

5 81

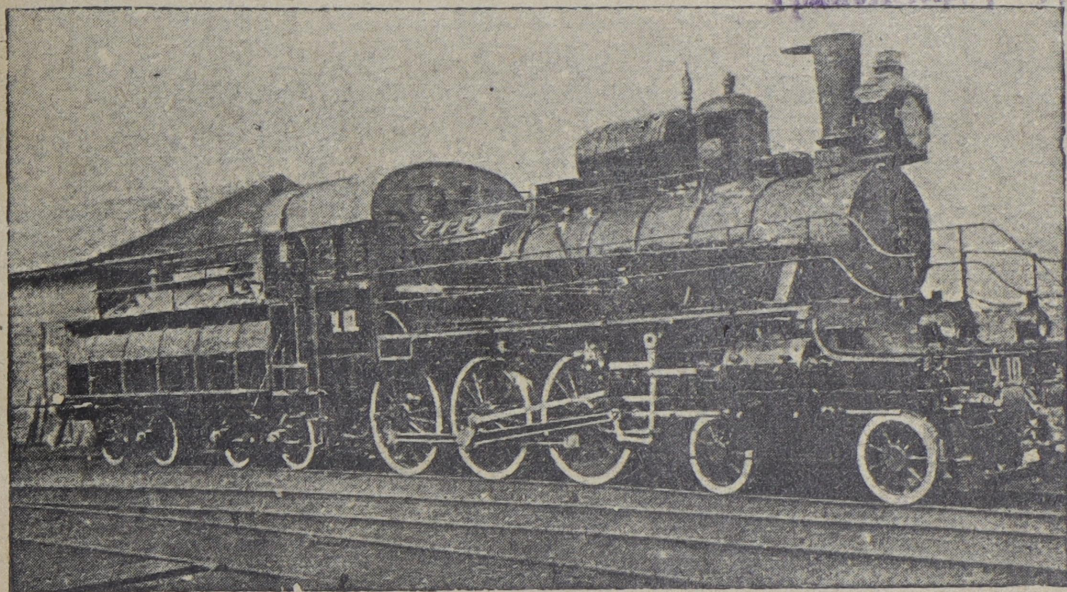
М. Д. БОНДАРЕВ

ОТРИЦАТЕЛЬНАЯ РАБОТА ПАРОВЫХ МАШИН ПАРОВОЗОВ

И ПЕРЕПУСКНЫЕ ПРИБОРЫ

(БАЙПАССЫ)

Н КПС
ПОГАШЕНО
БИБЛИОТЕКА
Транспечать



81

Справочный
ПОГАШЕНО
ФОНД

ТРАНСПЕЧАТЬ НКПС
МОСКВА

1930

М. Д. БОНДАРЕВ

621.
Б81

Абонент издатель-
технической литературы
Дата 2007

911760р.
1933
8233

ОТРИЦАТЕЛЬНАЯ РАБОТА
ПАРОВЫХ МАШИН
ПАРОВОЗОВ
И ПЕРЕПУСКНЫЕ ПРИБОРЫ
(БАЙПАССЫ)

КПС
ПОГРЕШНО
БИБЛИОТЕКА
Трансжелдориздата

ПЕРИОДИЧЕСКИЙ
СЛУЖЕБНЫЙ

ТРАНСПЕЧАТЬ НКПС
МОСКВА 1930

1975

ОГЛАВЛЕНИЕ.

	<i>Стр.</i>
Предисловие	5
1. Цель постановки воздушных, паро-воздушных и перепускных приборов на паровозах.	7
2. Клапан Рикюра	8
3. Паро-воздушные клапаны.	10
4. Байпасы	11
5. Приборы Livingston'a, Gustice, Mellin'a	14
6. Байпасы: Лопушинского, Перевозникова	16
7. Байпас Сластенина	19
8. Байпасы: Раевского, Мейнеке	20
9. Байпасы Зяблова, Маевского	21
10. Байпас Бондарева.	24
11. Байпас Турчанинова	26
12. Байпасы-золотники и останавливающие поршни	27
13. Золотник-байпас Трофимова.	29
14. Сравнение байпасов разных систем	32
15. Отрицательная работа машин паровоза (опытные данные)	34

ПРЕДИСЛОВИЕ АВТОРА.

В нашей популярно-технической литературе сравнительно слабо освещены вопросы об отрицательной работе паровых машин паровозов и работе байпасов существующих в практике конструкций.

Довольно много паровозов на сети дорог СССР оборудовано байпасами разных конструкций, но большинство их не удовлетворяет своему назначению.

В настоящее время пришли к убеждению в действительной пользе байпасирования и стали ставить круглые золотники-байпасы конструкции Трофимова на паровозах с перегретым паром.

Не подлежит сомнению, что и на остальных паровозах с плоскими (коробчатыми) золотниками, каковых в работе больше, чем с круглыми золотниками, также необходимо ставить байпасы стандартного типа, чтобы таким путем получать тот же самый экономический эффект, как и на паровозах с золотниками-байпасами Трофимова, которые, как показала практика, дают в среднем 4—5% экономии топлива на паровозах.

Автор имеет целью оказать посильную помощь интересующимся и работающим в области ремонта и службы паровоза и дать сравнительно сжатое описание практических данных, добытых путем опыта и наблюдений.

Приношу глубокую благодарность за весьма ценные указания при составлении брошюры профессору С. П. Сыромятникову и инженерам: С. А. Богданову, Н. И. Никитину и А. А. Терпугову, а также прошу лиц, интересующихся проблемой байпасирования, не отказать в последующем сообщить свои практические заметки и указания.

Автор.

1. Цель постановки воздушных, паро-воздушных и перепускных приборов на паровозах.

1. Железные дороги в общих приемах и способах эксплуатации не дали ничего более существенного для решения настоящих и будущих транспортных задач, как улучшение в паровозах и их службе. Пустить поезда по дорогам и притом по самому низкому тарифу есть задача настоящего и должна быть таковой и для последующих наступающих годов. С решительной настойчивостью надо добиваться того, чтобы каждый килограмм металла и топлива был использован с наибольшей продуктивностью. В последнее время паровозостроительная техника имеет широкое применение разных приборов, дающих не только более совершенную работу паровоза, но и более экономный расход топлива на единицу работы.

На ряду с другими громадное значение имеют для паровоза нижеследующие факторы:

- 1) увеличение мощности;
- 2) увеличение силы тяги;
- 3) увеличение коэффициента полезного действия;
- 4) увеличение работоспособности и
- 5) удешевление содержания.

В целях достижения наивыгоднейших условий работы существующего парка паровозов производится так называемое омоложение, или модернизация, паровозов путем применения пароперегрева, насосов, или эжекторов, подающих подогретую воду в котел, воздушных, паро-воздушных и перепускных клапанов (байпасов) и др. приборов.

В числе последних приборов, дающих экономию топлива и более совершенную работу паровоза, немалое значение имеют байпасы, т. е. перепускные приборы на паровозах.

Говоря о работе паровоза, мы обычно подразумеваем при этом работу его с паром. Однако громадное значение имеют и те процессы, которые происходят в паровом цилиндре, когда паровоз идет с закрытым регулятором, т. е. без пара.

Научно доказано, что паровоз, идущий без пара, более разрушительно действует на путь и ход его беспокойнее, нежели при работе с паром. Практически это можно наблюдать особенно наглядно на нормальных компаунд-паровозах:

на ходу паровозы эти с закрытым регулятором дают стук в движущем механизме несравненно больший, чем при работе с паром.

При движении с закрытым регулятором без пара паровая машина паровоза работает как воздуходувный насос огромной мощности. В золотниковой коробке и соединенной с ней стороной парового цилиндра происходит разрежение воздуха (всасывание), а с другой стороны—сжатие (нагнетание). Вследствие образующейся большой разницы давлений на обе стороны поршня возникает большое сопротивление передвижению паровоза.

Торможение это (отрицательная работа) очень велико. По данным проф. Ломоносова, паровозам с поездами в среднем приходится 30% пути пробегать без пара, и на всем этом расстоянии отрицательная работа без нужды разбивает паровоз, тормозит его ход и является результатом лишнего расхода топлива и ряда других нежелательных явлений.

В первое время для устранения этой ненормальности и смягчения отрицательной работы начали применять воздушный клапан Рикюра.

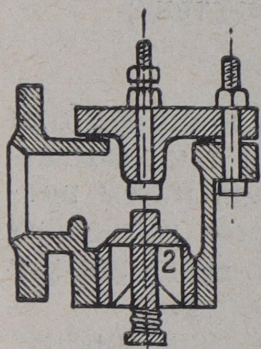
2. Клапан Рикюра.

Прибор этот, как мы видим из фиг. 1 и 2, состоит из корпуса и клапана 2 в нем, открывающегося внутрь при движении паровоза без пара; как только пар откроет, то он своим давлением закрывает клапан 2 (см. фиг. 1).

Рассмотрим влияние этого клапана на работу паровоза без пара. Построим диаграммы рабочую и отрицательной работы паровой машины паровоза (см. фиг. 3).

Из диаграммы отрицательной работы (фиг. 3) видно, что впуск наружного воздуха через клапан Рикюра будет ослаблять разрежение (вакуум) и тем самым смягчать отрицательную работу машины. В то же время наружный воздух, заполняя цилиндры, приносит тем самым и значительный вред, а именно:

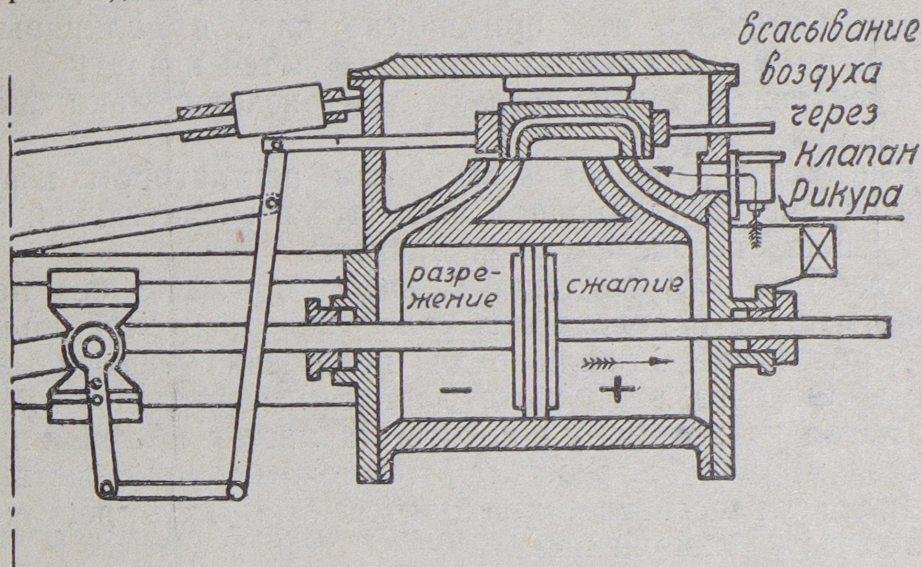
- 1) воздух, насасываемый клапанами Рикюра на больших уклонах и при большой скорости, развивает сильную тягу в топке, когда в этом нет никакой надобности, вследствие чего непроизводительно горит топливо; кроме того, сильная тяга при избытке пара и малом огне в топке может вызвать течь дымогарных труб;
- 2) наружный воздух через клапан Рикюра попадает в цилиндры с разными частицами песку, золы и пр.; это способствует порче и преждевременному изнашиванию колец золотников и самих цилиндров;



Фиг. 1.

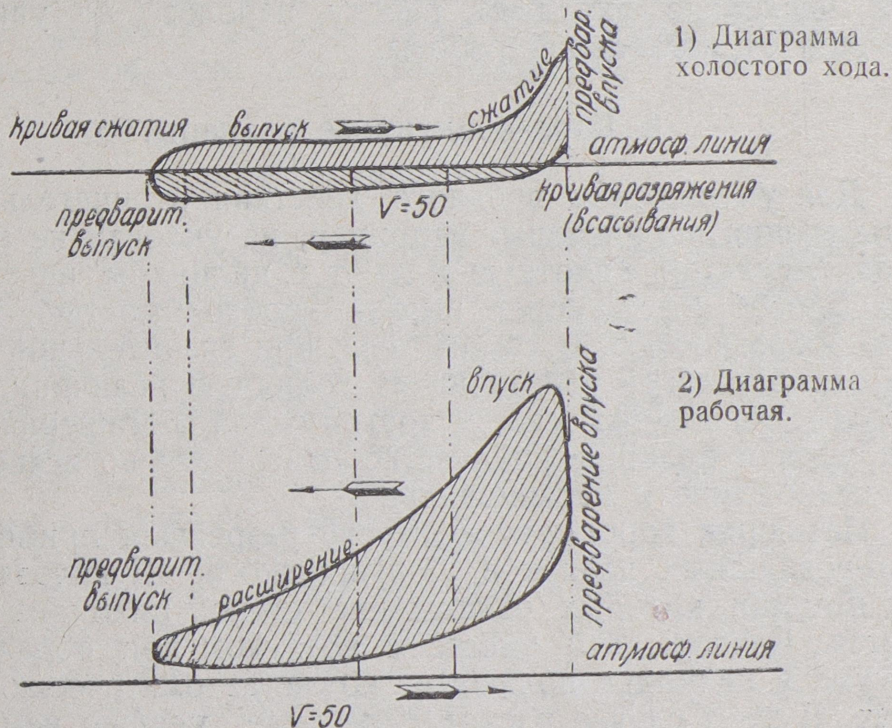
3) клапаны от ударов быстро расколачивают места притирок, после чего начинается утечка пара;

4) вследствие усиленной подачи воздуха эффект сжатия, имеющего место в конце хода поршня, заметно возрастает (см. фиг. 3);



Фиг. 2.

5) холодный воздух, особенно зимой, приносит большой вред тем, что понижает температуру цилиндра, чем вызывает



Фиг. 3.

повышенную конденсацию пара. В самом деле, получается нечто абсурдное: с одной стороны, паровые цилиндры

защищаются от охлаждения всеми средствами путем тщательной изоляции (кожухами и т. д.) для того, чтобы пар меньше конденсировался и не терял своей упругости, а с другой—мы сразу чрез клапан Рикура впускаем наружный холодный воздух, который в зимнее время понижает температуру цилиндров настолько, что при впуске пара в цилиндры от холодных стенок последних пар обращается в воду;

6) усиленной тягой воздуха непроизводительно выдувается наружу смазка;

7) на ходу паровоза с закрытым регулятором клапан Рикура производит большой шум, что в значительной степени уменьшает поле слуха машиниста;

8) работая как воздушный насос при езде без пара, паровая машина паровоза дает колоссальную отрицательную работу, чрезвычайно вредную для всего движущегося механизма; кроме того, эта работа дает самоторможение паровозу, благодаря которому в некоторых местах профиля пути, где поезд мог бы без этого самоторможения пробежать без пара лишнее расстояние, приходится открывать регулятор и расходовать лишний пар.

Таким образом, клапан Рикура, придавая паровозу некоторую ходкость тем, что в процессе работы машин, как воздушных насосов, ослабляет вакуум впуском в цилиндр наружного воздуха, в целом не разрешает задачи и, наоборот, несколько ухудшает работу паровоза, не уничтожая вредной отрицательной работы.

3. Паро-воздушные клапаны.

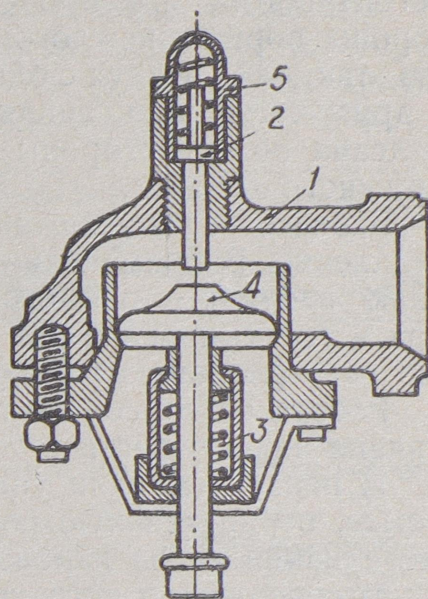
Для уменьшения вредного действия отрицательной работы машин американцы, например, на уклонах не прикрывают регулятор вплотную и дают в цилиндры на уклонах пар. Способ этот скорее вызван необходимостью, нежели целесообразностью. В самом деле: при значительной скорости отрицательная работа имеет солидную величину, до 250 и более лошадиных сил, и поэтому для погашения ее потребуется и большое количество пара, а это во всяком случае неэкономно и нерационально.

На наших дорогах ту же задачу разрешали применением паро-воздушных клапанов Лопушинского, Шукалова и др., при помощи которых охлаждение стенок цилиндра уменьшается. Клапаны эти вместе с воздухом при образовании вакуума в цилиндре подают из котла автоматически также и пар. В этом случае расход пара будет меньше, чем вышеописанным американским способом. Ниже приведем описание паро-воздушного клапана Шукалова (фиг. 4).

Паро-воздушный клапан Шукалова состоит из корпуса 1, который соединяется с коллектором перегревательной ко-

робки или золотниковой коробкой, клапана 4, верхнего клапанчика 2 и пружин к ним 3 и 5. При вакууме клапан 4 поднимается от давления атмосферного воздуха и действия пружины 3. При подъеме своем клапан 4 поднимает и клапанчик 2, который открывает пар, подведенный из котла полдюймовой трубкой, имеющей разоб- щительный кран.

Как видно из описания и действия этого паро-воздушного клапана, разрешить задачу в полном объеме он также не может, ибо, как и клапаны Рикюра, он влияет только на уменьшение отрицательной силы лишь в нижней части диаграммы холостой работы (см. фиг. 3, кривая разрежения), верхняя же кривая сжатия остается без изменения, и, кроме того, паро-воздушный клапан, как и при американском способе, так же непроизводительно расходует пар.



Фиг. 4.

Имеется еще несколько типов клапанов, аналогичных вышеописанным, например, Арциша, Индзиковского и др., но они также имеют те же недостатки и отличаются друг от друга главным образом лишь конструктивно.

4. Байпассы.

В дальнейшем, изучая явления отрицательной работы паровозов, начали переходить к более рациональным пере- пускным приборам, или так называемым байпассам. Вначале в практике явились конструкции байпассов, несоответствующие своему назначению как по форме и виду, так и по качеству своей работы. В последнее же время изобретено несколько типов байпассов, более или менее соответствующих своему назначению в работе.

Рассматривая диаграмму холостого хода паровоза (с закрытым регулятором по обе стороны поршня за один ход его), мы видим, что эта диаграмма (см. фиг. 3) рисует нам отрицательную работу паровоза. Нетрудно понять, что при соединении обеих половин цилиндра уничтожение разрежения по одну сторону поршня произойдет за счет снижения давления (нагнетания) по другую сторону. Таким образом, как бы сама диаграмма наталкивает на мысль построить такой прибор, который одновременно уничтожал бы или

парализовал и сжатие и разрежение, т. е. привел бы отрицательную работу к нулю ¹⁾).

Идея, положенная в основу действия этих приборов, несущих название перепускных клапанов, или байпасов, и состоит в том, что при движении паровоза без пара обе стороны поршня каждого цилиндра соединяются между собою так, что воздух с одной стороны поршня перегоняется на другую. Эта циркуляция воздуха выравнивает (разгружает) давления по обе стороны поршня без помощи присасывания наружного воздуха.

Байпас—слово английское (bi-pass) в переводе значит: соединение. В применении к цилиндрам паровозов он имеет целью соединять обе стороны поршня во время езды без пара и тем самым совсем уничтожить или ослабить громадную отрицательную работу паровой машины.

Работа байпасов по своему значению представляет следующие преимущества:

1) парализует или уничтожает, частично или даже полностью, отрицательную работу паровой машины и все вредные влияния ее на паровоз;

2) совершенно устраняет всасывание песка, золы и пыли в цилиндры;

3) не вызывает увеличения тяги в дымовой трубе;

4) уничтожает или ослабляет засасывание продуктов горения в дымовой камере.

Целесообразность применения байпасов подтверждается еще и следующим обстоятельством: из сравнения индикаторных диаграмм, снятых при закрытом регуляторе с нормальных паровозов при испытании этих паровозов проф. Ломоносовым в 1900 г. (см. фиг. 4-а, 5) и диаграмм, полученных при специальных опытах, производившихся в Америке дорогами Shesapeake Оrio и паровозостроительным заводом Ричмонд (фиг. 6, 7) с диаграммой, построенной Ломоносовым на основании рассмотрения процесса, происходящего в цилиндрах-компаунд во время хода с закрытым регулятором (фиг. 8 ²⁾, 8-а), усматривается, что площадь этих реальных диаграмм значительно больше теоретической.

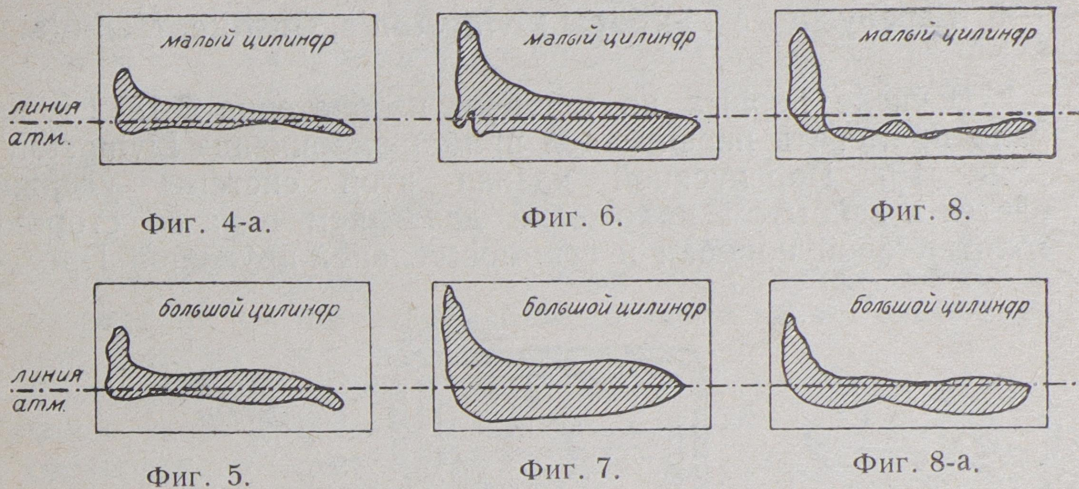
Увеличение площади диаграмм фиг. 6 и 7 произошло вследствие того, что линия обратного хода на диаграммах располагается значительно выше атмосферной. Это явление объясняется, с одной стороны, усиленной подачей воздуха клапанами Риккура и, с другой—влиянием уравновешенных золотников.

Первое обстоятельство объясняется увеличением количества воздуха, выталкиваемого чрез окно в единицу времени.

¹⁾ Инж. Каплан. «Холостая работа».

²⁾ Файнберг—«Очерк развития перепускных клапанов».

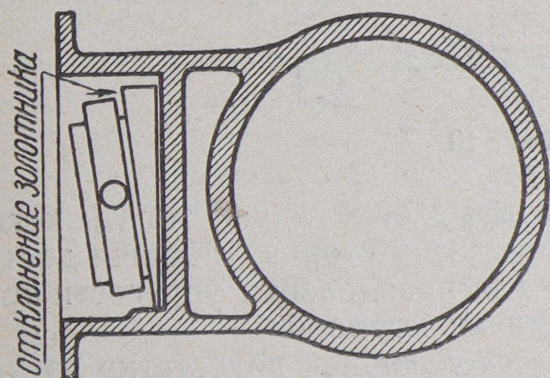
Влияние уравновешенности золотников сказывается в том, что неуравновешенный золотник при движении без пара отжимается от зеркал и, таким образом, дает возможность сжатому воздуху с одной стороны поршня проходить под золотник и через впускное окно проходит на другую сторону поршня, где происходит разрежение, и этим выравнивать давление по обе стороны поршня; в уравновешенных же



золотниках этому препятствуют пружины, в силу чего давление в конце сжатия уравновешенных золотников значительно больше, чем на неуравновешенных. Поэтому при игре уравновешенных золотников и бывают случаи поломок таковых вследствие того, что на большой скорости удары золотника о зеркало цилиндра

бывают настолько велики, что отбивают края плоского золотника.

Тем же можно объяснить и большой износ коробчатых золотников снизу, так как верх их отваливается и не срабатывается, образуя тем самым естественный байпасс (см фиг. 9). Поэтому же паровозы с плоскими вертикальными золотниками, на-



Фиг. 9.

пример, серий Ч, Р, и имеют сравнительную ходкость и без байпасов.

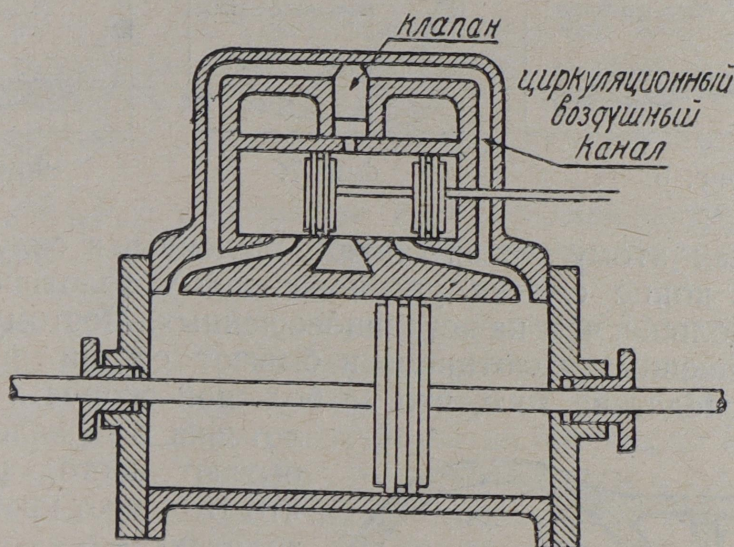
Описанные выше случаи при уравновешенных золотниках еще большее значение имеют у цилиндрических или поршневых золотников, каковыми снабжаются паровозы с перегретым паром, так как круглые золотники совсем не могут отходить от золотникового зеркала. Вследствие этого цилиндры с круглыми золотниками особенно сильно работают

как насосы и этим вызывают более сильные толчки и сотрясения паровозов и, следовательно, еще в большей степени нуждаются в разгрузке поршня.

Переходя к описанию перепускных клапанов (байпассов), мы остановимся лишь на наиболее типичных и наиболее распространенных и применяемых приборах на дорогах.

5. Перепускные приборы Livingston'a, Gustike, Mellin'a.

В числе первых по времени изобретения с 1882 г. начали применять перепускной прибор американца Livingston'a (фиг. 10). Перепускной клапан этой системы удерживается в закрытом положении давлением пара со стороны золотниковой коробки и вспомогательной пружиной. Проход



Фиг. 10.

в циркуляционной трубе открывается лишь тогда, когда давление воздуха по ту или другую сторону поршня достигает величины, достаточной для преодоления упругости пружины и трения клапана о стенки коробки.

В практике оказались следующие недостатки этого прибора:

- 1) затруднительность притирки верхней полушаровой поверхности клапана, от которого зависит герметичность прибора;
- 2) возможность пропуска при порче притирки;
- 3) нахождение пружины внутри парового пространства и возможность в случае поломки ее попадания кусков стали внутрь золотниковой коробки.

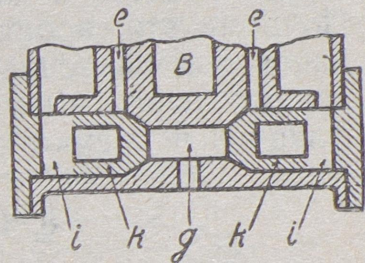
В виду таких серьезных недостатков, а также незначительного диаметра перепускной трубы, несмотря на давность, прибор этот не получил широкого распространения в практике.

Вслед за вышеописанным прибором американец Gustike предложил в 1897 г. свой байпас, изображенный на фиг. 11. Прибор этот состоит из двух клапанов *к, к*, помещенных в цилиндрической камере. Камера помещена возле золотниковой коробки и соединена с нею концевыми отверстиями. Два других отверстия *е, е* соединяют камеру с паровыми каналами цилиндра *В* и пятое отверстие *г*—с наружной атмосферой.

При открытии регулятора пар, вступая в оба конца камеры, заставляет клапаны сдвинуться и закрыть отверстие *е, е*. После закрытия регулятора и образования вакуума в золотниковой коробке клапаны давлением наружной атмосферы раздвигаются и восстанавливают сообщения между каналами *е, е*.

Несмотря на правильность идеи, положенной в основу действия этого прибора, на практике он не получил широкого распространения и оказался очень ненадежным. Для устранения утечки пара цилиндрические поверхности клапанов должны быть хорошо притерты

в камере; хорошо же притертые клапаны часто перестают работать и не раздвигаются давлением атмосферы, что объясняется, с одной стороны, неравномерным расширением клапанов и самой камеры от нагревания, с другой — загрязнением концов камеры смазкой, попадающей из золотниковой коробки. Другой, более существенный,



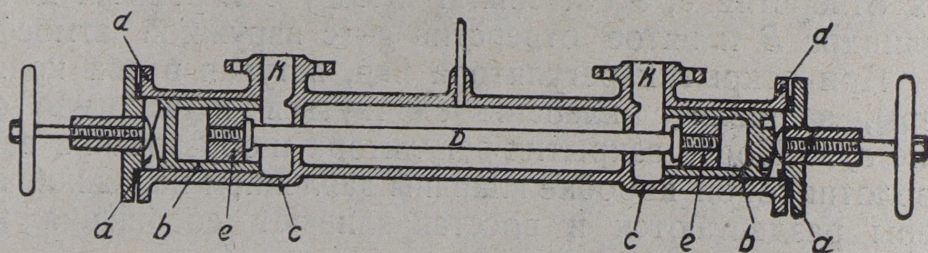
Фиг. 11.

недостаток прибора заключается в том, что при бездействии одного из клапанов происходит насасывание песка чрез отверстие *г*; последний, попав на конические выступы, препятствует плотно закрываться и вызывает утечку пара. Этот недостаток сам изобретатель предложил устранить при помощи пружины между клапанами, заглушив отверстие *г*. Но и пружины при поломке выводят прибор из строя.

Несколько измененный и усовершенствованный прибор Gustike, известный под названием Mellin'a, пользуется широким распространением в России. Байпас Mellin'a, изображенный на фиг. 12, состоит из чугунной трубы *D*, соединенной с паровыми каналами цилиндра. В этой трубе помещаются два цилиндрических клапана *б, б* с свободно движущимися в них поршеньками-буферами *е, е*, сидящими на одном штоке. Пространство между клапанами *б* и крышками трубы соединены между собой трубкой *а*, ответвление которой приведено к клапану Рикюра, поставленному на золотниковой коробке (см. фиг. 12). Поршеньки *е, е* служат буферами на случай, когда пар сильно отбрасывает клапаны по направлению к седлам. На фиг. 12 изображено положение клапанов *б* при закрытом регуляторе, т. е. байпас работает.

При открытии регулятора пар через каналы *a* давит на клапаны *b, b* и закрывает отверстия *к, к*, идущие к паровпускным клапанам.

Очевидно, что прибор Mellin'a исправно работает тогда, когда поршни передвигаются свободно. Опыт Сев.-Кавказ-

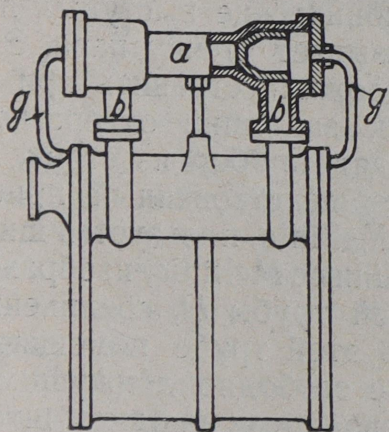


Фиг. 12.

ской жел. дороги показал, что в приборе Mellin'a бывали заедания поршеньков этого прибора и невозможность трогания с места и даже чугунные крышки часто лопались. Поломки эти, происходящие при быстром открывании клапанов под давлением воздуха или при закрывании под давлением пара, вызывают остановки в пути для заделки флянцев и съемки поломанных частей.

6. Байпас Лопушинского.

Однотипным с описанными является и байпас Лопушинского, только труба его ставится сверху золотниковой коробки (фиг. 13). По конструкции своей он представляет собой трубу *a*, горизонтально расположенную над золотниковой коробкой, соединенную отрезками *b, b* с паровпускными каналами цилиндра. В трубе этой имеются два поршенька-клапана, которые при закрытии пара отходят благодаря вакууму от своих мест и соединяют между собой паровпускные каналы.



Фиг. 13.

При открытии регулятора пар из золотниковой коробки по трубочкам *g, g* давит на клапаны, прижимает их к своим гнездам и тем самым разобщает паровпускные каналы, прекращая перепуск. Байпас

Лопушинского работает автоматически; очень часто при работе от ударов при впуске пара клапаны разбиваются и дают пропуск.

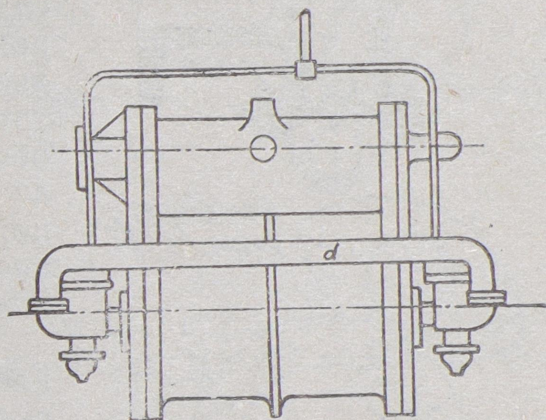
Анализируя все вышеописанные виды байпасов, мы видим, что по конструкции своей они подходят к одному

типу и все они имеют как бы общие недостатки как в самой конструкции, так и в результате своей работы. Главный недостаток этого вида байпасов, это—узость перегонной трубы, ненадежная работа клапанов, вследствие чего утечка пара и частая смена клапанов сами за себя говорят о непрактичности данных приборов, а узкая перегонная труба лишь частично выравнивает давление между обеими сторонами поршня, не достигая полного разрешения задачи.

Практический уход за описанными байпасами заключается в систематическом осмотре, очистке от нефти и грязи и периодической смазке их.

Байпас Перевозникова.

Этот тип байпаса представляет собой два отдельных клапана, поставленных на передних и задних крышках цилиндров, соединенных между собой отдельной перегонной трубой d (фиг. 14). Корпус клапана состоит из цилиндрической коробки с каналом, выходящим в привальный фланец, обращенный к цилиндрической крышке. В нижней части коробки имеется колено для перепускной трубы d . Внутри коробки над коленом укреплено бронзовое кольцо, служащее седлом поршневого клапана C (см. фиг. 15). Верхняя часть коробки имеет фланец, к которому прикрепляется съемная крышка. Вверху крышки прилив a с проходом для подвода пара к клапану. Верхняя часть клапана представляет поршень b меньшего диаметра, нижняя C —большого диаметра.



Фиг. 14.

Нижняя часть, отлитая на одном стержне с верхней,—стакановидная, внутри полая, снаружи снабжена крыльчатыми приливами, служащими для направления при работе клапана. Над малым верхним поршнем b помещена пружина k' для смягчения ударов при поднятии клапана. Для спуска воды, образующейся от конденсации над клапаном, в стенке стакана последнего имеется утолщение, в котором просверливается сквозной канал с выходящим отверстием к бронзовому седлу клапана, прикрывающему это отверстие, так что при открытом регуляторе через этот клапан не может происходить утечки пара вследствие плотной притирки клапана к своему седлу. Сток воды происходит при закрытом

регуляторе в моменты отделения клапана от седла. Вода стекает в нижнюю, отъемную часть коробки, имеющую отверстие для выпуска воды наружу. Это отверстие прикрывается латунным шаром. Шар от накопления воды поднимается и выпускает воду снизу (см. фиг. 15.).

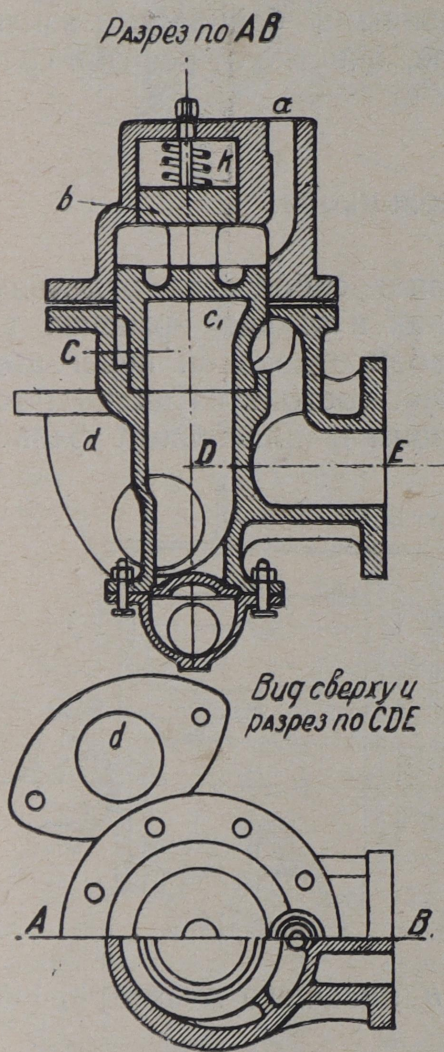
Прибор чрез прилив верхней крышки соединен с паровой трубой паровоза,—таким путем пар подводится к клапанам. Клапаны во время движения паровоза при открытом регуляторе, нажатые паром, плотно примыкают к своим седлам, разобщая в цилиндре обе стороны поршня. При закрытом регуляторе давление пара на клапаны прекращается, гонимые движением поршня газы, направляясь через каналы цилиндрических крышек, давят на клапаны с нижней стороны; под напором этого давления и облегченные установившимся над ними вакуумом клапаны поднимаются, открывая выход давящим газам к перепускной трубе, при чем сообщение между обеими сторонами поршня делается непрерывным и работа поршня производится при условиях более или менее уравновешенного давления.

При открытии регулятора клапаны, нажимаемые паром, опускаются на свои гнезда и закрывают сообщение по перепускной трубе, восстанавливая для поршня нормальную работу.

Нетрудно видеть, что байпас Перевозникова отличается своей сложностью.

К числу недостатков его следует отнести также и узость перегонной трубы, каковая даже при средней скорости в 35—40 км не будет успевать перебрасывать газы с одной стороны поршня на другую.

В силу указанных крупных недостатков байпас этот не нашел широкого применения на паровозах. Уход за данными клапанами благодаря их сложности нужен более внимательный, т. е. требуются более частый осмотр, чистка и смазка данных клапанов.

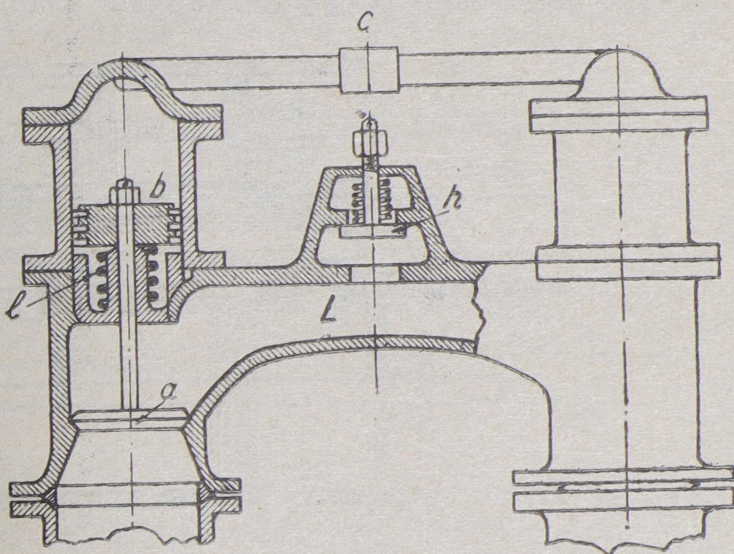


Фиг. 15.

7. Байпасс Сластенина.

Байпасс Сластенина по своей конструкции (фиг. 16) несколько напоминает байпасс Перевозникова, с той только разницей, что первый устанавливается на местах паровпускных каналов, а прибор Перевозникова—на крышках парового цилиндра; характерное отличие системы байпасса Сластенина от байпасса Перевозникова—в том, что на перепускной трубе прибора Сластенина стоит клапан Рикюра *h*, добавляющий наружный воздух в моменты наибольшего вакуума в процессе перегона газов с одной стороны поршня на другую.

Прибор Сластенина состоит из двух клапанов *a* тарельчатой формы, соединенных с поршеньками *b*, на которые непосредственно давит пар, подведенный по трубе *c* из паровой трубы или паровпускной камеры цилиндра.



Фиг. 16.

При открытом регуляторе пар, поступаая по трубке *c*, давит на поршеньки и тем самым прикрывает клапанами отверстия, соединяющие перепускную трубу с паровпускными каналами.

Когда же пар закрыт, то пружинки *l* поднимают клапаны *a* в верхнее положение, соединяя обе стороны цилиндра чрез перепускную трубу *L*.

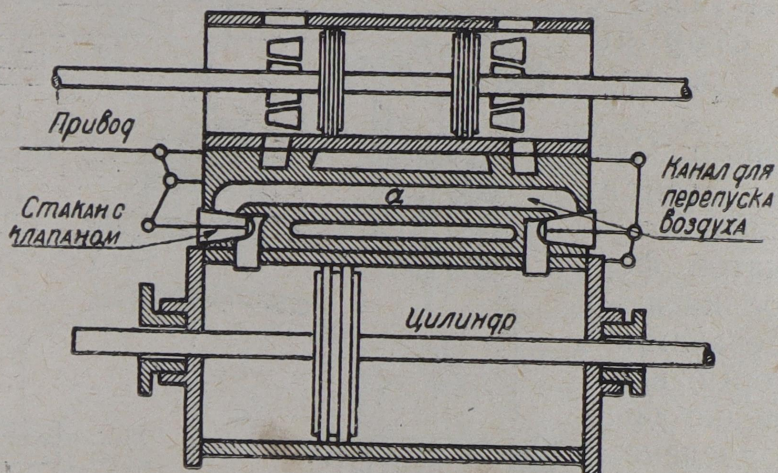
Этот тип байпассов интересен тем, что в нем осуществляется идея перегона газов в цилиндрах, вместе с добавлением атмосферного наружного воздуха чрез клапан Рикюра *h*. Сравнительно узкое отверстие перегонной трубы при больших скоростях заставляя газы сжиматься в момент перепуска и тем самым вызывать некоторое сопротивление или задержку в перепуске таковых в одной стороны поршня на другую.

Температура газов, перебрасываемых с одной стороны поршня на другую, при больших скоростях почти равна температуре перегретого пара; клапаны Рикюра в данном случае, добавляя наружный воздух, понижают эту температуру и тем самым уменьшают возможность нагара от смазки

в цилиндрах и паропроводах. В общем же байпасс этот, отличаясь своей оригинальностью, представляется несколько сложным по сравнению с другими системами.

8. Байпассы Харьковского завода, проф. Раевского.

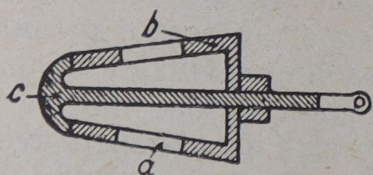
Байпассы Харьковского завода (фиг. 17), конструкции проф. Раевского,—двухклапанные, имеют в самом паровом цилиндре для этой цели особые перепускные каналы *a*, в которые и запрессованы стаканы клапанов *b* с отверстиями,



Фиг. 17.

расположенными в поименованных каналах *a*; клапаны *c*, (см. фиг. 18) тарельчатой формы, при открытии входят в паропускное окно и соединяют последнее во время езды без пара с перегонным каналом *a*. Указанные тарельчатые клапаны приводятся в действие ручным, довольно сложным, приводом из будки машиниста.

Как показала практика на Рязано-Уральской жел. дороге, клапаны проф. Раевского во время работы благодаря сложности своего приводного механизма часто портились, не доходили до мест притирки, не прикрывались и давали пропуск и утечку пара. В таких случаях пропуск пара паровоз контрпарит, плохо везет, и вследствие этого часто приходилось бросать поезда в пути.



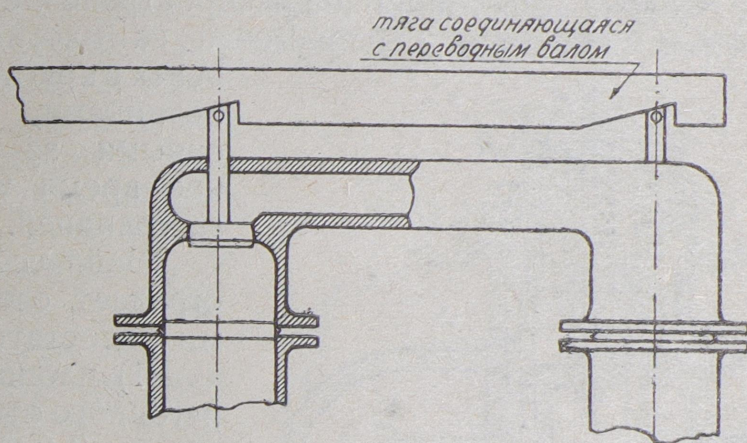
Фиг. 18.

В данной конструкции, как и в предыдущих двухклапанных приборах, перепускные отверстия клапанов слишком малы,—всего лишь 28 квадр. сантиметров, что и является крупным недостатком этого байпасса. Вследствие сложного ремонта клапанов паровозы подолгу выбывали из строя.

По совокупности указанных дефектов клапаны Раевского, кроме паровозов серии Ъ Харьковского завода, применения нигде не получили.

Байпассы Мейнеке.

Перепускные клапаны Мейнеке (фиг. 19) применены на нескольких паровозах Моск.-Казанской жел. дороги. В действие эти клапаны приводятся тягой от переводного вала и



Фиг. 19.

соединены с нею так, что только при полном спуске рычага клапаны открываются и соединяют между собой паровпускные каналы.

По конструкции своей эти клапаны не так сложны и не громоздки, но страдают общим недостатком—узостью перепускной трубы и, следовательно, не удовлетворяют основным требованиям, предъявляемым к байпассам.

9. Байпасс Зяблова.

Указав на наиболее типичные конструкции двухклапанных байпассов, перейдем дальше к рассмотрению и описанию приборов одноклапанных. Раньше других байпасс этого вида (фиг. 20) был изобретен инж. Зябловым. Устройство прибора Зяблова следующее.

Отростками B , B_1 корпус A прибора присоединяется к паровпускным окнам цилиндра. Внутри корпуса помещены два поршенька D , на общем стержне C . Снизу прибор закрыт крышкой M , сверху—крышкой K . Между поршеньками D и D' имеется кольцеобразный вырез O , дающий возможность при нижнем положении поршеньков D , D' установить сообщение между трубами B , B_1 , а следовательно, и между обеими сторонами поршня. При движении паровоза с закрытым регулятором под уклон поршеньки D' , под действием атмосферного воздуха, проходящего чрез отверстие веру крышки K ,

а также под влиянием собственного веса, опустятся вниз, станут своим вырезом *O* против труб *B, B* и, таким образом, установят сообщение между переднюю и заднюю частями цилиндра. При открытии регулятора пар из паровой трубы по трубочке *e*, проведенной под поршеньками *D*, поднимает их до верхнего положения, разобщая таким образом обе стороны поршня. Для смягчения ударов на стержень *C* ставится пружина.

Байпас Зяблова имеет широкое распространение в сравнении с другими байпасами. Он применен на многих паровозах с круглыми золотниками, построенными за последнее время у нас и за границей.

Байпас Зяблова страдает следующими недостатками:

1) площадь перегонного отверстия, равная 2 800 квадр. миллиметров, в сравнении с другими приборами и по назначению своему слишком мала; в то же время своими трубами, соединяющими паровпускные каналы,

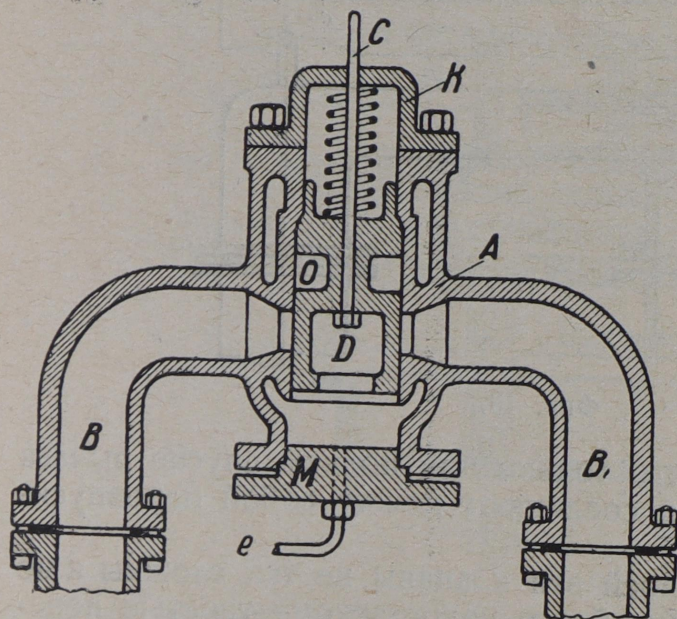
байпас этот увеличивает вредное пространство под поршнем;

2) одним из наиболее существенных недостатков этого прибора является пропуск свежего пара в трубу вокруг нижнего поршенька вследствие допускаемого зазора между поршеньком и корпусом. Этот конструктивный недостаток неизбежен потому, что при более плотной притирке поршенька к корпусу при нагреве и нагаре от смазки повлечет за собою защемление и остановку поршенька, т. е. прибор перестанет действовать;

3) во время долгого простоя паровоза в депо поршеньки прибора приржавливаются к корпусу, а при наличии ржавчины поршеньки необходимо менять;

4) в том случае, когда поршеньки защемляются и останавливаются в своем нижнем положении, происходит непроизводительный расход пара—утечка, а в опасный момент такое положение ослабляет действие применения контрпара.

Как видно из описания, байпас Зяблова должен быть тщательно изготовлен и требует внимательного и сложного ухода и ремонта.

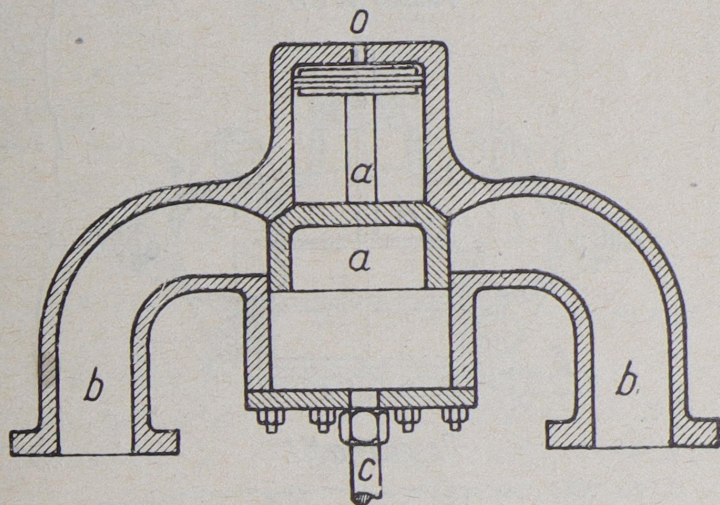


Фиг. 20.

За последнее время байпасы Зяблова стали заменять наиболее совершенными и удачными в конструктивном отношении приборами.

Байпас Маевского.

Очень близко подходит по внешности и виду к прибору Зяблова байпас Маевского (фиг. 21). Этот прибор представляет собой двухседельный клапан *a*, помещенный в чугунном корпусе с двумя трубообразными отрезками *b, b*, соединяющими паровпускные каналы цилиндра паровоза. При открытом регуляторе пар из паровой трубы, подходя по трубочке *C*



Фиг. 21.

под клапан *a*, прижимает его к верхнему месту притирки, разобщая, таким образом, обе стороны поршня. При закрытом регуляторе, вследствие вакуума под поршнем и давления атмосферы через отверстие *o* на малый клапанок, двухседельный клапан *a* опускается в нижнее положение и соединяет обе стороны поршня через отверстие, которое он заслонял своим телом в верхнем положении. При открытом регуляторе пар снова чрез трубочку *C* поднимает клапан кверху и, таким образом, разъединяет каналы и, следовательно, обе стороны поршня. Клапан работает автоматически.

Имея сходственную внешность с прибором Зяблова, байпас Маевского страдает теми же недостатками, что и байпас Зяблова, т. е.:

- 1) узостью перегонной трубы;
- 2) увеличением вредного пространства;
- 3) опасностью при контрпаре от защемления;
- 4) приржавлением к корпусу.

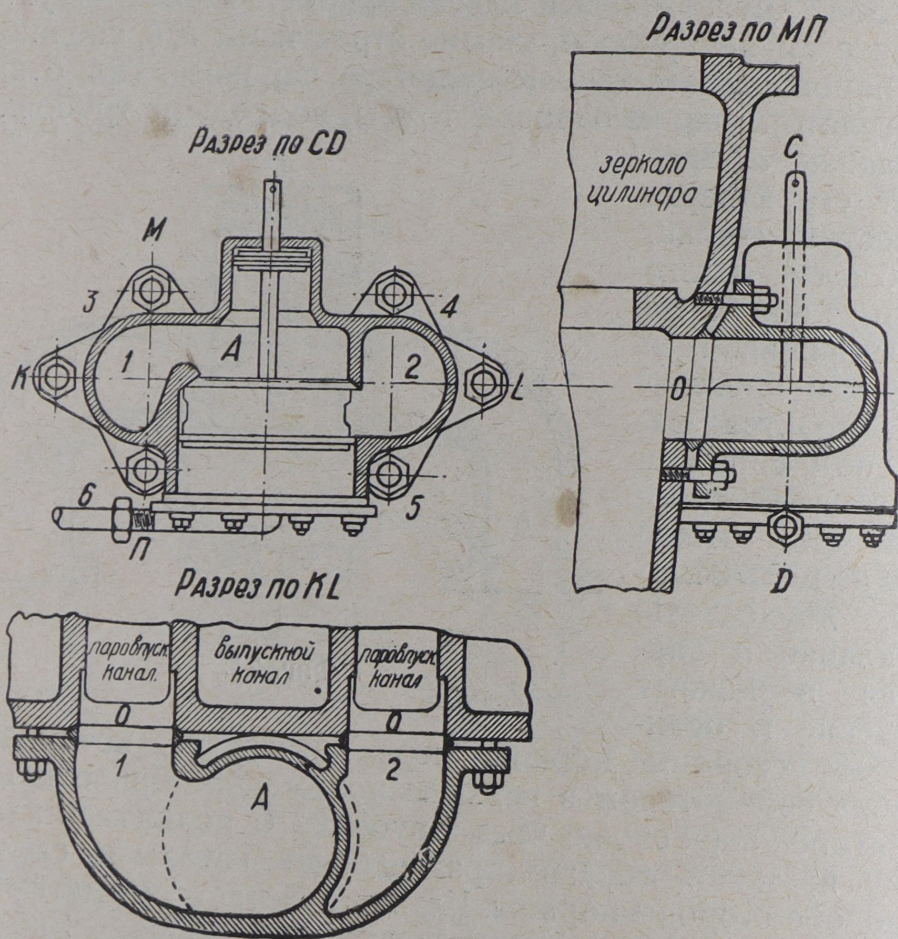
Прибор Маевского конструктивно отличается от прибора Зяблова клапаным устройством вместо поршня. Это последнее является его положительной стороной.

Прилегая плотно к гнезду своей притиркой, клапан, несомненно, практичнее поршня и дает больше гарантии в меньшей утечке пара. По своей конструкции этот байпас менее сложен и особого ухода за собой не требует, кроме систематического осмотра, очистки от грязи и нагара и смазки трущихся частей.

10. Байпасс Бондарева.

К числу одноклапанных приборов относится и байпасс Бондарева.

Прибор Бондарева (фиг. 22 и 23) состоит из чугуна корпуса *A* с двумя отводами *1* и *2*. В нижней части своей

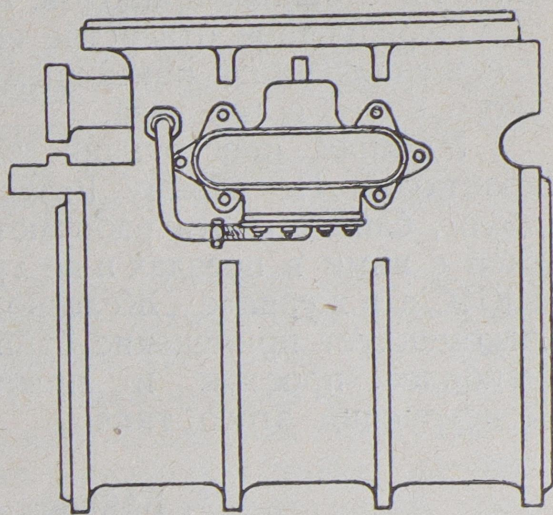


Фиг. 22.

корпус имеет крышку на шпильках, в которой имеется отверстие, по последнему подводится трубкой *б* пар под двухседельный клапан *D*, сидящий на общем штоке. Прибор присоединяется к цилиндру флянцами *3* и *4* и крепится к цилиндру при помощи шпилек, ввернутых в тело последнего.

Два отверстия в теле цилиндра соединяют камеры *1* и *2* с двумя концами парового цилиндра. Трубка *б* соединяет внутреннюю полость золотникового ящика с нижней частью корпуса *A* байпасса. Когда клапан *D* находится в нижнем своем положении, то концы парового цилиндра сообщаются друг с другом чрез трубообразные отростки прибора *1*, *2* и отверстия в наружной стенке цилиндра; при верхнем же положении клапана *D*, камеры *1* и *2* разобщаются.

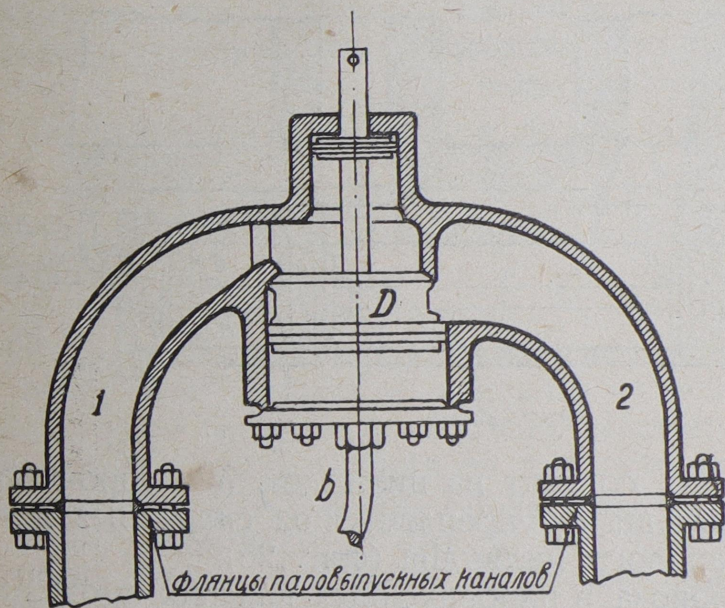
При открытом регуляторе пар из золотниковой коробки попадает через трубку *b* под клапан *D* и, преодолевая своим давлением вес клапана, поднимает и удерживает его в верхнем положении. В это время камеры *1* и *2* и оба конца цилиндра не имеют сообщения друг с другом, и машина работает в обычных нормальных условиях. Как только регулятор закрывается, в золотниковой коробке и под поршеньком *D* также образуется вакуум; тогда клапан опускается вниз под действием своего веса и атмосферного давления на верхнюю поверхность поршенька через кольцевое отверстие *7* в корпусе *A*. В это время камеры *1* и *2* и, следовательно, обе стороны поршня соединяются между собой, и воздух и некоторое количество пара перекачиваются через прибор с одного конца цилиндра на другой, уменьшая тем самым отрицательную работу машины, т. е. работу сопротивления,



Фиг. 23. Установка на цилиндре.

образующуюся в золотниковой коробке и цилиндре, вследствие воздушного подпора и вакуума, прибор парализует. Таким образом, байпас этот работает автоматически.

Байпас системы Бондарева применяется и на цилиндрах с круглыми золотниками (фиг. 24). В этом случае трубообразные колена отводы *1*, *2* отли-



Фиг. 24.

ваются вертикальными и присоединяются к флянцам паровыпускных каналов на золотниковой коробке. Пар под поршень *D* подводится снизу через трубочку *b* из золотниковой коробки или из паровой трубы.

Действие прибора совершенно аналогично, как и на паровозе с плоскими золотниками.

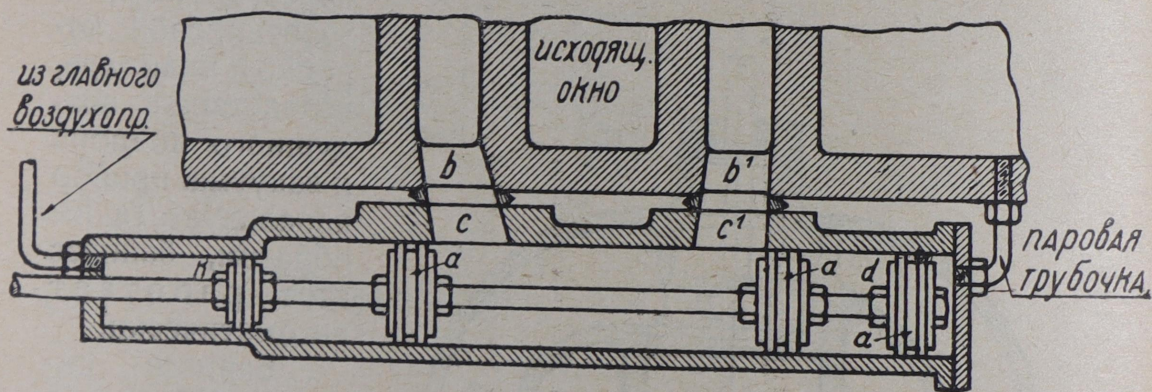
Байпасс Бондарева поставлен на паровозах Рязано-Уральской, Юго-Восточной, Юго-Западных, Западных, Северных и др. железных дорог. По простоте конструкции байпасс этой системы и в работе вполне надежен, не имеет ни пружин, ни сложных приводов, так как работает автоматически.

Перепускное отверстие его равно 6 800 кв. миллиметров, т. е. в сравнении с описанными байпассами Зяблова и Маевского более в три раза.

Удачная конструкция этого байпасса подтвердилась практикой. По отзыву Рязано-Уральской и Северных жел. дорог, байпассы эти работают на паровозах без всяких случаев с ними в поездах и не требуют частого ремонта. ИЗУЛ НКПС'а в журнале „Железнодорожное Дело“ № 7 1924 года рекомендует применение байпассов Бондарева, как приборы наиболее простые и практичные среди существующих конструкций этого типа.

11. Байпасс Турчанинова.

Совершенно особым типом является байпасс Турчанинова. Этот байпасс применен был на нескольких паровозах серии А Рязано-Уральской жел. дороги; по своей конструкции он близко подходит к коробке Маллета, и работа его аналогична



Фиг. 25.

таковой. Прибор этот состоит из цилиндра, в котором помещаются четыре поршня *а*; укрепляется он снаружи золотниковой коробки парового цилиндра (фиг. 25).

В цилиндре паровоза, в паровпускных каналах проделываются отверстия *b, b'*, каковые соответствуют отверстиям *c, c'* перепускного прибора. Таким образом, при крайнем правом положении поршней, указанном на фиг. 25, прибор соединяет между собою паровпускные каналы, и, следовательно, обе стороны поршня. Прибор Турчанинова приводится в действие давлением на поршень *к* воздуха, подведенного по трубочке из главного резервуара тормоза Вестингауза особым краном из будки машиниста.

При открытии регулятора поршни прибора передвигаются в крайнее левое положение паром из золотниковой коробки, подведенным по трубочке *o* с другой стороны поршней, и так как давление пара в золотниковой коробке (или в паровой трубе) всегда больше давления главного резервуара и паровой поршень *d* сам по себе больше воз- положение поршенька *k*, то переход поршней в крайнее левое положение происходит автоматически. Диски поршня прибора расположены на штоке так, что в крайнем левом положении они разъединяют отверстия *b*, *b* и, следовательно, паровпускные каналы.

Прибор Турчанинова по своей сложной конструкции требует частого ремонта. От резкого удара при перемещении поршней очень часто шток ломается. Случалось, что вследствие пропуска колец диски останавливались или на ходу сбивались в не закрытое положение, соединяли между собою отверстия в цилиндре, и в таких случаях паровоз начинал контрпарить. Нередки были случаи, когда поршеньки оставались в таком же не закрытом положении и на остановках поезда; тогда паровоз не брал поезд с места до тех пор, пока не заглушат этот байпасс.

Ремонт данного байпасса довольно сложный и дорогой. Кроме паровозов серии А на Рязано-Уральской жел. дороге, приборы Турчанинова нигде не применялись, и практически результат их работы был неудовлетворительный.

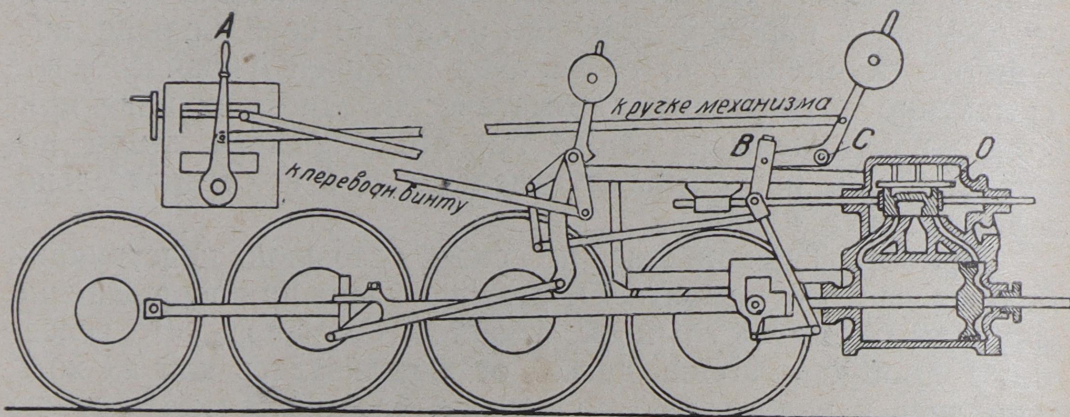
12. Байпассы-золотники и останавливающие поршни.

Познакомившись с существующими наиболее типичными видами байпассов, перейдем к рассмотрению особо оригинального типа этих приборов, так называемых золотников-байпассов системы Ендрусика, Трофимова и останавливающего поршня системы Русанова.

Прибор Ендрусика появился одновременно с другими байпассами, в 1910—1912 годах. Идея его заключается в том, что для байпассирования он при помощи особой кулисы *B* останавливал золотник (фиг. 26), передвигая его в положение, показанное на фиг. 27. В этом случае перепускными трубами явились полной площадью сами паровпускные каналы, и с этой стороны задача была решена почти идеально, так как весь объем газов и воздуха с одной стороны поршня перегонялся на другую не через узкую перегонную трубу, а через довольно значительную площадь паровпускных каналов, и тем самым почти в полной мере достигается разгрузка поршней машины паровоза при езде с закрытым регулятором.

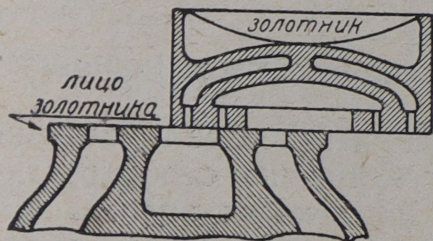
На практике же применение прибора Ендрусика оказалось дорогим и сложным: как показала та же практика, на

ходу золотники все-таки имели небольшие качательные движения (подергивались) и делали выработку в зеркале цилиндра, а это давало постоянную утечку пара; кроме того, сложность прибора и ручное управление им не давали возможности машинисту использовать всегда байпас; с другой



Фиг. 26.

стороны, неавтоматичность золотника-байпасса ставила под риск установку на место и не гарантировало предотвращения от случаев на ходу поезда; например, при большой скорости под уклоны при надобности дать контрпар машинист вторых может забыть поставить на место прибор, и последствия этого будут катастрофичны.



Фиг. 27.

На представленной схеме (фиг. 26) изображен момент нормальной работы паровоза: при езде под уклон с закрытым регулятором прибор при помощи ручки *А* и кулисы *В*, углового рычага *С* выдвигает золотник *О* вперед настолько, что паровпускные каналы соединяются, а самый золотник останавливается (см. фиг. 27).

Указанные выше крупные недостатки прибора Эндрусика, а также и то обстоятельство, что за последнее время изобретены и работают байпасы, менее сложные по конструкции и более надежные в работе, золотник-байпас Эндрусика остался без дальнейшего распространения, как историческая предпосылка к более совершенным типам.

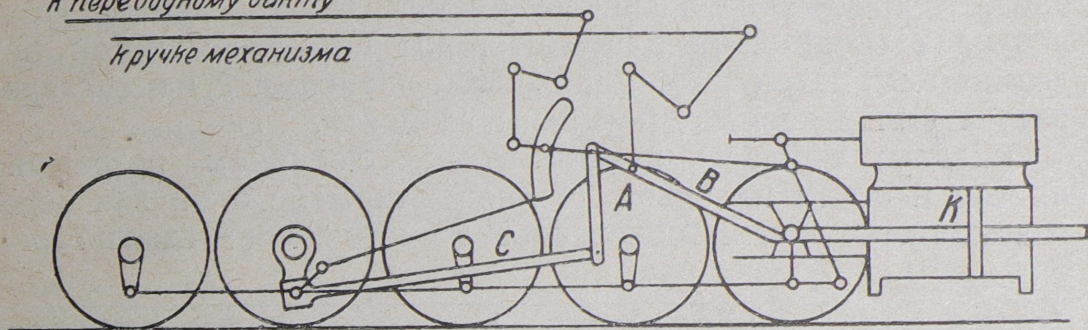
Прибор Русанова.

Та же идея и аналогичное устройство механизма, но только не для золотника, а для остановки поршня, сконструировано Русановым (фиг. 28). Для остановки поршня между крейцкопфом и поршневым дышлом имеется особая кулисса-маятник *А*, которая соединяет собой с одной стороны порш-

невое дышло *С*, а с другой—крейцкопф с тягой *В*. Когда требуется остановить поршень, то при помощи особой тяги *В*, поднимаемой к центру кулисы *А*, крейцкопф и поршневое дышло *С* разобщаются кулиссой *А*, а поршень *К* останавливается в любом положении (фиг. 28).

к переводному винту

Кручке механизма



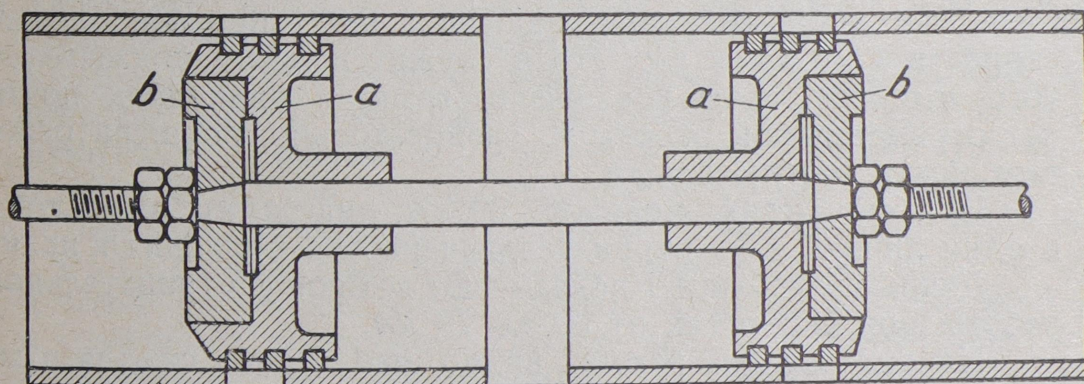
Фиг. 28.

Идея такого байпасирования или, вернее, полного исключения отрицательной работы чрезвычайно заманчива; но сложность, дороговизна и неавтоматичность этого устройства заставляют на практике отказаться от такого громоздкого изобретения, тем более, что в последнее время тот же принцип байпасирования применен при помощи остановки золотников чрезвычайно простой конструкции и работающих автоматически.

Таким оригинальным и наиболее практичным прибором является золотник-байпас Трофимова, к описанию которого мы и перейдем в следующей главе.

13. Золотник-байпас Трофимова.

Золотник-байпас Трофимова (фиг. 29) по своему устройству представляет обычный круглый золотник, но только

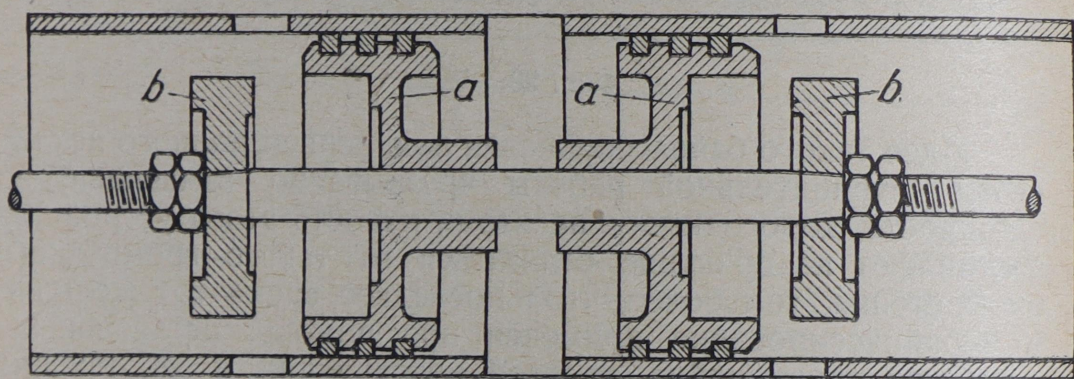


Фиг. 29.

с раздвижными дисками *а*, *а* на штоке *в* (см. фиг. 30). Пар, поступающий из регулятора в золотниковую коробку, своим давлением перемещает золотники к упорным шайбам *в*,

насаженным на шток неподвижно. В таком положении золотники работают, как обыкновенные, нераздвижные. Как только пар закроют давлением газов от движения поршней и от трения о стенки золотниковых лиц, раздвижные диски устанвливаются в середине втулок золотниковых (фиг. 30), оставляя, таким образом, открытыми и соединенными между собой паровпускные окна и каналы цилиндра и тем самым устанавливая соединение одной стороны поршня с другой. Золотниковый шток с неподвижными шайбами *b, b* останавливается также переводом рычага на центр.

Задача байпассирования этим золотником разрешена просто и почти идеально. Полное открытие окон для переконки газов почти обеспечивает устранение сжатия под



Фиг. 30.

поршнем и непрерывность и ровность работы байпасса. Как показали опыт и диаграммы, снятые на паровозах серии С Моск.-Курской жел. дороги при скорости в 70 км, среднее индикаторное давление не превышает 0,094 (P_1)¹⁾. Самые диаграммы имеют вид, представленный на фиг. 31. Эти диаграммы показывают, что в процессе сжатия и всасывания газов нет давлений, превышающих 0,094 при наибольшей скорости в 70 км в час; это и служит верным показателем того, что при таком равновесии газов в цилиндрах почти нет отрицательной работы и, следовательно, поршень работает почти разгруженным.

При скоростях, меньших 30 км, диаграммы сливаются в одну линию, т. е. отрицательная работа подходит к нулю.

Данные в таблице 1 показывают величину отрицательной работы при скоростях от 30 до 70 км.

На тех же диаграммах видно, что кривая сжатия в самом начале идет с подъемом: это объясняется быстрой переменной хода поршня, а вместе с ним переменной направления газов.

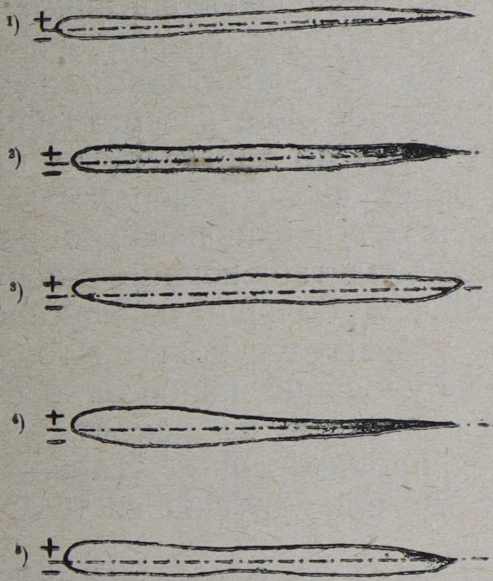
¹⁾ Инж. Каплан—«Холостая работа паровоза», 1925 г.

Как видим, главная цель в этой конструкции золотника-байпасса достигнута, и практика нескольких лет подтверждает положительными данными результат его работы.

Помимо присущих всем байпассам достоинств, золотники Трофимова имеют еще особое достижение в том, что вследствие остановки золотников меньше требуется смазки и по той же причине они работают чисто, не загрязняясь, а это весьма важно вообще для парораспределения, и в последнем обстоятельстве играет роль, как установлено опытом, невысокая температура золотниковой коробки, не превышающая 200° при работе без пара.

Таблица 1.

Скорость в час в км	Среднее индикатор. давление	Число лош. сил
1) 30	0,028	3,6
2) 40	0,043	6,3
3) 50	0,052	12,2
4) 60	0,082	17,5
5) 70	0,094	26,2



Фиг. 31.

Вначале у золотника Трофимова было много недостатков: диски часто ломались, давали большие удары (щелчки) при открытии пара и проч., но все эти болезни в настоящее время уже изжиты, и конструкция золотников последнего времени более или менее совершенна.

К числу недостатков работы этих золотников следует отнести, как это замечается из сравнения с паровозами без золотников Трофимова, некоторая медленность трогания с места и разгона поезда паровозом с трофимовскими золотниками. Объяснить это можно тем, что при трогании с места раздвинутые золотники, возможно, не всегда сразу и точно устанавливаются; можно предполагать, что иногда и случайный недостаток смазки также частично влияет и препятствует быстрой установке золотников в нормальное положение, и только после нескольких оборотов колес они уже начинают работать нормально. Под уклоны эти паровозы бегут быстрее и свободнее других.

Уход за золотниками-байпассами Трофимова заключается в периодическом осмотре и очистке их от грязи и

замене подработанных или поломанных колец; смазкой же они пользуются от фридмановских масленок.

При золотниках Трофимова клапаны Рикюра могут отсутствовать, т. е. перегонка газов вполне обходится без дополнительного количества наружного воздуха, и только в тех случаях, когда продувательные краны устроены в виде клапанов, а не краников с пробками, при больших скоростях через эти клапаны всасывается воздух и попадает в цилиндры.

14. Сравнение байпасов разных систем.

При общем обзоре всех вышеописанных конструкций полезно таковые друг с другом сравнить и из сравнения уяснить и определить наиболее практичный, простой и рациональный тип этих приборов. Все рассмотренные нами виды байпасов можно различать по характеру их конструкции и отчасти по величине перепускных отверстий, за исключением золотников-байпасов и останавливающих поршней, каковые являются наиболее удовлетворяющими своему назначению.

Несомненно, что, чем больше перепускное отверстие прибора, тем больше достигается цель и в то же время, чем дешевле и проще оборудование паровоза байпасами, чем меньше затрачивается средств на ремонт и эксплуатацию таковых, тем при всех прочих равных условиях выгоднее и надежнее применить ту или другую систему перепускных приборов.

Приводимая ниже таблица 2 дает сравнительное представление о характере конструкций и величине отверстий байпасов разных систем.

Таблица 2.

Сравнение байпасов по типам конструкции и размерам их перепускных отверстий.

Наименование систем байпасов	Характеристика	Перепускные отверстия		Примечание
		Диаметр (в мм)	Площадь (в мм ²)	
Харьковского завода . . .	2 клапана	60	2 800	
Livingston'a	2 »	60	2 800	
Мейнке	2 »	60	2 800	
Зяблова	1 порш.	60	2 800	
Маевского	1 клапан	60	2 800	
Gustike	1 »	60	2 800	
Перевозников	2 »	80	5 000	
Сластенина	2 »	80	5 000	
Лопушинского	2 »	80	5 000	
Mellin'a	2 »	80	5 000	
Турчанинова	4 порш.	90	6 300	
Бондарева	1 клапан	95	6 600	

Представленные выше чертежи байпассов разных систем и таблица 2 дают наглядное представление о конструкции и величине перепускных отверстий байпассов в том виде, как они были выполнены для постановки на паровозы. Для достижения же удовлетворительных результатов в работе необходимо осуществлять площадь перепускного отверстия значительно большего размера, чем в выполненных конструкциях,—само собой разумеется, если к этому не встречается никаких препятствий. В практике же, при реальном осуществлении той или другой конструкции, встречаются препятствия в виде ограничения места габаритом или контуром цилиндра и др. частей и т. д.

Из таблицы 2 видно, что наибольшее перепускное отверстие у прибора Бондарева равно 6600 квадр. миллиметров. За исключением золотника Трофимова, байпасс Бондарева будет больше других удовлетворять своей цели, т. е. этот последний перепускной прибор больше других парализует вредное влияние отрицательной работы, величину и вредное действие, которое мы рассмотрим в следующей главе.

Кроме реального сравнения друг с другом по размерам перепускных отверстий, не лишне себе уяснить и представить, какие же именно должны быть эти перепускные отверстия байпассов, которые удовлетворяли бы своему назначению.

Почти идеальное разрешение этого вопроса дают золотники-байпассы Трофимова: у них перепускные отверстия равны площади паровпускных отверстий или каналов, т. е. наибольшему проходу газов при езде под уклон.

К сожалению, золотники-байпассы Трофимова применяются только при круглых золотниках, к плоским же золотникам необходимо ставить другие конструкции байпассов.

Обращаясь к приведенным диаграммам (см. фиг. 31), мы видим, что при скорости в 70 км все-таки получается среднее индикаторное давление в 0,094 кг/см, а при большей скорости это давление соответственно возрастет.

Посмотрим, как удовлетворяют остальные перепускные приборы своему назначению. Если объем газов, примерно равный объему парового цилиндра, нужно перебрасывать с одной стороны поршня на другую в единицу времени чрез определенную площадь отверстия прибора, то, чем больше это отверстие, тем меньше усилия или сопротивления этому потоку газов, и, наоборот, чем меньше перепускное отверстие, тем больше возникает сопротивление, что и подтверждается величиной возрастающих сил отрицательной работы при наименьших отверстиях приборов, как это указано на диаграмме отрицательных работ (см. фиг. 32).

Обозначая объем парового цилиндра чрез $Q = \frac{\pi D^2}{4} l$ и площадь отверстия перепускной трубы чрез $K = \frac{\pi d^2}{4}$, трудно найти скорость перебрасываемых газов в перепускных трубах байпасов в единицу времени при той или другой скорости паровоза.

При перегонке одного объема (парового цилиндра) газов через перепускное отверстие байпаса, например, в 1 секунду скорость v газов определится из уравнения:

$$\frac{\pi D^2}{4} l = v \frac{\pi d^2}{4}, \quad v = \frac{D^2}{d^2} l.$$

Отсюда: скорость движения газов в перепускной трубе стоит в обратной зависимости от диаметра этой трубы, или, чем больше диаметр ее (трубы), тем меньше скорость и, следовательно, меньше сопротивление.

Из сказанного следует, что величина отрицательной работы зависит исключительно от величины перегонных отверстий байпасов.

Задаваясь определенной скоростью перегонки газов в перепускной трубе, диаметр ее определяем из уравнения:

$$d = \sqrt{\frac{D^2}{v} l},$$

где l —длина хода поршня, D —диаметр паровозного цилиндра и v —принятая нами скорость перегонки газов через трубу в 1 секунду.

Чтобы представить себе ясно процесс перегонки газов чрез отверстие или трубу какого-либо байпаса, остановимся для примера на средней скорости паровоза серии Э в 30 км, которой соответствуют 120 оборотов в минуту (см. диагр. I, фиг. 32); на указанных диаграммах отрицательных работ (фиг. 32) мы видим, что в этот момент сопротивление, или отрицательная работа, с зябловским прибором доходит до 100 лош. сил, с прибором Бондарева—до 10 лош. сил, а с трофимовскими золотниками—всего лишь 3 лош. силы.

Это наглядное представление и подтверждает ту практическую установку, что, чем больше размер перепускного отверстия байпаса, тем меньше сопротивление, или отрицательная работа паровых машин паровоза.

15. Отрицательная работа машин паровоза (опытные данные).

Познакомившись кратко с несколькими типами байпасов и группируя их по характеру конструкций и степени удовлетворения предназначенной им работы, нельзя не обратиться к тем опытам и исследованиям этих приборов, кои

были произведены на некоторых дорогах с целью выявления и определения:

1) величины и характера отрицательной беспаровой работы паровоза;

2) выгоды применения той или другой системы приборов и, наконец,

3) уменьшения расхода топлива, как наиболее яркого показателя в экономии, помимо других экономических факторов, например, смазки, воды, уменьшения ремонта и т. д., учет каковых еще детально не проводился.

Для определения отрицательной работы машин паровоза и влияния на таковую байпасов на Рязано-Уральской и др. жел. дорогах были организованы специальные опыты на паровозах, оборудованных байпасами разных конструкций. С этой целью на разных паровозах с байпасами при помощи индикаторов снимали диаграммы отрицательных работ и по ним уже определяли величину отрицательной работы и выгоду той или другой конструкции байпасов.

Выше представлена диаграмма отрицательных работ при езде с закрытым регулятором с байпасами и без них (фиг. 32). При построении кривых по полученным индикаторным давлениям по оси абсцисс откладывались числа оборотов движущих колес в 1 минуту, но не скорости движения в километрах в час, так как последние не представляют одинаковой меры для различных паровозов с разными диаметрами движущих колес. По оси ординат наносились величины отрицательных работ, соответствующие определенному числу оборотов колес (см. диагр. I, фиг. 32).

Если обозначить отрицательную работу при движении паровозов без байпасов чрез N , а с байпасами—чрез N' , то разность $N - N'$ представит величину уменьшения отрицательной работы при езде паровоза с закрытым регулятором

с байпасами, а $\alpha = \frac{N - N'}{N} 100$ выразит величину выгоды

применения байпасов различных систем, выраженную в процентах.

Откладывая по оси абсцисс величины числа оборотов машины, а по оси ординат коэффициент α , получаем кривые, представленные на диаграмме II выгоды байпасов разных систем (см. фиг. 32). Последняя (выгодность), помимо системы прибора, несомненно, зависит от величины площади сечения перепускных отверстий, осуществленных в байпасе.

Как видно из приведенных выше диаграмм I и II фиг. 32, чем больше число оборотов (чем выше скорость), тем больше отрицательная работа.

Точно так же из этих диаграмм усматривается, что отрицательная работа, например, при 200 оборотах движущих

HP
250

Диаграмма отрицательных работ. I

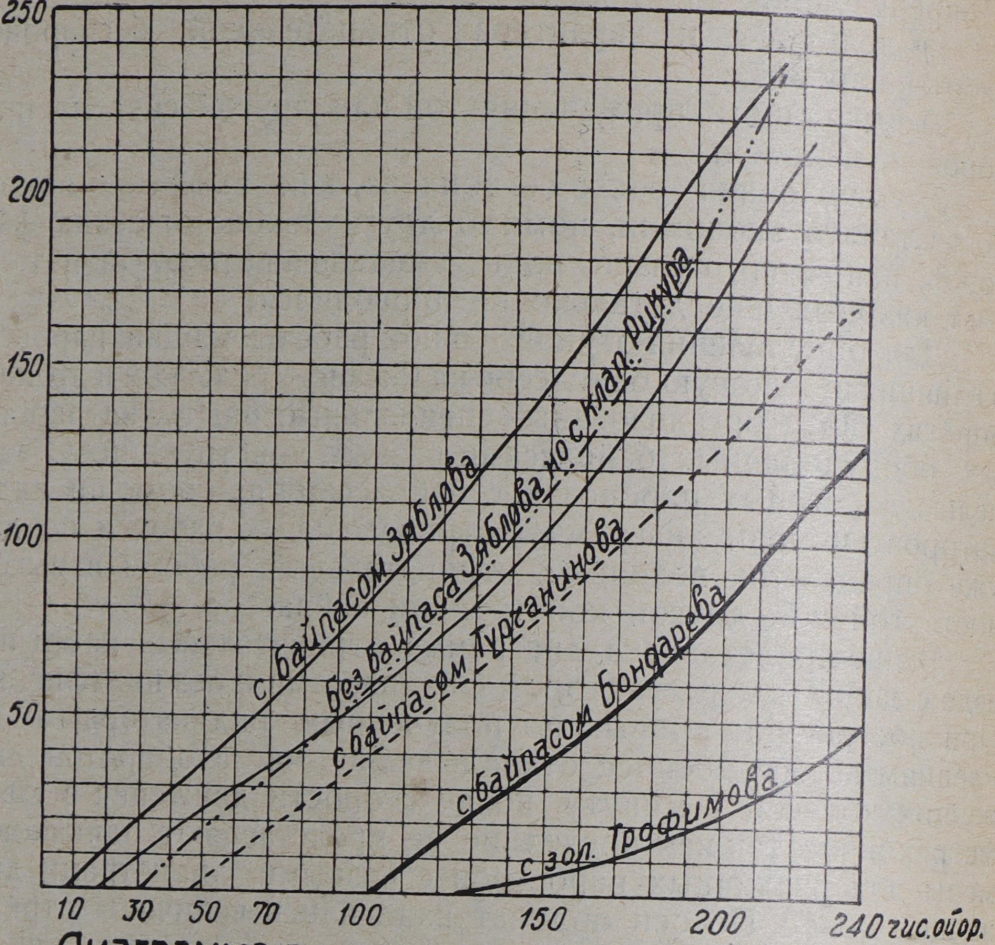
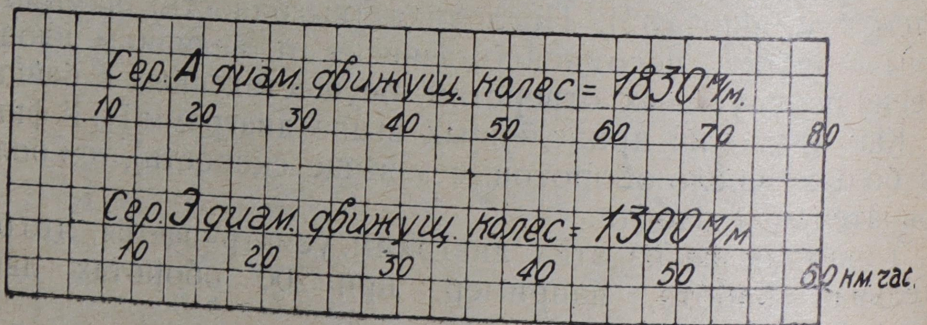
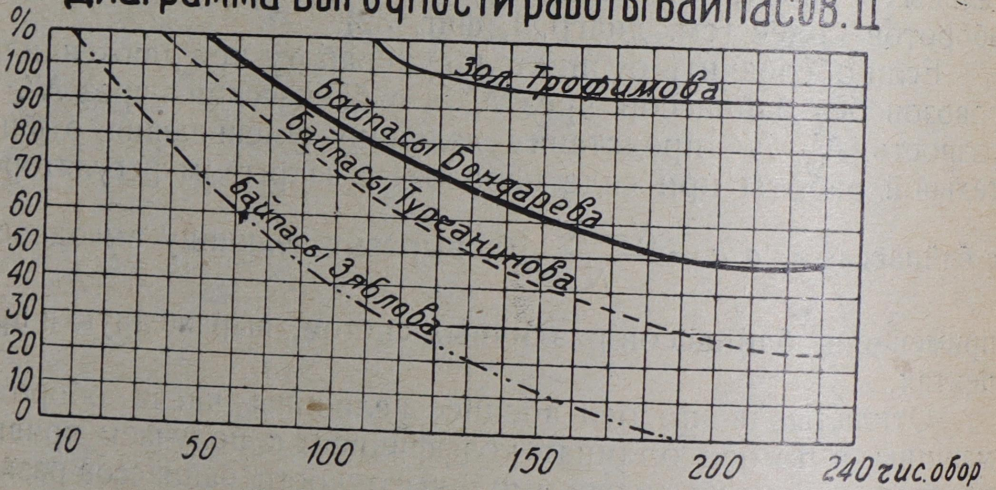


Диаграмма выгодности работы байпасов. II



Фиг. 32.

щих колёс паровоза серии Э с байпассами Зяблова равна 200 лш. сил., на паровозе серии А с байпассом Турчанинова равна 125 НР и на паровозе серии А с байпассом Бондарева—80 НР. При тех же 200 оборотах, каковые соответствуют скоростям паровозов серии А—68 в час, процент выгоды по диаграмме выражается так: байпасс Бондарева дает 49%, Турчанинова—28% и байпасс Зяблова при такой скорости на паровозе серии Э не дает результата, так как уже при 190 оборотах колёс он теряет свое значение благодаря узости перепускных труб.

Построенные на фиг. 32 кривые дают наглядное представление об отрицательной работе машин паровоза. Для ясности определения отрицательная работа паровоза представляется как бы контрпаром соответствующей величины (в зависимости от скорости), который всё время тормозит движение и в то же время бесцельно расколачивает паровоз, и это почти на $\frac{1}{3}$ всего своего пробега, т. е. при езде без пара. Отсюда можно вывести заключение о том, как велика отрицательная работа при разных скоростях и, следовательно, как вредно она действует на движущий механизм и др. части паровоза и вместе с тем на путь и мосты.

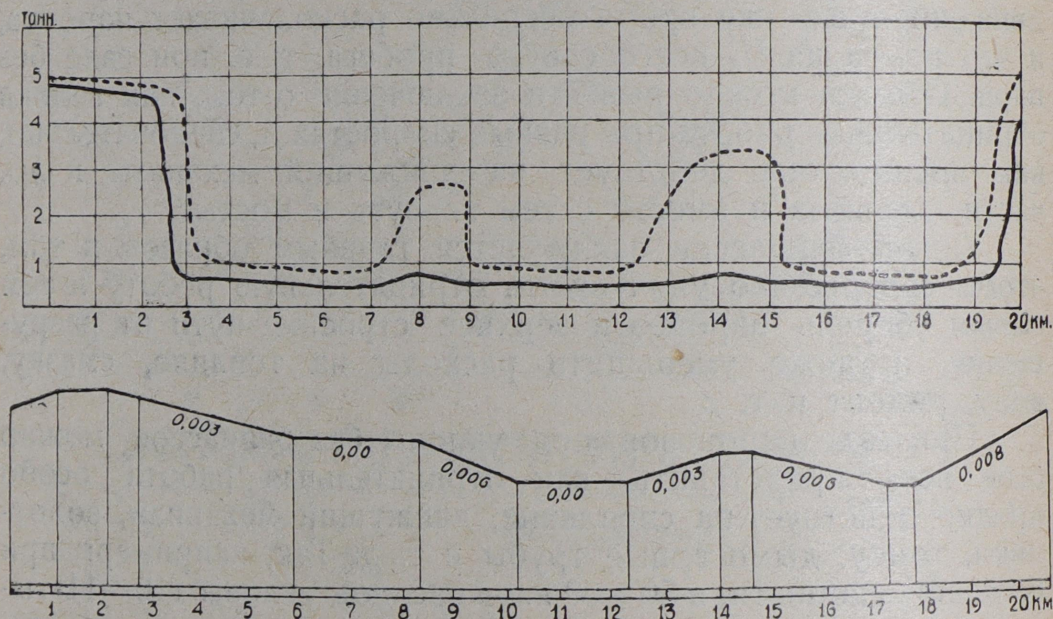
Задача байпассов заключается главным образом в том, чтобы совершенно уничтожить отрицательную работу и тем самым сберечь паровоз и верхнее строение пути от разрушения, а также уменьшить расходы на топливо, смазку, воду, ремонт и т. д.

При езде паровозов под уклоны без байпассов можно себе ясно представить, как отрицательная работа особо вредно действует на сцепление, движущий механизм, золотники, топку, дымогарные трубы и т. д. Так, например: при большой скорости, в 50—60 км в час, под уклоны (10—11-тысячные) паровоз, не успевая уходить от состава, под сильным напором последнего не катится по рельсам плавно, а в силу переменного действия самоторможения идет толчками, т. е. то с большей, то с меньшей скоростью, и как бы скачет; вот эти-то толчки (скачки) весьма разрушительно действуют на путь, на мосты и на весь движущий механизм и особенно на сцепление, которое в редких случаях делает пробег до промывки без ремонта. Точно так же, когда паровоз без байпассов идет под уклон и паровые машины, действуя как воздухоудувные насосы огромной мощности, форсируют тягу в топке, то для того, чтобы урегулировать таковую в огневой коробке (например, при нефтяном отоплении), нужно или открыть модератор, или установить соответствующее горение в топке; если же то или другое не будет сделано, то лишний засасываемый чрез поддувало холодный воздух может охладить дымогарные трубы и даже вызвать течь их. Практические данные показали, что разрежение в передней

топке паровозов серии О при скорости в 50 км в час при езде без пара достигает 100 мм водяного столба, тогда как с байпассами при аналогичных условиях получается не более 10 мм.

Весьма показательны практические испытания, проведенные Юго-Восточными жел. дорогами над байпассами Бондарева по установке таковых на паровозе серии ОД. При помощи динамометрического вагона было снято несколько диаграмм силы тяги на крюке, показывающих, характеризующих и определяющих работу байпассов на паровозе (см. фиг. 33).

В представленной на фиг. 33 диаграмме работы динамометрического вагона, заснятой при движении паровоза с поездом, верхняя линия таковой (пунктир) показывает силу тяги на



Фиг. 33.

крюке при работе паровоза без байпассов, нижняя линия— при работе паровоза (при всех прочих одинаковых условиях) с байпассами.

Из сравнения этих диаграмм мы видим, что для ведения поезда паровозом без байпассов в местах подъемов и на площадке (см. профиль) приходилось открывать регулятор и давать пар, иначе ход поезда замедлялся тормозящим усилием отрицательной работы машины, тогда как эти две площадки и небольшой подъем в 0,003 при езде с байпассами поезд пробежал благодаря отсутствию отрицательной работы машины с закрытым регулятором, т. е. без расхода пара. В данном случае все затраченное количество пара на ведение поезда без байпассов по указанным площадкам и подъему целиком осталось в экономии.

Точно подсчитать на данном 20-километровом расстоянии сбережение топлива не представилось возможным, но практически это можно определить примерно так: средний расход нефти при движении паровоза с открытым регулятором 10 кг, и с закрытым — 4 кг на километр пробега. Как видно из диаграммы, паровоз без байпасов пробежал 20 км, из них с открытым регулятором 10 км, и израсходовал нефти: $(10 \times 10) + (10 \times 4) = 140$ кг; паровоз с байпасами на этом же пути израсходовал: $(3 \times 10) + (17 \times 4) = 98$ кг; отсюда: $140 - 98 = 42$ кг экономии получается за счет пройденного пути без пара благодаря работе байпасов.

Подтверждающие экономию от байпасов факты есть и на других дорогах, например:

Аналогично вышеописанным опытам, были произведены в 1928 г. опытные поездки с динамометрическим вагоном и на Северных жел. дорогах с целью определения экономического эффекта работы паровоза с байпасами Бондарева. Результат этих поездок представляется в нижеследующей таблице.

Таблица 3.

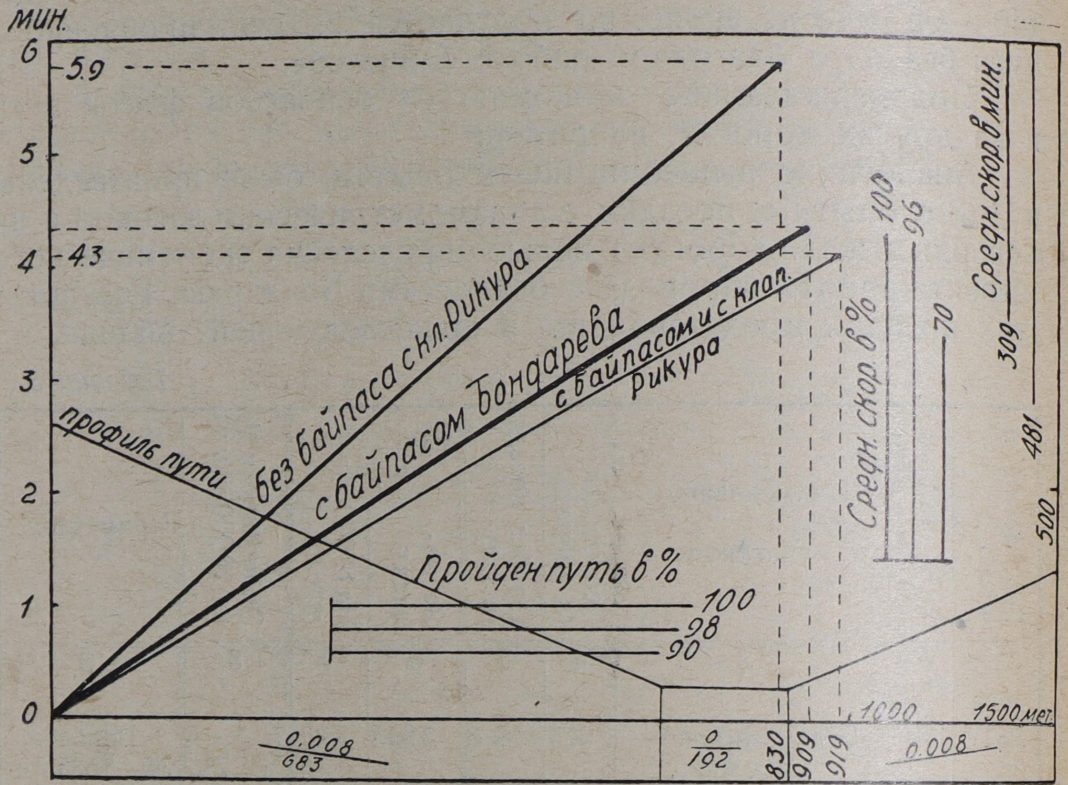
Год, месяц и число	№№ поездов	Наименование участков	Вес поезда (в тоннах)	Пробег поезда (в км)	Расход угля (в кг)		Экономия (в % на 10000 т/км)	Примечание
					За поездку	На 10000 т/км		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1928 22/IV	118	Бескудниково—Савелово.	675	118,5	2 045	258	} 13,7%	Паровоз № 7535 с байпасами Бондарева.
24/IV	111	Санково—Кашин. Кашин—Савелово	738	75,0	} 2 258	} 224		
		Санково—Савелово	820	51,5				
28/IV	119	Бескудниково —	738	126,5	2 191	213	—	Паровоз № 7535 без байпасов Бондарева.
30/IV	118	Савелово.	651	118,5	2 600	335	—	

Из этой таблицы мы видим, что расход топлива получился на единицу в 10 000 т/км. в среднем меньше на 13,7%. Конечно, двух сравнительных поездок недостаточно, чтобы остановиться на указанном выше проценте экономии; кроме того, при вводе в расчеты поправочных коэффициентов проценты понизятся.

Нельзя обойти молчанием и того обстоятельства, что все бригады, работавшие на паровозах с этими байпасами, дают положительный отзыв и считают байпас усовершенствованием паровоза, благодаря которому и получается экономия.

Кроме сравнительных параллельных поездок с поездами, были произведены опыты скатывания паровоза по уклону с целью определения ходкости паровоза, выражающейся в пробеге большого расстояния с байпасами против

расстояния, пройденного паровозом без байпасов, и времени, затраченного в том и другом случае. Для этого эксперимента был взят участок пути между ст.ст. Бескудниково и Лосино-островская. Участок представлял собой вначале уклон 0,008 длиной 649 м; дальше шла площадка, а затем подъем в 0,008 с кривой радиусом в 300 м. Опыты скатывания производились по трем вариантам, результаты каких представлены в нижеприведенной диаграмме (фиг. 34).



Фиг. 34.

Из представленной линейной диаграммы мы видим, что благодаря байпасам, уменьшающим вредную отрицательную работу, паровоз пробежал весь путь, начиная с нулевой скорости до полной остановки, скорее по времени на 1,6 мин. и по расстоянию пути дальше на 89,9 м на 8-тысячный подъем на кривой радиусом в 300 м. Таким образом, здесь наглядно представляется и подтверждается полезная работа байпасов, выражающаяся в уменьшении времени пробега и увеличении расстояния, пройденного без пара. Вот это и есть тот технический эффект, благодаря которому получается экономия в топливе, воде, смазке и во времени.

Точно так же подтверждается экономия от применения перепускных приборов и на Курской жел. дороге. Нижеприведенная таблица 4 представляет данные, зафиксированные с мая по октябрь 1924 г. на паровозах серии С с байпасами Трофимова.

Сведения о расходе топлива на 100 паровозо-килом. паровоза серии С с мая по октябрь 1924 г.

Месяцы	Серия паровоза	Пробег (в килом.)	Перевезено тонно-килом. брутто в 10 ³	Расход топлива		Сэкономлено топлива на паровозах с золотниками Трофимова		Средний пробег паровоза в килом	Примечание
				На 100 паровозо-килом.	На 10 ³ тонно-килом.	На пробег (в тонн.)	На тонно-килом.		
Май	С байпасом	384 120	14,08	74,6	4,2	+21,6	+8	—	Из таблицы видна экономия за каждый месяц на сделанный пробег и переведенных пудо-верстах этими паровозами экономия топлива с золотниками Трофимова против обыкновенных золотников в среднем за 5 месяцев на 100 паровозо-километр = 5,9%. На 10 ³ в тонно-килом. = 4,2%.
	Без него. .	140 844	4,8	78,9	4,4	—	—	—	
Июнь. . . .	С байпасом	77 556	27,9	64,7	4,0	+20,8	+6,7	—	
	Без него. .	140 540	53,3	66,1	4,1	—	—	—	
Июль	С байпасом	90 645	46,9	64,2	3,7	+58,7	+33,0	—	
	Без него. .	123 772	52,6	69,3	3,8	—	—	—	
Август	С байпасом	115 236	51,3	64,2	3,4	+47,4	57,4	—	
	Без него. .	130 174	57,7	67,2	3,6	—	—	—	
Сентябрь . .	С байпасом	11 732	53,7	64,2	3,4	+116,1	128,3	6 722	
	Без него. .	109 901	48,9	71,4	3,3	—	—	6 508	
Октябрь . . .	С байпасом	—	—	—	—	—	—	5 441	
	Без него. .	—	—	—	—	—	—	—	
		—	—	—	—	264,6	233,7	4 908	

Цифры таблицы 4 говорят сами за себя; результат применения байпасов и здесь отмечается на измеритель 100 паровозо-килом. в 5,9% и на миллион тонно-килом.—в 4,2% экономии в топливе.

Все вышеприведенные опыты и факты явно доказывают наличие значительной экономии в топливе от применения байпасов.

Не лишены интереса некоторые наблюдения за паровозами с байпасами в смысле влияния последних на состояние и ремонт в сравнении с паровозами, работающими без байпасов. Так, например:

За трехмесячный периодический осмотр (через 5 000 км) производились работы в текущем ремонте:

Н а п а р о в о з а х				Примечание
С байпассами	Число раз записи в ремонт	Без байпасов	Число раз записи в ремонт	
1. Осмотр рессоры, сцепки и подтяжка ее	1	1. Осмотр рессоры и смена ее	4	
2. Осмотр поршней и золотников	1	2. Осмотр поршней и золотников	2	
3. Припилка дышловых подшипников через 10 000 км	1	3. Смена поршневых колец вследствие поджога и поломки замков	2	
		4. Припилка подшипник. через 4 000 км	1	
В среднем ремонте (подъемка)				
1. Золотники шабрить или менять кольца не требовалось каждую подъемку		1. Шабрить золотники и лица		
2. Смена валиков кулисного и дышлого движения требовалась не более 20%		2. Смена колец золотников и поршневых—50%		
3. Смена болтов и заклепок 5%		3. Смена валиков и колец дышловых и кулисного движения — 40%		
		4. Смена болтов и заклепок сцепления — 11%		

Из сравнения видно, что разница в ремонте паровозов с приборами в сторону уменьшения работ по ремонту против паровозов без байпасов весьма наглядна, определить же ее в процентном отношении не представилось возможным.

В заключение о применении байпасов вообще следует сказать, что без байпасов паровоз не только неэкономичен в расходе топлива, смазки и воды, но гораздо больше требует ремонта и в то же время более разрушительно действует на путь и мосты.

Отметим более существенные факторы, являющиеся следствием постановки байпасов на паровозах:

- 1) экономия в топливе;
- 2) » » расходе воды;
- 3) » » смазке;
- 4) » » ремонте;
- 5) менее разрушительно действует на путь и мосты.

Все это вместе взятое дает более дешевую эксплуатацию паровой тяги.

Уместно здесь упомянуть, что средняя стоимость оборудования байпасами одного паровоза любой серии не превышает 100 руб. и такой расход окупается получаемой от прибора экономией топлива в течение четверти года. В настоящее время паровозный парк оборудован байпасами не более 30%, и большинство из них не отвечает своему назначению. Сравнительно недорогое оборудование байпасами при среднем или капитальном ремонте паровозов дает громадные достижения в области экономии и более совершенной работы паровоза.

Таким образом, проблема байпасирования признается разрешенной в положительном смысле на паровозах с круглыми золотниками; на очереди стоят вопросы стандартизации типа байпасов для паровозов с плоскими золотниками и окончательного решения установки перепускных приборов на всех паровозах, ибо, помимо сохранения паровозов, а также и пути от вредных разрушительных действий отрицательной работы машин, в результате сохраняются смазка и топливо, что в масштабе всей сети железных дорог выразится, как минимум, до 5% экономии, т. е. получится экономия в нескольких миллионах рублей ежегодно.
