковывается изъ мягкаго желѣза; заклепки для скрѣпленія рамы съ топочными стѣнками должны быть точеныя, при чемъ діаметръ ихъ въ холодномъ состояніи не долженъ отличаться отъ діаметра отверстия болѣе чѣмъ на  $\frac{1}{2}$  мм., дабы обезпечить лучшую посадку.

*Дымогарные трубы* изготавливаются безъ спаевъ изъ сибирскаго желѣза или же иного матеріала равнаго качества. Онѣ должны быть совершенно прямы, представлять вполнѣ гладкую

\*) Образцы, взятые изъ листовъ красной мѣди, должны удовлетворить слѣдующимъ условіямъ: на разрывъ давать не менѣе 21 килогр. на квадр. мм. сопротивленія, при 35% удлиненія и на изгибы въ  $180^\circ$  въ холодномъ состояніи и при началѣ краснаго каленія (около  $500^\circ$  Ц.) складываться вполнѣ безъ поврежденій.

Матеріалъ для мѣдныхъ топочныхъ связей испытывается въ пруткахъ на загибъ подъ угломъ въ  $180^\circ$  и на разрывъ, при чемъ въ послѣднемъ случаѣ результаты должны давать не менѣе 22 килогр. на квадр. мм. сопротивленія и 38% удлиненія.

поверхность, безъ пленъ и трещинъ, и имѣть одинаковую толщину стѣнокъ по всей длинѣ. Со стороны тонки, трубы снабжаются наконечниками изъ мягкой красной мѣди и затѣмъ подвергаются испытанію гидравлическимъ прессомъ на 30 атмосферъ, не оказывая при этомъ ни малѣйшей течи или испарины \*).

## Принадлежности котла и арматура.

Всѣ фланцевыя соединенія, какъ-то: фланцы парового колпака, предохранительныхъ клапановъ, круглыхъ люковъ котла, соединенія паровыхъ трубъ, патрубковъ инжекторовъ и проч. должны быть сдѣланы на притиркѣ безъ всякихъ мягкихъ прокладокъ.

*Паровыя трубы*, послѣ напайки фланцевыхъ колецъ, испытываются гидравлическимъ давленіемъ: паропроводныя на 20 атмосферъ, рессиверная на 12 и паровыпускныя на 8 атмосферъ.

*Предохранительные клапаны* вывѣрятся на рабочее давленіе и снабжаются контрольными трубками, съ обозначеніемъ на нихъ длины.

Пружинный безмѣнь клапановъ колпака испытывается грузомъ въ 6 пуд. = 100 килограммовъ.

*Соединенія арматуры* съ котломъ и частей ея между собою должны быть вполнѣ герметичны противъ пара, давленіемъ въ 12 атмосферъ; въ соединеніяхъ на конусъ герметичность достигается притиркою, а въ соединеніяхъ на винтовую нарезку точною размѣровъ винтовыхъ поверхностей винта и гайки, а

\*) Въ холодномъ состояніи трубки должны выдерживать слѣдующія испытанія, — не обнаруживая трещинъ или раслоеній: а) раздавленіе въ діаметрѣ вколачиваніемъ конической оправки, при чемъ діаметръ долженъ увеличиться на 3 мм. противъ первоначальнаго; б) осадку въ діаметрѣ штампованіемъ, при чемъ діаметръ долженъ уменьшиться на 3 мм. противъ первоначальнаго и в) загибаніе конца трубки въ видѣ фланцевъ, длина которыхъ отъ внутренняго края трубы по діаметру должна быть отъ 8 до 10 мм.



также помощью металлических прокладок, но не мягких волокнистых.

Всѣ клапаны и краны, регуляторные золотники и проч. должны плотно закрываться и не пропускать пара и воды. Манипуляція ими, равно какъ и всѣми другими приводами, конуса сифона, водомѣрнаго стекла и т. д., должна производиться легко, — съ малыми усиліями руки.

Арматурныя части, въ мѣстахъ не подлежащихъ окраскѣ, тщательно отшлифовываются. Отливки же для арматуры должны быть вполне плотны; безъ поръ и свищей; для выясненія этого каждая изъ нихъ испытывается, ранѣ постановки на котель давленіемъ пара на 12 атмосферъ. Всѣ ребра и углы какъ арматурныхъ частей, такъ равно и частей приводовъ, сглаживаются настолько, чтобы не производить царапинъ на рукахъ.

На мѣдномъ футлярѣ, защищающемъ водомѣрное стекло, наплавляется мѣдное кольцо,  $\frac{1}{2}$ " шириною, верхнее ребро котораго было бы на четыре дюйма выше верхней поверхности потолка топки.

Котель обшивается плотнымъ войлокомъ. Шпильки, поставленные въ стѣнки котла или топки, должны завертываться безъ сурика или бѣлизы, имѣть хорошую рѣзбу и въ соединеніяхъ быть совершенно непроницаемыми для пара и воды.

Бронза арматурныхъ частей, кромѣ конусныхъ пробокъ и вентиляныхъ клапановъ, подлежащихъ притиркѣ, готовится: изъ 88 частей красной мѣди, 12 частей олова и 3 частей цинка. Конусныя пробки и клапаны вентиля отливаются изъ состава болѣе мягкаго, чтобы притирки болѣе дѣйствовали на нихъ, нежели на стаканы и сѣдалища клапановъ.

## Цилиндры и механизмъ.

*Цилиндры* изготовляются изъ жесткаго, свѣтлосѣраго мелкозернистаго чугуна безъ недостатковъ въ отливкахъ; вполне готовые и собранные съ крышками они подвергаются испытанію гидравлическимъ прессомъ: малый на  $16\frac{1}{2}$  и большой на 12 атмосферъ. Всѣ части у цилиндровъ должны строго соответствовать шаблонамъ и калибрамъ. Цилиндровыя и золотниковыя крышки ставятся на притирку безъ всякихъ прокладокъ, за исключеніемъ переднихъ золотниковыхъ, постановка которыхъ допускается на асбестъ.

*Золотники* изготовляются изъ фосфористой бронзы.

*Поршни желѣзные*, штампованные, или стальные.

*Поршневая скалка* кованая изъ литой стали (съ сопротивленіемъ не менѣе 55 килогр. на квадр. мм., при удлинении не менѣе 18%).

*Параллели* изъ того же металла, но съ сопротивленіемъ не менѣе 60 килогр. на квадр. мм. и удлинении не менѣе 10%. На концахъ параллелей наносятся риски, — границы движенія крейцкофа, соответствующія соприкасаніямъ поршня съ передней и задней крышками цилиндровъ, при полой поршневой скалкѣ.

*Крейцкофъ* — желѣзный, штампованный, или литой изъ стали. Вкладыши крейцкофа изготовляются изъ бронзы: 82 части красной мѣди, 10 частей олова и 8 частей цинка или другого, соответствующаго по качествамъ, сплава.

*Предохранительные клапаны цилиндровъ* должны регулироваться на давленіе 12 атмосферъ для малаго цилиндра и  $5\frac{1}{2}$  атмосферъ для большого и рессивера.

*Дышла* (шатуны) изготовляются изъ литой ковкой стали \*). Поковки дышля должны быть отожжены въ печахъ, съ нагрѣвомъ до краснаго каленія. Матеріалъ для дышля подвергается испытанію на сгибъ въ холодномъ состояніи; образцы для загибовъ,

\*) Подъ сталью подразумѣвается матеріалъ принимающій закалку.

толщиною въ 20 мм., вырѣзываются изъ остатковъ, получаемыхъ выдалбливаніемъ изъ дышловыхъ головокъ. Эти образцы должны выдерживать безъ поврежденій, углы загиба не менѣе 30°.

*Подшипники дышловые* дѣлаются изъ бронзы, состава: 82 частей красной мѣди, 16 частей олова и 2 частей цинка, или другого соответствующаго по качествамъ, сплава.

*Дышловыя прѣжки*, камни крейцкопфныхъ подшипниковъ, крейцкопфные клинья, сѣбные валки и ихъ кольца, головки нажимныхъ болтовъ цементуются и закаливаются.

*Тяги парораспределенія*, кулисы и золотниковыя рамки изготовляются изъ хорошаго сварочнаго желѣза или мягкой стали; валъ кулисный стальной, или желѣзный (въ паровозахъ заказа 93 г.). Камни кулисные и все кольца парораспределительнаго механизма должны быть изъ твердой, фосфористой бронзы, кромѣ колецъ золотниковыхъ тягъ, которыя дѣлаются изъ мягкой стали, цементованной или закаленной. Кулисы, кулисные валки, кулачки золотниковой тяги также цементуются и закаливаются.

Кромѣ того, все части парораспределительнаго механизма должны изготовляться съ особой тщательностью по калибрамъ и шаблонамъ, а золотники хорошо вывѣрены, послѣ чего на золотниковой тягѣ и скалкѣ наносятся контрольные кернера, на разстояніи 300 мм. одинъ отъ другого.

*Паровозная рама*. Продольныя, поперечныя и другія части рамы должны быть каждая изъ цѣлаго куска сварочнаго или литого желѣза, лучшаго качества. При испытаніи на разрывъ образцы желѣза должны выдерживать 32 килогр. вдоль и 30 килогр. поперекъ волоконъ на квадр. мм., при удлинении не менѣе 8%. Литое желѣзо—отъ 36 до 40 килогр. съ удлинениемъ отъ 26% до 20%, безъ пороковъ.

Матеріалъ продольныхъ рамъ, если таковыя изготовляются изъ литого желѣза, долженъ быть подвергнутъ еще пробамъ на загибъ. Образцы для загибовъ берутся изъ кусковъ, выдолблен-

ныхъ изъ рамъ при ихъ отдѣлкѣ и должны выдерживать углы загиба не менѣе 45° безъ образованія трещинъ.

Продольныя рамы изготовляются точно по шаблонамъ, при чемъ верхняя кромка рамъ отдѣливается подъ линейку.

Во всехъ поперечныхъ скрѣпленіяхъ кромки угольниковъ, прилегающія къ продольнымъ рамамъ, обрабатываются на станкахъ съ точнымъ соблюденіемъ разстоянія между рамами. Дыры въ соединеніяхъ какъ для болтовъ, такъ и для заклепокъ проходятся развертками, при чемъ болты должны входить съ молотка, а заклепки плотно высажены въ дырахъ.

*Винтовые цѣпки* и шкворни изготовляются изъ желѣза хорошаго качества.

*Рессоры* собираются изъ литой желобчатой стали и испытываются нагрузкой въ 10 тоннъ, при чемъ не должно оставаться постоянной стрѣлы прогиба.

Въ естественномъ состояніи, т. е. безъ нагрузки, рессоры изготовляются прямыми. Укрѣпленіе хомутовъ на листахъ производится настолько прочно, чтобы при ударахъ по надѣтому на рессору хомуту молоткомъ, весомъ около 4 фунтовъ, не обнаруживалось ни малѣйшаго сдвига хомута по листамъ. Подвѣсные рессорные стержни изъ сварочнаго желѣза. Шпинтоны, ихъ скобы и прокладки изъ того же матеріала или стали, должны быть цементованы и закалены.

*Буксы*—желѣзные, кованныя или литыя изъ стали; въ послѣднемъ случаѣ сталь должна выдерживать удлиненіе не менѣе 10%. Буксовые лица дѣлаются изъ твердой стали; клинья—изъ литого желѣза или стали,—должны быть цементованы и закалены.

*Буксовые подшипники* отливаются изъ бронзы состава: 82 частей красной мѣди, 10 частей олова и 8 частей цинка. На внутренней поверхности подшипники имѣютъ углубленія, заливаемые бабитомъ.



## Тендеръ.

Рамы изготовляются изъ сварочнаго желѣза; дыры, болты и заклепки, а равно сборка рамъ и проч., должны удовлетворять тѣмъ же условіямъ, какія поставлены для паровозныхъ рамъ. Рессоры и подвѣски ихъ изъ тѣхъ же матеріаловъ и того же качества, какъ и паровозныя. Рессоры испытываются на нагрузку въ 9 тоннъ.

*Буксы* — чугуныя Буксовыя на правляющія — тоже, или изъ литой стали. Сплавъ для подшипниковъ тотъ же, что и для паровозныхъ.

Водяной бакъ изъ литого или сварочнаго желѣза. Въ мѣстахъ опоры бака на рамы ставятся просмоленные дубовыя прокладки; стыки деревянной внутренней обшивки бака (помѣщеніе для угля) проконопачиваются и покрываются смолой.

## Оси и колеса.

Оси изготовляются изъ литой стали лучшаго качества, однородной по всей массѣ и безъ всякихъ видимыхъ недостатковъ въ матеріалѣ. Части болванокъ, предназначенныя для образованія шеекъ, предварительно проковываются. Матеріалъ осей, при испытаніи на разрывъ, долженъ выдерживать около 60 килогр. и не менѣе 55 килогр. на квадр. мм., при удлинении 18—15%; при этомъ сумма цифръ сопротивленія и удлиненія не должна быть менѣе 75.

*Колеса* могутъ быть кованыя желѣзные, или литыя изъ стали и размѣрами строго соответствовать чертежамъ. Отверстіе для оси въ ступицѣ высверливается по цилиндру и при томъ такъ, чтобы геометрическая ось отверстія была перпендикулярна къ плоскости колеса. Колеса изъ сварочнаго желѣза не должны

проявлять ни малѣйшихъ слѣдовъ непроварокъ, въ видѣ пленъ и шлаковыхъ прослоекъ, а колеса изъ стали не имѣть въ отливкахъ пузырей и раковинъ, вредящихъ прочности колеса \*).

*Насадка колесъ* на оси производится подъ давленіемъ отъ 85 до 120 тоннъ. Соприкасающіяся поверхности ступицы и шейки оси должны быть гладко обточены мелкой стружкой.

Надѣваніе шинъ на колеса производится при помощи нагрѣва ихъ въ горячемъ воздухѣ, безъ доступа продуктовъ горѣнія, въ мазутѣ, маслѣ или инымъ способомъ, если таковой будетъ разрѣшенъ Министромъ Путей Сообщенія. Разность въ діаметрахъ шины и обода, опредѣляющая натягъ шины, должна заключаться въ предѣлахъ 0,75—1 мм. на одинъ метръ діаметра.

*Пальцы кривошиповъ* изготовляются изъ литой, хорошо прокованной, стали и послѣ отковки тщательно отжигаются. Матеріалъ пальцевъ, при испытаніи его на разрывномъ станкѣ, долженъ выдерживать: сопротивленіе не менѣе 60 килогр. на квадр. мм., при удлинении не менѣе 12%. Насадка пальцевъ производится давленіемъ отъ 30 до 45 тоннъ для сѣбныхъ пальцевъ и отъ 50 до 60 тоннъ для ведущихъ.



\*) Кроме наружнаго осмотра, колеса въ количествѣ 1% отъ предъявленной къ приемкѣ партіи подвергаются слѣдующимъ пробамъ:

а) *проба на ударъ*. Колесо, установленное въ вертикальномъ положеніи на не упругой опорѣ, подвергается двумъ ударамъ бабы, вѣсомъ въ 30 пудовъ, падающей съ высоты 5 футовъ, при этомъ на испытуемомъ колесѣ не должно, хотя-бы оно изогнулось, проявиться трещинъ и признаковъ излома.

б) *проба на раздачу ступицы*. Черезъ ступицу пробнаго колеса проталкивается слегка коническая оправка, подъ давленіемъ равнымъ полутонному противъ назначеннаго для насадки колесъ на оси, при чемъ въ ступицѣ не должно проявляться ни малѣйшихъ трещинъ. Размѣры оправки вырабатываются путемъ опыта заводами. Въ случаѣ неудовлетворительныхъ результатовъ, количество испытаній удваивается.

## О г л а в л е н і е.

Предисловіе.	Стр.	Стр.
Невыгоды дѣйствія машинъ обыкновенныхъ паровозовъ . . . . .	5	Всасывающій инжекторъ Гольденъ-Бруке. . . . . 48
Принципъ двойного расширенія . . . . .	10	Тоже Фридмана . . . . . 50
Паровыя рубашки. . . . .	11	Парораспределительный механизмъ Джон. . . . . 54
Машины Вульфа и Компаундъ . . . . .	12	Крейцкопфъ и параллель. . . . . 58
Компаундъ паровозы. . . . .	15	Параллельная рамка. . . . . 59
Компаундъ паровозы съ двумя цилиндрами. . . . .	17	Компаундъ паровозы о 4-хъ цилиндрахъ. . . . . 60
Приборъ Малета. . . . .	18	Замѣчанія о службѣ Компаундъ паровозовъ нормальнаго типа:
Кранъ Линднера . . . . .	22	расходъ топлива. . . . . 67
Приборъ Коломенскаго завода. . . . .	25	парообразованіе. . . . . 68
Приспособленіе Гельсдорфа. . . . .	26	сила тяги. . . . . 69
Рессиверъ. . . . .	28	конструктивные недостатки 70
Золотники Трика, уравновѣшенные по системѣ Ричардсона. . . . .	29	Подергиванія паровоза. . . . . 73
Золотники съ круглыми компрессорами. . . . .	33	Пропускъ пара золотниками. . . . . 74
Предохранительный клапанъ на рессиверѣ . . . . .	35	Повѣрка золотниковъ. . . . . 75
Предохранительные клапаны на крышкахъ цилиндровъ. . . . .	36	Зазоръ между головкой передняго сѣчнаго дышла и кулисной вилкой 77
Клапаны Рикюра . . . . .	37	Основные данныя товарнаго паровоза о 4-хъ осяхъ системы Компаундъ правительственнаго нормальнаго типа. . . . . 78
Приборы для регулированія разряженія въ дымовыхъ коробкахъ: Зяблова, Путиловскаго завода, Рождественскаго. . . . .	40	Быстроходные пассажирскіе паровозы системы Компаундъ русскихъ казенныхъ жел. дорогъ. . . . . 82
Приборы для полученія тяги воздуха — конуса: Адамеа, Американскій съ петикотомъ и др. . . . .	44	Извлеченія изъ техническихъ условій на поставку товарныхъ 8-ми колесныхъ паровозовъ системы Компаундъ правительственнаго типа. . . . . 85
Свистокъ . . . . .	47	



Модуль 1.

