

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ СЕКТОР  
ЦПТЭУ НКПС

---

# ТОРМОЗ МАТРОСОВА

---

ТРАНСПЕЧАТЬ НКПС  
МОСКВА 1930

## СОДЕРЖАНИЕ

	<i>Стр.</i>
Предисловие . . . . .	3
1. Развитие воздушных тормозов . . . . .	5
2. Последовательное развитие схем и свойств тормоза Матросова . . . . .	13
3. Устройство распределителя тормоза Матросова . . . . .	23
4. Действие тормоза Матросова . . . . .	25
5. Разбор свойств тормоза Матросова . . . . .	37
6. Заключение . . . . .	50

## ОТ ТЯГОВОГО ИНСТИТУТА НИС ЦПТЭУ

Тяговый Институт, считая настоящую работу, выполненную инженером В. Ф. Егорченко по поручению Института, весьма ценной и своевременной, — особенно имея в виду начавшиеся испытания тормозов Казанцева, Матросова и Карвацкого, полагает, в то же время, необходимым отметить свое несогласие с автором в отношении двух мест составленной им брошюры.

Так напр., на странице 21 (последний абзац) автор указывает, что „По постановлению специальной Экспертной тормозной комиссии, созывавшейся в НКПС летом 1928 г., по этой схеме (т. е. по схеме распределителя Матросова, изображенного на фиг. 9) сконструирован распределитель руководителем конструкторского Бюро тормозной группы НКПС Б. Л. Карвацким, при чем применены поворотные золотники и рычажная передача между поршнями и золотниками“.

Этот абзац правильнее было бы изложить следующим образом: „В развитие этой схемы, с применением рычажной передачи между поршнями и золотниками и поворотных золотников, построен распределитель Карвацкого (1928 г.)“.

На стр. 24 в предпоследнем абзаце сказано: „В 1929 году теоретически было показано, что это же свойство и этим же способом может

быть получено не только на основе второго варианта схемы Матросова, но и на основе любой другой схемы, в частности — схемы Вестингауза и Гемфри". Тяговый Институт не считает возможным и целесообразным утверждать указанное положение, т. к. этот вопрос не относится к техническому описанию тормоза Матросова, а носит скорее патентный характер.

---

## ПРЕДИСЛОВИЕ.

История вопроса о тормозе для товарных поездов в СССР тесно связана с двумя именами: Ф. П. Казанцева и И. К. Матросова.

Ф. П. Казанцев еще в 1923 г. возбудил в СССР всеобщий интерес к тормозам, за истекшие годы с большой энергией работал по тормозному вопросу и в настоящее время продолжает совершенствовать схему своего тормоза.

И. К. Матросов в 1926 г. предложил новую схему, теоретически наиболее совершенную из всех существующих, за истекшие годы улучшал ее в процессе конструирования и испытаний и в настоящее время выходит с ней на соревнование для выбора типового тормоза для оборудования товарных поездов СССР.

Изданием настоящей книги преследуются три связанные между собою цели:

- 1) установить главные исторические этапы развития воздушных тормозов, так как изучение этого вопроса приводит к несомненному выводу, что схема тормоза Матросова является, если не логическим заключением истории воздушного тормоза, то, во всяком случае, тем этапом, к которому тормоз шел за пятьдесят лет своего существования;

- 2) установить те главные этапы, которые прошла основная схема тормоза Матросова в процессе ее совершенствования, так как этот

процесс представляет интерес не только для лиц, изучающих тормоза, но и для изобретателей во всех областях техники;

3) ознакомить широкие круги железнодорожников с тормозом Матросова для вовлечения их в выбор типового товарного тормоза СССР.

Так как ознакомление широких кругов с тормозом Матросова практически является основной целью издания этой книги, то исторический очерк развития схем тормозов и совершенствования схемы Матросова изложен в самом сжатом виде. Следует иметь в виду, что без ознакомления с этим кратким историческим очерком нельзя составить себе достаточно ясного представления о тормозе Матросова.

Книга составлена сотрудником Тягового Института ЦПТЭУ НКПС В. Ф. Егорченко.

## **1. Развитие автоматических воздушных однокамерных тормозов.**

История автоматических тормозов начинается с 1872 г., когда Джордж Вестингауз в С. Америке включил свой тройной клапан между магистралью и тормозным цилиндром неавтоматического воздушного тормоза и добавил запасный резервуар.

Напомним, что в неавтоматическом тормозе сжатого воздуха, сохранившемся до настоящего времени в трамваях, для торможения надо было краном на локомотиве пустить сжатый воздух в магистраль (воздухопровод по поезду) и, действуя этим воздухом на поршни тормозных цилиндров, прижать колодки к колесам; наоборот, для оттормаживания поезда надо было выпустить весь воздух из магистрали и тормозных цилиндров в атмосферу. В автоматическом же тормозе надо сначала зарядить сжатым воздухом с локомотива все запасные резервуары поезда; для торможения надо выпустить часть воздуха из магистрали, отчего внутренние части тройных клапанов (распределителей) перемещаются и соединяют тормозные цилиндры с запасными резервуарами; для оттормаживания надо вновь повысить давление в магистрали воздухом с локомотива, отчего внутренние части тройных клапанов соединяют тормозные цилиндры с атмосферой. Этот основной принцип действия одинаков для всех автома-

тических тормозов сжатого воздуха и различие между ними заключается, по существу, только в принципе устройства и в конструкции тройного клапана (распределителя), обуславливающих те или иные качества тормоза.

После появления автоматического тормоза Вестингауза в первые же два—три десятка лет было взято много патентов на автоматические тормоза, но, так как требования к тормозам, предъявлявшиеся короткими поездами того времени, были несложны и вполне удовлетворялись тормозом Вестингауза, то все изменения в тормозах, по существу, были незначительны и сводились главным образом к увеличению скорости прохождения волны торможения по поезду. По отношению к пассажирским (сравнительно коротким) поездам, это положение осталось в силе и до настоящего времени; следует, пожалуй, только упомянуть, что в последнее время в вагонах скорых поездов за границей ставится приспособление для повышения давления колодок на бандажи при больших скоростях.

Иначе обстояло дело с товарными поездами. Попытки применить пассажирские тормоза и, вообще, тормоза, удовлетворительно работавшие в коротких поездах, к длинным товарным поездам, потерпели полную неудачу — главным образом вследствие частых разрывов при торможении и оттормаживании. Только в САСШ до настоящего времени удалось обойтись в товарных поездах тормозом Вестингауза, почти не отличающимся от обычного пассажирского тормоза Вестингауза, но причинами этого были: сильная междувагонная упругь (автосцепка), стопроцентное оборудование всех товарных вагонов и автоматическим и ручным тормозом и фактическая монополия

фирмы Вестингауз. Но и в САСШ в последнее время встает вопрос о замене существующего тормоза в товарных вагонах более совершенным.

Трудность создания тормоза, вполне удовлетворительного для длинных и тяжелых товарных поездов, заключается главным образом в том, что эти поезда при сравнительно слабой европейской винтовой стяжке состоят из разнообразных вагонов,—тормозных и нетормозных, тяжелых и легких, с разнообразными ходами поршня тормозных цилиндров. Между тем совершенно необходимо, чтобы тормозное усилие развивалось равномерно по всему поезду, с возможно малой разницей между каждым двумя соседними тормозными вагонами.

Путем добавления к распределителю специального устройства („скачкового приспособления“), которое при торможении сначала быстро повышает давление в тормозном цилиндре примерно до 0,5 ат, а затем медленно (через узкое отверстие) доводит его до полного, удалось ослабить влияние неодновременности и неодинаковости действия тормоза в разных вагонах.

Устройством приспособления для более сильного затормаживания груженых вагонов, чем порожних (груженого и порожнего режимов), удалось уменьшить разницу замедлением груженых и порожних вагонов при торможении.

Уже при схеме Вестингауза удалось получить возможность ступенчатого (постепенного) отпуска тормоза, но очень несовершенного, и притом путем значительного усложнения оборудования. Представителем таких тормозов с усложненной схемой Вестингауза является тормоз Кунце-Кнорра.

Изобретением автоматических прямодействующих тормозов (Гемфри, 1892 г.)

был решен вопрос о совершенном ступенчатом отпуске и о независимости окончательного давления в тормозном цилиндре от хода его поршня и был сделан шаг вперед в уменьшении истощимости тормоза.

К этим принципиальным свойствам Дрольсхаммер в 1923—1925 гг. добавил постоянство предельного давления в тормозном цилиндре.

Наконец, Матросов в 1926—1928 гг. улучшил несколько уже известных качеств и добавил несколько новых. Эти качества перечислены в ниже-

помещенной в таблице. Наиболее ценными из них являются: доведение неистощимости тормоза до возможного предела (абсолютная теоретическая неистощимость), независимость процесса торможения

Фиг. 1. Схема Вестингауза 1872—1875 гг.

и отпуска от диаметра и хода поршней цилиндров и утечек из них, стандартность распределителя, получение наиболее выгодного процесса торможения.

На фиг. 1—5 представлены все главные этапы развития схемы автоматического однокамерного тормоза сжатого воздуха.

Фиг. 1—тормоз Вестингауза 1872 г. Воздушный тормоз из неавтоматического превращен в автоматический однокамерный. Главным распределительным органом является поршень (так называемый „поршень Вестингауза“). Давление в тормозном цилиндре управляется двумя давлениями: магистральным и давлением в запас-

ном резервуаре. Имеет девять основных свойств (см. таблицу), из которых последние три вызваны применением тормоза к товарным поездкам. По этой же схеме, но с добавлением дифференциального поршня в запасном резервуаре, построен тормоз Кунце-Кнорра, имеющий и свойство 10, но в весьма несовершенном виде.

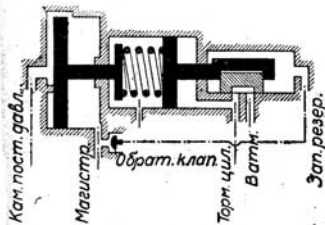
Фиг. 2 — тормоз Гемфри 1892 г. Главным распределительным органом является система нескольких поршеньков (диафрагм) на

одном штоке. Давление в тормозном цилиндре управляется тремя давлениями: магистральным, некоторым постоянным (обычно равным зарядному давлению в магистрали) и давлением самого

тормозного цилиндра. Практически постоянное давление в процессе торможения понижается за счет утечек в магистрали через обратный клапан, что не дает абсолютной



Фиг. 2. Схема Гемфри 1892 г.



Фиг. 3. Схема Дрольсхаммера 1925 г.

Кан. нагн. ст. д. в. д.

Вперед

Назад

Обратный клапан

Порш. цил.

вое: давление в тормозном цилиндре ни при каких случаях не может быть выше заданного предельного (см. таблицу, свойство 14).

Фиг. 5. Схема Матросова 1928 г.

Система тормоза	С в о й с т в а
<b>Вестингауз</b> 1872 г.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Возможность ступенчатого торможения.</li> <li>2. Возможность полного служебного (экстренного) торможения.</li> <li>3. Возможность только полного отпуска.</li> <li>4. Выпуск воздуха из магистрали каждого тормозного вагона в момент начала торможения его для ускорения распространения тормозной волны по поезду.</li> <li>5. Возможность работы при любом зарядном давлении магистрали.</li> <li>6. Возможность перехода с высшего зарядного давления в магистрали на низшее.</li> <li>7. Возможность установки переключательного приспособления для быстрого и медленного процесса торможения (пассажирский и товарный режимы).</li> <li>8. Приспособление при товарном режиме для первоначального быстрого повышения давления в тормозном цилиндре („скачка“) с последующим медленным повышением.</li> <li>9. Порожний и груженный режимы при товарном типе тормоза.</li> </ol>
<b>Гемфри</b> 1892 г. Божич 1923 г. Казанцев 1927 г.	<ol style="list-style-type: none"> <li>10. Возможность ступенчатого отпуска тормоза.</li> <li>11. Неистощимость (относительная).</li> <li>12. Независимость окончательного давления в тормозном цилиндре от хода поршня.</li> <li>13. Возможность получения режима, соответствующего нагрузке вагона (Божич).</li> </ol>

Система тормоза	Свойства
Дрольсканмер 1923—25 гг.	14. Постоянство предельного давления в тормозном цилиндре.
Матросов 1926—27 гг. Карвацкий 1928 г.	15. Возможность выбора любого закона повышения давления в тормозном цилиндре при торможении (1926 г.). Улучшение свойства 4, заключающееся в том, что величина первой ступени торможения постоянна и не зависит от количества тормозных вагонов в поезде (1926 г.). Улучшение свойства 11, заключающееся в том, что неистощимость тормоза становится теоретически абсолютной (1927 г.).
Матросов 1928 г.	16. Независимость времени повышения давления в тормозных цилиндрах при торможении и времени понижения давления при отпуске от диаметра тормозного цилиндра, хода поршня, утечек и товарных режимов. 17. Возможность достижения автоматического заормаживания поезда при нечаянном или злоумышленном изолировании магистрали (при соблюдении пунктов 5 и 6). Надежность достижения этого свойства в эксплуатационных условиях требует проверки.

Примечание. Фамилии изобретателей новых схем тормоза с новыми (добавочными) положительными качествами набраны **жирным** шрифтом.

(см. ту же таблицу). Кроме того, распределитель упростился, так как отпала необходимость в специальном приборе для получения первоначального быстрого повышения давления в тормозном цилиндре.

Фиг. 5—тормоз Матросова 1928 г. К предыдущей схеме добавлен поршень. Давление в тормозном цилиндре здесь управляется уже не тремя, а четырьмя давлениями: 1) магистральным; 2) давлением тормозного цилиндра; 3) закономерного-переменным в камере магистрального давления и 4) рабочим давлением (золотниковой камеры). Добавляется два новых свойства (см. таблицу). К отмеченным в таблице двум свойствам добавляется еще возможность обойтись в распределителе без диафрагм и клапанов.

## 2. Последовательное развитие схем и свойств тормоза Матросова.

В 1926 г. техник Сев.-Западных железных дорог (раньше слесарь и паровозный машинист) И. К. Матросов после изучения всех известных существующих тормозов и попыток их исправить нашел новую схему автоматического прямодействующего тормоза, которая оказалась настолько ценной, что в сравнительно короткий срок при простой конструкции распределителя были получены все свойства, которые имели последние лучшие тормоза. Так, например, схема не требовала устройства особого приспособления для получения необходимого начального быстрого повышения давления в тормозном цилиндре, не требовала особого приспособления для быстрого распространения тормозной волны вдоль поезда.

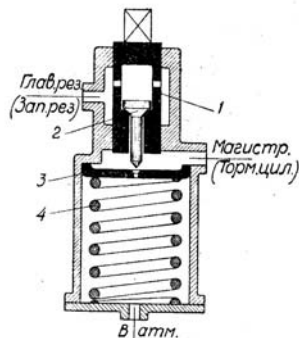
Но существовавшие тормоза были далеко не совершенны. Такие свойства, как недостаточная плавность торможения при большой длине тормозных путей, истощимость и др., не представлялось возможным улучшить без изменения основной схемы тормозов. Новая же схема позволяла это. И вот в течение нескольких лет изобретателем была произведена большая работа по конструированию пробных приборов и совершенствованию схемы, которая привела к устранению недостатков в тормозах и к открытию нескольких таких свойств, о возможности которых прежде нельзя было и подозревать. Примером таких свойств является стандартность распределителя, т. е. полная применимость одного и того же прибора к тормозным цилиндрам всех диаметров, тогда как во всех других тормозах каждый диаметр тормозного цилиндра требует своего распределителя.

На фиг. 6—11 представлены в исторической последовательности шесть основных схем, через которые прошло развитие тормоза Матросова. Изучение этих схем не только полезно для понимания логической последовательности развития тормоза, но и совершенно необходимо для того, чтобы постепенно и возможно легче разобраться в свойствах окончательной конструкции тормоза.

Схема, данная на фиг. 6, появилась в феврале 1926 г. Назначением схемы было—создать прямодействующий кран машиниста. Устройство следующее:

Круглый золотник 1 перемещается от руки вверх и вниз. В золотнике имеется двойной клапан 2. Клапан 2 находится сверху под давлением главного резервуара. Поршень 3 находится сверху под давлением магистрали, снизу—под давлением

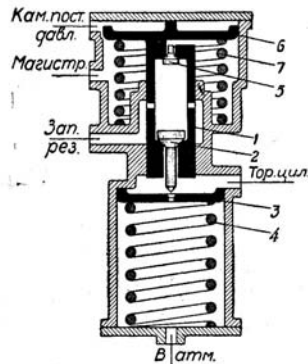
атмосферы и подпирается пружиной 4. Если золотник 1 несколько опустить вниз, то клапан 2 закроет нижним концом отверстие в атмосферу в поршне 3 и разобщит магистраль от атмосферы. Если золотник 1 опустить еще немного вниз, то клапан 2 останется на месте и отойдет от седла в золотнике, вследствие чего сжатый воздух из главного резервуара потечет в магистраль и давление в магистрали начнет повышаться. Как только давление из магистрали сверху на поршень 3 преодолет сопротивление пружины 4, поршень начнет опускаться, сжимая пружину; вместе с поршнем будет опускаться и клапан 2, вследствие чего наступит момент, когда верхний конус клапана сядет на седло и прекратит перетекание воздуха из главного резервуара в магистраль. Установившееся давление в магистрали будет автоматически поддерживаться. Действительно, если давление в магистрали понизится, поршень пересом давления пружины 4 поднимется и нажмет на клапан 2, вследствие чего его верхний конус отойдет от седла и пропустит воздух из главного резервуара в магистраль, давление в магистрали



Фиг. 6. Схема крана машиниста системы Матросова 1926 г.

атмосферы и подпирается пружиной 4. Если золотник 1 несколько опустить вниз, то клапан 2 закроет нижним концом отверстие в атмосферу в поршне 3 и разобщит магистраль от атмосферы. Если золотник 1 опустить еще немного вниз, то клапан 2 останется на месте и отойдет от седла в золотнике, вследствие чего сжатый воздух из главного резервуара потечет в магистраль и давление в магистрали начнет повышаться. Как только давление из магистрали сверху на поршень 3 преодолет сопротивление пружины 4, поршень начнет опускаться, сжимая пружину; вместе с поршнем будет опускаться и клапан 2, вследствие чего наступит момент, когда верхний конус клапана сядет на седло и прекратит перетекание воздуха из главного резервуара в магистраль. Установившееся давление в магистрали будет автоматически поддерживаться. Действительно, если давление в магистрали понизится, поршень пересом давления пружины 4 поднимется и нажмет на клапан 2, вследствие чего его верхний конус отойдет от седла и пропустит воздух из главного резервуара в магистраль, давление в магистрали

восстановится, поршень опустится и выпуск воздуха прекратится. Обратное: если почему-либо давление в магистрали повысилось, поршень отойдет вниз от нижнего конуса клапана 2 и выпустит излишек воздуха в атмосферу. Установкой золотника в более высокое или более низкое положение можно создать и поддерживать в магистрали любое давление, т. е. получить в любой постепенности торможение и отпуск.



Фиг. 7. Схема Матросова, 1-й вариант, 1926 г., с клапанами.

тормозном цилиндре. Действительно, если в схеме фиг. 6 заменить магистраль тормозным цилиндром, а главный резервуар—запасным резервуаром, и добавить установку золотника 1 не от руки, а в зависимости от давления в магистрали, то получается схема распределителя Матросова.

Простейший способ установки золотника 1 в зависимости от давления в магистрали показан

на фиг. 7. Это—так называемый первый вариант схемы Матросова (весна 1926 г.). На фиг. 7 к схеме фиг. 6 добавлены поршень 6, пружина 7, обратный клапан 5 и камера постоянного давления с увеличивающим ее объем резервуаром.

При зарядке тормоза части распределителя занимают положение, показанное на схеме. В камеру постоянного давления воздух из магистрали попадает через выточку: По обе стороны главного поршня 6 давление одинаково и поршень находится в верхнем положении, при котором пружина 7 свободна и только поддерживает поршень. При понижении давления в магистрали поршень 6 передвигается вниз, закрывает выточку

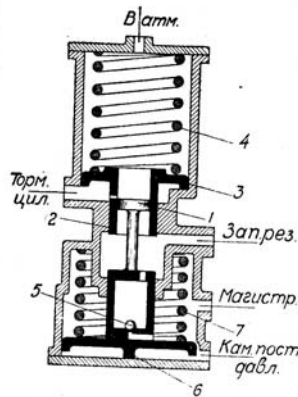
Оказалось, что этот же принцип может быть использован и для поддержания любого давления в

на фиг. 7. Это—так называемый первый вариант схемы Матросова (весна 1926 г.). На фиг. 7 к схеме фиг. 6 добавлены поршень 6, пружина 7, обратный клапан 5 и камера постоянного давления с увеличивающим ее объем резервуаром.

При зарядке тормоза части распределителя занимают положение, показанное на схеме. В камеру

постоянного давления воздух из магистрали попадает через выточку: По обе стороны главного поршня 6 давление одинаково и поршень находится в верхнем положении, при котором пружина 7 свободна и только поддерживает поршень. При понижении давления в магистрали поршень 6 передвигается вниз, закрывает выточку

и давление в камере постоянного давления остается такое же, какое было до понижения давления в магистрали. Чем ниже спущено давление в магистрали, тем ниже опускается поршень 6 с золотником 1. Следовательно, если на фиг. 6 золотник 1 передвигался вручную, то на фиг. 7 он передвигается изменением давления воздуха в магистрали. В остальном схемы фиг. 6 и 7



Фиг. 8. Схема Матросова, 1-й вариант, 1926 г., с поршневыми золотниками.

одинаковы,—конечно, за исключением того, что главный резервуар заменен запасным, а магистраль — тормозным цилиндром; запасный же резервуар соединен с магистралью через обратный клапан 5.

Работа схемы фиг. 7 совершенно аналогична работе схемы фиг. 6.

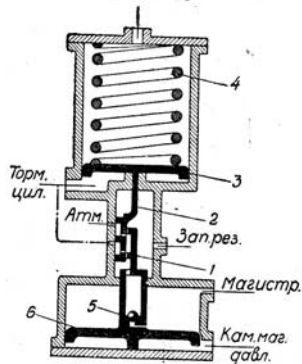
Одним из недостатков автоматических прямодействующих тормозов известных конструкций, по мнению части специалистов-тормозников, является необходимость вводить клапаны в качестве основных распределительных органов. По их мнению, неплотное прилегание клапанов, неизбежное вследствие перекосов и попадания пыли, ржавчины, мусора, вызывает утечку сжатого воздуха в атмосферу, что создает затруднения в эксплуатации. Это обстоятельство побудило заменить в 1927 г. двойной клапан круглым золотником (фиг. 8), что легко было сделать благодаря большим ходам поршней. В остальном схема осталась прежней и за ней осталось то же название первого варианта схемы Матросова. Схема на фиг. 8 представлена в перевернутом сравнительно со схемой фиг. 7 положении, так как именно в таком виде она выполнялась конструктивно.

В схеме фиг. 9 (1927 г.) введены два изменения: одно конструктивное и одно принципиальное, что заставило дать этой схеме название второго варианта схемы Матросова. Конструктивное изменение заключалось в том, что круглые (поршневые) золотники заменены плоскими, которые для сжатого воздуха считаются более надежными в эксплуатации. Принципиальное изменение заключалось в усовершенствовании способа воздействия магистрали на передвижение главного поршня 6, а именно: выброшена пружина, а камера постоянного давления заменена камерой

магистрального давления. В предыдущей схеме камера постоянного давления (с добавочным резервуаром) была настолько велика, что увеличение ее объема при передвижении поршня практически не уменьшало давления в ней. Разность же давления по обе стороны главного поршня уравновешивалась сжатием пружины.

В схеме фиг. 9 камера с ее резервуаром настолько уменьшена, что при поднятии главного поршня давление в ней настолько уменьшается, что остается равным давлению над поршнем, т. е. в магистрали. Давление в камере уже не постоянное, а магистральное. Так как давление по обе стороны главного поршня одинаково (или почти одинаково), то отпадает возможность пропусков в магистраль, что является обычным злом камер постоянного давления и делает тормоза с такими камерами истощимыми, по крайней мере теоретически.

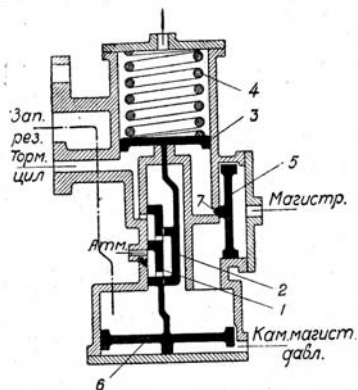
По постановлению специальной экспертной тормозной комиссии, созывавшейся в НКПС летом 1928 г., по этой схеме сконструирован распределитель руководителем конструкторского бюро



Фиг. 9. Схема Матросова. 2-й вариант, 1927 г., с плоскими золотниками.

тормозной группы НКПС Л. Б. Карвацким, при чем применены плоские поворотные золотники и рычажная передача между поршнями и золотниками.

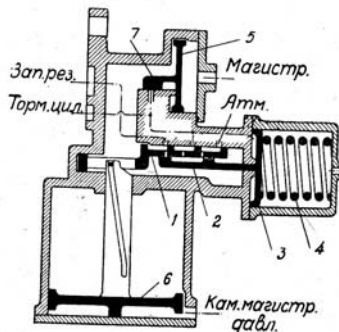
Недостатком схемы фиг. 9 является то, что поршень 6 при торможении вытесняет много воздуха в магистраль.



Фиг. 10. Схема Матросова. 3-й вариант, 1928 г.

Уменьшить же объем вытесняемого в магистраль воздуха (путем уменьшения диаметра или хода поршня 6) до практически приемлемых размеров затруднительно, так как, чем меньше этот объем, тем меньше должен быть объем камеры магистрального давления, а малый объем камеры магистрального давления создал бы существенные нарушения работы тормоза при малейшем пропуске через поршень 6 или через отпускной клапан на камере.

Попытки уничтожить этот недостаток привели к схеме фиг. 10 (середина 1928 г.), в которой управление главным поршнем 6 подчинено не непосредственно магистрали, а запасному резервуару. Для этого введен поршень 5 с клапаном, посредством которого поршень 6 отделен от магистрали и камера над ним сообщена непосредственно с запасным резервуаром.



Фиг. 11. Схема Матросова. 3-й вариант, 1928 г., с кулисой.

Эта схема явилась прототипом схемы фиг. 11 (осень 1928 г.), в которой лучше отражены выгоды введения третьего поршня. Это — так называемый третий вариант схемы Матросова. Состоит из трех не связанных между собой поршней, каждый со своим золотником. Верхний поршень с золотником управляется давлением магистрали с одной стороны и давлением камеры золотников с другой стороны. При начале тормо-

жения он выпускает в тормозной цилиндр сжатый воздух из камеры золотников. Главный поршень 6 соединен со своим золотником 1 кулисой. Поршни 6 и 3 со своими золотниками при торможении выравнивают скорость повышения давления в тормозном цилиндре.

Эта схема лежит в основе конструкции распределителя, описанного ниже. Главные новые качества ее перечислены выше, в таблице свойств тормозов.

Самым ценным новым свойством этой схемы является то, что повышение давления в тормозном цилиндре при торможении и понижение давления при отпуске всегда происходят в одинаковое время, независимо от хода поршня и диаметра тормозного цилиндра, утечек из него и от режима. Это свойство достигается применением двух распределительных органов, из которых один, управляемый магистральным давлением, управляет вторым органом посредством давления в промежуточной камере, при чем между изменением давления в промежуточной камере и давлением в тормозном цилиндре существует в каждый момент (даже и при не установившемся состоянии, т. е. в процессе торможения или отпуска) определенная зависимость, так как впуск и выпуск воздуха из промежуточной камеры происходят через узкие постоянные отверстия, а из тормозного цилиндра — через широкие отверстия.

В 1929 г. теоретически было показано, что это же свойство и этим же способом может быть получено не только на основе второго варианта схемы Матросова, но и на основе любой другой схемы, в частности — схемы Вестингауза и Гемфри.

Впервые же наличие этого свойства в третьем варианте схемы Матросова было доказано в лабораторных условиях в апреле 1929 г.

### 3. Устройство распределителя тормоза Матросова.

Распределитель изображен на фиг. 12 в вертикальном разрезе. К каналу 14 примыкает ответвление магистрали М, к каналу 25 — запасный резервуар З.Р., к каналу 26 — тормозной цилиндр Т.Ц., к каналу — 22 рабочий резервуар Р.Р., емкостью около 10 литров.

Распределитель состоит из трех рабочих органов: магистрального (верхняя часть), главного (нижняя часть) и уравнительного (правая часть). В каждом из этих трех органов имеются поршень и золотник.

Камера 15 по правую сторону магистрального поршня 1 соединена с магистралью. На левую сторону магистрального поршня 1 действует давление золотниковой рабочей камеры 19. Магистральный золотник 2 охвачен с небольшим свободным ходом рамкой поршня 1.

Главный поршень 3 сверху находится под давлением той же золотниковой камеры 19, а снизу — под давлением рабочего резервуара 22. Главный золотник 4 связан с главным поршнем 3 посредством кулисы 5, камня 6 (движущегося в косом вырезе 46) и рамки 7, которая обхватывает золотник 4. Посредством этой кулисы большое вертикальное перемещение поршня 3 преобразуется в короткое горизонтальное перемещение золотника.

Уравнительный поршень 8 слева находится под давлением камеры 34, всегда соединенной с тормозным цилиндром каналами 35 и 26; справа же на уравнительный поршень 8 давят пружины 11 и 12; камера пружин всегда сообщена с атмосферой. Уравнительный золотник 9 связан со штоком 10 уравнительного поршня; шток проходит через уплотнение, разделяющее камеры 19 и 34.

Запасный резервуар по каналу 25 заряжается сжатым воздухом из магистрали двумя путями:

1) по выточке 16, через камеру 17, отверстием 42, вырезом 43 в золотнике 2 и отверстием 44 во втулке золотника 2, непосредственно сообщенным с каналом 25 в запасный резервуар;

2) по выточке 16, через камеру 17, отверстию 18 в золотнике 1 через камеру 19, каналом 23 в главном золотнике 4 и каналом 25 в его втулке, ведущим непосредственно в запасный резервуар.

**Торможение.** Если давление в магистрали понижать медленно, что бывает, например, при обычных утечках из магистрали в случае непополнения этих утечек, то давление по обе стороны магистрального поршня будет уравниваться через вырез 16, а давление по обе стороны главного поршня будет уравниваться через отверстие 20. Торможения не произойдет.

Если же понижение давления в магистрали произойдет намеренно быстро, то давление в золотниковой камере не успеет уравниваться с давлением в магистрали через вырез 16, вследствие чего поршень 1 передвинется вправо, перекроет питательное отверстие 16 и потянет золотник 2, посредством которого установится сообщение магистрали с атмосферой каналом 41, вырезом 45 в золотнике 2, каналом 40, отверстием 40 во втулке главного золотника 4, вырезом 31 в этом золотнике и отверстием 32, непосредственно сообщенным с атмосферой. Произойдет быстрое местное понижение давления в магистрали, которое вызовет действие следующего прибора в поезде с таким же быстрым понижением давления в магистрали, и т. д. Результатом такого вступления в работу каждого распределителя явится быстрое распространение тормозной волны вдоль поезда.

При дальнейшем перемещении поршня 1 вправо почти одновременно с вышеописанным сообщением магистрали с атмосферой золотник 2 откроет отверстие 36 и сжатый воздух из золотниковой камеры 19 широкой струей устремится в тормозной цилиндр каналом 36, вырезом 27 в золотнике 4 и каналом 26; сообщение же с запасным резервуаром каналами 42 и 44 и выточкой 43 перекроется еще в самом начале движения золотника 1. Давление в камере 19 быстро понизится, поршень 3 сделает резкий скачок вверх, перекроет отверстие 20 и разобьет золотниковую камеру 19 от рабочего резервуара 22.

Поршень 3 сообщит главному золотнику 4 движение вправо, отчего произойдет следующее:

1) перекроется питательное отверстие 23 в главном золотнике и золотниковая камера разобьется от запасного резервуара;

2) перекроется отверстие 28 и тормозной цилиндр разобьется от атмосферы. Эти два действия произойдут одновременно и сейчас же после начала движения поршня 3.

Через некоторое время после этого, когда давление в золотниковой камере 19 снизится на 0,3—0,4 ат, произойдет следующее:

3) перекроется канал 40 и прекратится выпуск воздуха из магистрали в атмосферу;

4) прекратится быстрое перетечение воздуха из золотниковой камеры в тормозной цилиндр широким вырезом 27 и начнется медленное перетечение его через узкое отверстие 33, отчего поршень 3, быстро переместившись на некоторый ход вверх, начнет теперь передвигаться медленно;

5) установится сообщение запасного резервуара с тормозным цилиндром посредством канала 25, выреза 24 и отверстия 37 в золотнике 4, выреза 38

в золотнике 9, канала 28 и выреза 27 в золотнике 4 и канала 26. Благодаря этому продолжится быстрое повышение давления в тормозном цилиндре, начатое воздухом из золотниковой камеры.

Как только давление в тормозном цилиндре, а следовательно, и в камере 34 повысится до 0,5—0,6 ат, поршень 8 преодолеет первоначальное натяжение пружины 11 и начнет передвигаться вправо, потянет золотник 9 и прикроет отверстие 28, отчего прекратится быстрое повышение давления в тормозном цилиндре.

Давление в золотниковой камере 19 будет медленно понижаться вследствие того, что воздух из нее перетекает в тормозной цилиндр по узкому отверстию 33; поэтому поршень 3 будет медленно двигаться вверх за счет расширения воздуха в резервуаре 22 и золотник 4 будет двигаться вправо и приоткрывать некоторую щель в отверстии 28. Вследствие этого воздух в тормозной цилиндр будет идти не только из камеры 19 через отверстие 33, но и из запасного резервуара через отверстие 28.

Если прекратить понижение давления в магистрали, то повышение давления в тормозном цилиндре будет продолжаться до тех пор, пока давление в рабочей камере 19 не станет несколько меньше давления в магистрали; когда этот момент наступит, то перевесом давления со стороны магистрали поршень 1 сдвинется влево из своего крайнего правого положения и золотник 2 перекроет отверстие 36, поршень 3 остановится и повышение давления в тормозном цилиндре прекратится.

При новом неполном понижении давления в магистрали поршень 1 вновь передвинется в правое крайнее положение и произойдет новая ступень торможения, поршень 3 еще подвинется

вверх, поршень 8 еще подвинется вправо. Поршень 3 всегда устанавливается в такое положение, при котором давление воздуха по обе стороны уравнивается (если не считать некоторой незначительной разницы на трение).

Полное торможение произойдет после того, как давление в магистрали будет понижено на 1,2—1,3 ат. При этом поршень 3 перейдет в верхнее крайнее положение.

Соотношение объемов рабочего резервуара 22 и камеры золотников 19 подобрано так, что при понижении давления в камере 19 с 5 ат до 3,8 ат поршень 3 пройдет весь ход вверх, а объем рабочего резервуара увеличится настолько (прибавится объем, пройденный поршнем), что давление в нем понизится с 5 ат как раз до 3,8 ат. Любое понижение давления в камере 19 в пределах от 5 ат до 3,8 ат (например, по 4,4 ат) заставит поршень 3 подняться настолько, что давление в рабочем резервуаре окажется таким же, как в камере 19 (в нашем примере—4,4 ат). Незначительная разница давлений в камере 19 и в рабочем резервуаре 22 будет только за счет трения воротников поршня 3 о стенки цилиндра и золотника 4 по его зеркалу. Если зарядное давление выше 5 ат, то для получения полного торможения необходимо большее снижение давления в магистрали; например, при зарядном давлении в 6 ат надо снизить давление в магистрали не на 1,2 ат, а на 1,4 ат, т. е. до 4,6 ат. Наоборот, если зарядное давление ниже 5 ат, например, 4 ат, то для получения полного торможения необходимо меньшее снижение давления в магистрали; например, при зарядном давлении в 4 ат надо снизить давление в магистрали не на 1,2 ат, а на 1,0 ат, т. е. до 3 ат.

Дальнейшее снижение давления в магистрали не вызовет повышения давления в тормозном цилиндре, так как золотник 4 уже не сдвинется с места.

Полученное в тормозном цилиндре давление, как при полном торможении (поршень 3 в крайнем верхнем положении), так и при любом неполном (поршень 3 в некотором среднем положении), будет поддерживаться автоматически неопределенно долгое время, а именно: если заданное в тормозном цилиндре давление понизится, поршень 8 избытком давления пружины передвинется влево и посредством золотника 9 установит сообщение тормозного цилиндра с запасным резервуаром через канал 38 и отверстие 28, давление в тормозном цилиндре восстановится прежнее, после чего поршень 8 со своим золотником 9 отойдет в первоначальное положение перекрыши. Если почему-либо давление в тормозном цилиндре превысит заданное, поршень 8 передвинется дальше вправо и золотник 9 установит сообщение тормозного цилиндра с атмосферой по направлению 26, 27, 28, 29, 30, 31 и 32 и выпустит излишек воздуха в атмосферу, после чего поршень и золотник займут прежнее положение перекрыши.

Таким образом, каждому снижению давления в магистрали (при данном зарядном давлении) соответствует определенное положение поршня 3 между нижним и верхним крайними положениями, а положение поршня 3 определяет величину давления в тормозном цилиндре. Следовательно, если выпуск воздуха из магистрали сделан сразу на 1,2 ат или больше, вплоть до нуля (экстренное торможение), то повышение давления в тормозном цилиндре будет продолжаться до тех пор, пока поршень 3 не дойдет до крайнего верхнего положения.

Весь свой путь от крайнего нижнего до крайнего верхнего положения поршень 3 проходит в 35 сек. (почему, — ниже будет пояснено). Следовательно, при полном торможении давление в тормозном цилиндре всегда будет повышаться от нуля до предельного в 35 сек., независимо от хода поршня тормозного цилиндра, диаметра его, утечек из тормозного цилиндра и порожнего или груженого режима. Происходит это вот почему.

После первоначального быстрого повышения давления в тормозном цилиндре до 0,6 ат воздух из камеры 19 перетекает в тормозной цилиндр через узкий канал 33 в золотнике 4. Размеры этого канала и объем камеры 19 рассчитаны так, чтобы при цилиндре самого малого встречающегося на практике диаметра и малом ходе его поршня повышение давления в нем до полного происходило в течение 35 сек. без добавления воздуха из запасного резервуара (через каналы 28 и 38), — исключительно за счет понижения давления в камере 19, продвижения поршня 3 в верхнее крайнее положение и понижения давления в рабочем резервуаре. При таком малом объеме тормозного цилиндра так оно в действительности и происходит: воздух из запасного резервуара забирается только до того момента, пока не сдвинется с места поршень 8, т. е. только во время первоначального быстрого повышения давления в тормозном цилиндре; когда же поршень 8 сдвинется с места, он перекроет отверстия 38 и 28 и с такой перекрышей оба золотника пойдут вправо до окончания всего процесса, не перемещаясь один относительно другого.

Следовательно, при некотором малом объеме тормозного цилиндра при полном торможении поршень 3 проходит весь свой путь вверх в 35 сек.,

при чем воздух из запасного резервуара расходуется только во время первоначального скачка давления. Казалось бы, что при большом объеме тормозного цилиндра и при тех же размерах канала 33 давление в тормозном цилиндре повышалось бы медленнее, а поршень 3 прошел бы свой путь скорее, потому что противодействие из тормозного цилиндра было бы меньше и, следовательно, разница давления воздуха по обе стороны канала 33 была бы больше. В действительности поршень 3 пройдет свой путь в те же 35 сек. и давление в тормозном цилиндре будет повышаться совершенно так же, как и при малом объеме его, потому что будет добавляться воздух из запасного резервуара.

Действительно, если в случае большого объема тормозного цилиндра или больших утечек из него давление в нем будет повышаться медленнее, то золотник 9 немного опоздает в своем движении вправо, приоткроет вырезом 38 щель в окне 28 и начнет добавлять воздух в тормозной цилиндр из запасного резервуара. С такой щелью между окнами 28 и 38 золотники и пойдут совместно дальше. Чем больше объем цилиндра, тем больше будет эта щель и тем больше воздуха будет добавляться из запасного резервуара. В результате поршень 3 пройдет свой путь в те же 35 сек. и в те же 35 сек. произойдет повышение давления в цилиндре до полного.

Наоборот, если объем тормозного цилиндра окажется настолько малым, что даже воздух из камеры 19 в состоянии поднять давление в тормозном цилиндре до полного скорее, чем в 35 сек., то под давлением на поршень 8 из тормозного цилиндра золотник 9 несколько опередит золотник 4, приоткроет щель между окнами 28 и 29 (ве-

дущим в атмосферу по направлению 29, 30, 31, 32) и, выпуская излишек воздуха из камеры 19 в атмосферу, золотники пойдут до конца своего хода, при чем поршень 3 сделает свой ход в 35 сек. и давление в тормозном цилиндре поднимется до полного в 35 сек. Воздух из запасного резервуара расходоваться не будет.

В том случае, если работают обе пружины 11 и 12 (груженный режим), то при полном торможении полное давление в тормозном цилиндре, равное 3,6 ат, наступит через 35 сек. Если же внутреннюю пружину 12 изъять из работы поворотом стакана 13 (порожний режим), то скачок давления в момент начала торможения останется равным 0,6 ат, полное давление в тормозном цилиндре наступит также через 35 сек., но дойдет только до 2 ат. Иначе говоря, при груженом режиме давление будет больше, чем при порожнем, на 80%. Соответствующим подбором пружин, конечно, можно получить любое соотношение между режимами.

Как было выше пояснено, скорость повышения давления в тормозном цилиндре характеризуется скоростью движения золотника 4. Так как скорость движения этого золотника в отдельные моменты времени зависит не только от скорости движения поршня 3, но и от характера выреза 46 в кулисе 5, то, выбирая тот или иной профиль этого выреза, можно получить любой характер повышения давления в тормозном цилиндре, например, сначала медленно, а потом быстро, или совершенно равномерно.

В распределителе, представленном на фиг. 12, не предусмотрен пассажирский режим тормоза, т. е. быстрое повышение давления в тормозном цилиндре при торможении. Для получения этого ре-

жима необходимо ввести приспособление с широкими дополнительными отверстиями для отверстий 18, 16 и 33.

**Отпуск.** При повышении давления в магистрали поршень 1 перейдет в левое крайнее положение и воздух из магистрали по выточке 16, через камеру 17, узкой выточкой 18 пойдет в камеру 19, поршень 3 начнет опускаться. Если давление в магистрали повышено до нормального (зарядного) то поршень 3 пройдет весь свой путь до нижнего крайнего положения в 35 сек. независимо от объема тормозного цилиндра, запасного резервуара и проч.

Как только поршень 3, опускаясь, передвинет золотник 4 влево, тормозной цилиндр сообщится с атмосферой по направлению 26, 27, 28, 29, 30, 31 и 32, давление в тормозном цилиндре начнет падать, поршень 8 перевесом давления пружин пойдет влево и золотник его будет догонять золотник 4, сохраняя установившуюся величину открытия окон 28 и 29 до крайнего левого положения—полного отпуска.

Если давление в магистрали, а следовательно, и в камере 19 повышать ступенями, то и давление в тормозном цилиндре будет падать ступенями, а именно: как только прекратится повышение давления в камере 19, немедленно остановятся поршень 3 и золотник 4, поршень же 8 после этого еще немного продвинется,—пока золотник 9 не перекроет окно 28 и не прекратит выпуск сжатого воздуха из тормозного цилиндра в атмосферу.

Таким образом, задерживая при отпуске поршень 3 в любом его положении между верхним и нижним крайними положениями, можно получить любую ступень отпуска, при чем эта ступень

давления в тормозном цилиндре будет автоматически поддерживаться совершенно так же, как и при ступени торможения.

При начале отпуска, когда магистральный золотник 2 передвинется в левое крайнее положение, запасный резервуар сообщится с камерой 17 по направлению 17, 42, 43, 44, 25; поэтому в большинстве случаев не только не произойдет поглощения сжатого воздуха из магистрали в запасный резервуар, но воздух из запасного резервуара пойдет в камеру 19 по направлению 25, 44, 43, 42, 17, 18, 19. Конечно, это будет только в том случае, если объем запасного резервуара достаточно большой и давление в нем при торможении падает незначительно. Это несколько смягчает обычный недостаток автоматических прямодействующих тормозов, заключающийся в невозможности достаточно быстро оттормозить состав или использовать на практике свойство ступенчатого отпуска. В данном случае достаточно поставить запасный резервуар большого объема или отдельный отпускной резервуар,—и можно будет получать быстрые ступени оттормаживания и полный отпуск в короткий срок. Особенно важно это качество для будущих длинных товарных поездов.

Отверстие 42 рассчитано таким образом, что наполнение запасного резервуара происходит с некоторым опозданием против наполнения камеры 19; поэтому, как только золотник 4, возвращаясь влево, у самого крайнего левого положения сообщит отверстием 23 камеру 19 с запасным резервуаром, давление в камере 19 перестанет повышаться и поршень 3 остановится. Так как нижний конец кулисы имеет прямой вырез, то это произойдет при давлении в камере 19 около

4,8 ат (или, вообще, при давлении, на 0,2 ат меньшем первоначального зарядного давления), что, с одной стороны, еще более облегчит отпуск, а, с другой стороны, не позволит рабочему резервуару 22 перезарядиться раньше, чем зарядится запасный резервуар. При этом положении поршня 3 полный отпуск произойдет беспрепятственно.

Так как ручка крана машиниста после полного отпуска ставится в поездное положение, при котором в магистрали поддерживается зарядное давление, то давление в камере 19 восстановится зарядное, но поршень 3 совсем вниз не опустится и не откроет канала 20: этому будет мешать трение поршня. Поэтому чтобы вернуть поршень в крайнее нижнее положение и открыть канал 20, нужно повысить давление в камере 19 выше зарядного на величину трения поршня (0,1—0,2 ат). Делать это в пути, при следовании с поездом, нет необходимости, так как отпуск происходит беспрепятственно и без открытия канала 20, но это дает возможность достичь автоматического затормаживания поезда в случае злоумышленного или случайного перекрытия междувagonных кранов.

Действительно, вслед за перекрытием междувagonного крана давление в магистрали начнет медленно падать вследствие утечек. Поршень 1 останется на месте в левом положении, так как давление по обе стороны его будет уравниваться через вырез 16,—никакого торможения при помощи поршня 1 не произойдет. Но поршень 3 будет вести себя иначе: так как канал 20 после предыдущего отпуска остался перекрытым, то, как только давление в камере 19 начнет падать, поршень 3 пойдет вверх и при понижении давления примерно на 0,4 ат поднимется настолько, что зо-

лотник 4 передвинется вправо и запасный резервуар сообщится с тормозным цилиндром (окна 28 и 38).

Если же необходимо избежать самоторможения поезда при перекрытии междувagonного крана или если машинист хочет понизить зарядное давление в магистрали без торможения, то предварительно он должен поднять давление в магистрали на 0,2—0,3 ат сверх того, которое было до последнего торможения. Тогда поршень 3 дойдет донизу, откроет канал 20 и при последующем медленном понижении давления в магистрали поршень 3 уже не сдвинется с места, так как воздух из рабочего резервуара будет уходить в камеру 19, а из нее—в магистраль через вырез 16.

Это свойство тормоза—по желанию машиниста затормаживать или не затормаживать при медленном понижении давления в магистрали, пока в эксплуатационных условиях не проверено.

## 5. Разбор свойств тормоза Матросова.

Не останавливаясь на ряде свойств, которые в одинаково совершенной степени осуществляются и в тормозе Матросова и в других тормозах и значение которых известно, рассмотрим лишь те свойства тормоза Матросова, которые или являются новыми, неизвестными в других тормозах, или, если они есть и там, но осуществляются в тормозе Матросова в более совершенной форме.

Свойствами, осуществляемыми в более совершенной форме, являются:

- 1) неистощимость;
- 2) дополнительная разрядка магистрали в начале торможения (ускоритель);
- 3) промежуточные режимы торможения.

**Неистощимость.** Неистощимость автоматических прямодействующих тормозов, как известно, зави-

сит от степени пропуска воздуха из регулирующих камер (камер постоянного давления) и связанных с ними дополнительных резервуаров. Во всех известных автоматических прямодействующих тормозах эти камеры во время всего торможения должны сохранять постоянное давление и потому они в момент начала понижения давления в магистрали тем или иным способом запираются от соседних камер (от камер магистрали или от запасного резервуара), имеющих во время торможения меньшее давление, чем регулирующие камеры. За плотностью запорного устройства требуется тщательное наблюдение.

В тормозе Матросова камеры постоянного давления нет. Разность давлений по обе стороны главного поршня не превышает  $0,1-0,2 \text{ ат}$  (натяжение), что исключает практическую возможность истощения той камеры (рабочего резервуара), которая в тормозе Матросова исполняет обязанности камеры постоянного давления.

Если бы даже после остановки главного поршня давления по обе его стороны выровнялись, все равно, он продолжал бы оставаться в покое и заданное в тормозном цилиндре давление продолжало бы автоматически поддерживаться неопределенно долгое время.

Другая возможная причина пропусков из камер, — через возможные неплотности соединений с дополнительным резервуаром и через отпусковой клапан, помещаемый на дополнительном резервуаре, — в тормозе Матросова играет несколько меньшую роль, чем в других тормозах, так как меньше давление в дополнительном (рабочем) резервуаре во время торможения. Кроме того, дополнительный резервуар во всех автоматических прямодействующих тормозах, кроме тормоза

Матросова, содержит мертвый запас воздуха, не участвующий в процессах торможения. В тормозе же Матросова этот резервуар совместно с золотниковой камерой фактически является основным запасным резервуаром, так как за счет понижения давления в нем повышается давление в тормозном цилиндре. Поэтому-то этот резервуар и назван рабочим резервуаром.

Воздух рабочего резервуара работает так, как если бы главного поршня не было и рабочий резервуар составлял бы с золотниковой камерой одну общую камеру, — основной запасный резервуар.

**Дополнительная разрядка магистрали во время торможения.** В тормозах товарного типа обычно применяются два способа ускорения распространения тормозной волны вдоль поезда при начале торможения, а именно: поглощение воздуха из магистрали в особые камеры распределителей (Вестингауз, Кунце-Кнорр, Дрольсхаммер) и поглощение воздуха из магистрали в тормозные цилиндры (Божич, Казанцев).

Первый способ имеет тот недостаток, что каждый распределитель забирает определенный объем воздуха из магистрали; следовательно, в случае большого процента тормозных вагонов в поезде разрядка магистрали может быть очень велика и машинист не в состоянии дать небольшую первую ступень торможения; если же, наоборот, тормозных единиц в поезде мало, то произойдет недостаточно интенсивная разрядка магистрали, что вызовет уменьшение скорости распространения тормозной волны вдоль поезда.

Второй способ еще менее совершенен, так как, кроме влияния количества единиц в поезде на первую ступень торможения и на скорость тор-

мозной волны, эти величины зависят и от ходов поршней тормозных цилиндров: чем меньше ход поршня, тем меньше поглощение воздуха из магистрали. В результате, при малом проценте тормозных единиц и при малых ходах поршней начало торможения задних вагонов значительно отстает от начала торможения передних вагонов; при большом проценте тормозных единиц и больших ходах поршней нельзя сделать первую малую ступень торможения.

В тормозе Матросова применен третий способ дополнительной разрядки магистрали, а именно: выпуск воздуха из магистрали в атмосферу в момент начала торможения. Сам по себе этот способ давно известен, но он улучшен Матросовым в том отношении, что выпуск воздуха из магистрали в атмосферу автоматически прекращается, как только снижение давления в магистрали достигнет определенной величины, а именно— $0,4 \text{ ат}$ . В результате количество тормозных единиц в поезде и ход поршней тормозных цилиндров не будет оказывать влияния на величину первой ступени торможения. В скорости же тормозной волны будут значительно меньше колебания.

**Промежуточные режимы торможения.** Кроме обычно имеющих во всех тормозах товарного типа двух режимов торможения,—для порожнего и груженого вагона, в тормозе Матросова можно осуществить при одном тормозном цилиндре и любые промежуточные режимы, в зависимости от нагрузки вагона. Это свойство осуществлено лишь в тормозе Божича, но в тормозе Матросова оно лучше в том смысле, что процесс торможения при любых режимах всегда одинаков.

Новыми свойствами в тормозе Матросова является:

1) постоянство времен повышения давлений в тормозных цилиндрах при торможении и времен понижения давления при отпуске;

2) возможность выбора любого закона повышения давления в тормозном цилиндре;

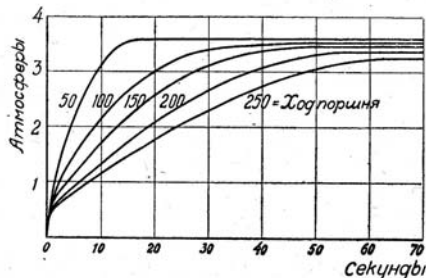
3) возможность достижения автоматического затормаживания поезда при нечаянном или злоумышленном изолировании магистрали.

**Постоянство времен повышения давления в тормозных цилиндрах при торможении и времен понижения давления при отпуске.** Во всех тормозах, кроме тормоза Матросова, процессы повышения и понижения давления в тормозных цилиндрах зависят от хода поршня (износа тормозных колодок). Это понятно, потому что наполнение и отпуск тормозных цилиндров происходят через отверстия определенного сечения и с увеличением хода поршня увеличивается и время, необходимое для повышения и понижения давления в нем.

На фиг. 13 представлены типичные кривые повышения давления в тормозных цилиндрах при полном торможении для любого автоматического прямодействующего тормоза товарного типа, кроме тормоза Матросова. Кривые даны для ходов поршней в 50 мм, 100, 150, 200 и 250 мм. Оказывается, что при ходе поршня в 200 мм для повышения давления в тормозном цилиндре до 3 ат требуется примерно вдвое больше времени, чем при ходе поршня в 100 мм. Ход поршней в 50 мм и 250 мм не допускается, но все же встречается на практике; для этих ходов поршней разница времени достигает пятикратной величины. Колебания времени наполнения тормозных цилиндров и быстрое повышение давления при малых ходах поршней ведут, как известно,

к очень беспокойному торможению товарных поездов.

Если, например, в голове поезда окажутся вагоны с коротким ходом поршня, а в хвосте — с длинным ходом, то при торможении разрыв поезда весьма вероятен, так как передние вагоны затормозятся полностью уже тогда, когда задние вагоны только начнут тормозиться.

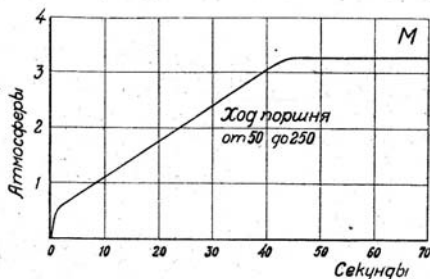


Фиг. 13. Повышение давления в тормозных цилиндрах обычных тормозов товарного типа.

Кроме того, большие хода поршней ведут к чрезмерному увеличению тормозных путей, что неблагоприятно отражается на безопасности движения поездов.

Для уничтожения влияния хода поршней на плавность торможения и отпуска и на тормозные пути было сделано много изобретений и предложений: автоматические компенсаторы хода поршня, указатели хода поршня, конструкции тормозных цилиндров с меньшим влиянием хода поршня, организация регулярного подтягивания тормозной

передачи и т. п., но все это усложняло тормоз, удорожало его стоимость и эксплуатацию и поэтому редко применялось; там же, где эти способы применялись, они не достигали цели в полном объеме, так как неизбежные и разнообразные утечки воздуха из тормозных цилиндров, все равно, приводили к разнообразию процессов торможения и отпуска.



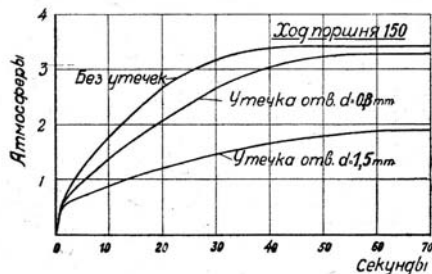
Фиг. 14. Повышение давления в тормозных цилиндрах тормоза Матросова.

На фиг. 14 представлены кривые повышения давления в тормозных цилиндрах при полном торможении. Эти кривые были сняты на пробных приборах тормоза Матросова летом 1930 г. При ходе поршня в 50 мм и 250 мм кривые оказались тождественными. В этих распределителях время повышения давления было сделано 45 сек. и должно быть уменьшено.

Влияние утечек из тормозных цилиндров на тормозные процессы в товарных поездах не менее важно, чем влияние ходов поршней. В тор-

мозах пассажирских поездов, когда наполнение тормозных цилиндров производится через широкие отверстия, утечки почти не сказываются на тормозных процессах, но в товарных тормозах, когда наполнение цилиндров происходит через отверстия диаметра около 1 мм, влияние утечек очень велико.

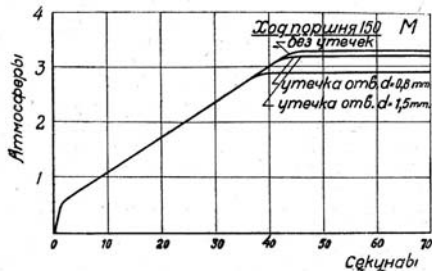
На фиг. 15 представлены кривые повышения давления в десятидюймовых тормозных цилинд-



Фиг. 15. Повышение давления в тормозных цилиндрах обычных тормозов товарного типа при разных утечках.

рах при груженом режиме при полном торможении для любого автоматического прямодействующего тормоза товарного типа, кроме тормоза Матросова. Кривые даны для тормозного цилиндра с ходом поршня в 150 мм при отсутствии утечек, с искусственной утечкой из тормозного цилиндра через отверстие диаметром в 0,8 мм и через отверстие диаметром в 1,5 мм. На практике такие утечки встречаются, хотя утечка, эквивалентная утечке через отверстие диаметром в 1,5 мм,

является совершенно недопустимой. Из диаграммы видно, насколько понижают эффективность торможения даже незначительные утечки из тормозных цилиндров и какое разнообразие они вносят в процессы торможения и отпуска. Утечки не только меняют процессы повышения давления, но и меняют предельное давление в тормозном цилиндре.



Фиг. 16. Повышение давления в тормозных цилиндрах тормоза Матросова при разных утечках.

На фиг. 16 даны кривые для тех же условий, что и на фиг. 15, но при распределителе Матросова. Как мы видим, процессы тождественны, а предельные давления близки между собой при любых пропусках.

Одним из самых важных и самым очевидным является то обстоятельство, что один и тот же распределитель Матросова годен для всех видов товарных вагонов, так как процесс торможения и отпуска у него не зависит от объема тормозного цилиндра.

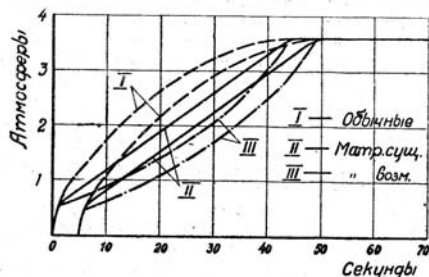
При всех других системах тормозов каждый размер тормозного цилиндра требует особого распределителя или сменных частей: золотников, пробок, поршеньков и т. п., годных только для тормозных цилиндров определенного диаметра. Вследствие этого на ремонтных и контрольных пунктах приходится иметь в запасе все разновидности распределителя или все разновидности сменных частей для возможности постановки прибора на любой тип товарного вагона. Это в несколько раз увеличивает необходимые запасы распределителей и усложняет их хранение. Кроме того, при наличии у большинства распределителей одинаковой внешней формы и одинаковых привалочных фланцев происходит совершенно естественная путаница их при постановке на цилиндры; это ведет, конечно, к большим неправильностям в работе тормоза.

Полное тождество распределителей Матросова для тормозных цилиндров любого диаметра упростит и удешевит эксплуатацию.

**Возможность выбора любого закона повышения давления в тормозном цилиндре.** Для возможно быстрой остановки поезда нужно иметь возможно быстрое повышение давления в тормозных цилиндрах при торможении. Для уменьшения же реакций в поезде и увеличения плавности торможения приходится делать медленное повышение давления в тормозных цилиндрах.

На фиг. 17 представлены три типа кривых повышения давления в тормозных цилиндрах передних и задних вагонов товарного поезда при полном торможении. Кривые *I* характерны для всех существующих хороших тормозов товарного типа. Из чертежа фиг. 17 видно, что эти тормоза дают наибольшую разницу давлений головных и хвостовых вагонов в начальный период торможения.

Кривые *II* дают постоянную разницу давлений и меньшую, чем кривые *I*. Кривые *III* дают еще меньшую разницу в первые моменты, но большую — в последний период повышения давления. В тормозе Матросова можно получить любой вид кривых повышения давления, так как вид этих кривых зависит от вида выреза 46 в кулисе. Ясно, что кривые *II* выгоднее кривых *I*, так как в пер-



Фиг. 17. Повышение давления в тормозных цилиндрах головных и хвостовых вагонов.

вые моменты торможения, наиболее отражающиеся на спокойствии хода, при кривых *II* получается меньшая разница давлений, чем при кривых *I*. Что касается кривых *III*, то оценить их впредь до опыта не представляется возможным.

Получить кривую *II* можно только в тормозе, построенном по схеме Матросова. Практически эта кривая даст более спокойное торможение при том же тормозном пути или более короткий тормозной путь при тех же реакциях в поезде,

так как можно значительно ускорить повышение давления в тормозных цилиндрах.

Конечным следствием постоянства и наивыгоднейшей формы кривой повышения давления в тормозных цилиндрах должна явиться меньшая потребность в тормозных единицах в поезде при более спокойном торможении и более коротких тормозных путях поезда.

**Возможность достижения автоматического затормаживания поезда при нечаянном или злоумышленном изолировании магистрали.** Отказ тормоза от действия при медленном, происходящем без ведома машиниста, понижении давления в магистрали является серьезным недостатком автоматических тормозов, особенно в товарных поездах, имеющих более частые расцепки на станциях, чем пассажирские, и более слабый надзор. Этот недостаток был одной из причин временного увлечения так называемыми жесткими тормозами, которые в корне его уничтожали, но за счет потери других важных в эксплуатации качеств.

Несколько ослабляют этот недостаток усовершенствованные междувагонные краны (с контрольным отверстием, с запором и т. п.), но и они не достигают цели—главным образом потому, что перекрытие происходит при расцепках, а потом забывается.

В тормозе Матросова представляется возможность достичь автоматического затормаживания поезда при нечаянном или злоумышленном перекрытии междувагонных кранов, при чем это достигается совершенно бесплатно, т. е. машинисту предоставляется полная возможность избежать этого затормаживания и не терять ни одно из эксплуатационных качеств тормоза.

Следует оговориться, что это свойство тормоза Матросова испытано пока только в лабораторных условиях на нескольких приборах и в эксплуатационных условиях может не подтвердиться.

**Конструкция распределителя.** С конструктивной стороны распределитель характеризуется применением в качестве распределительных органов исключительно плоских золотников и поршней, т. е. как раз тех деталей, которые по многолетнему опыту являются наиболее надежными распределительными органами во всех приборах, работающих сжатым воздухом. Правда, в распределителе есть орган, работа которого очень напоминает работу клапана, а именно, запорное устройство между камерами 17 и 19. Возможно, что эта часть и окажется слабым местом и ее придется переконструировать.

Не вполне доказана надежность работы калиброванных пружин в эксплуатационных условиях, но без калиброванных пружин практически нельзя обойтись в тормозе с определенным наибольшим давлением в тормозных цилиндрах. Кроме того, пружины нагружаются только во время торможения поезда. Особой точности работы пружин не требуется, так как возможное ослабление их на 0,1—0,2 ат оказывает ничтожное влияние на процессы торможения и отпуска, особенно по сравнению с влиянием ходов поршня и утечек в других тормозах. Следует отметить, что теоретически можно обойтись и без пружин, заменив в схеме фиг. 5 правую часть устройством, похожим на левую часть.

Из других, заслуживающих внимания достоинств конструкции, кроме применения золотников, следует указать на применение магистрального поршенька, аналогичного испытанному поршеньку

Вестингауза, на применение режимного переключателя, не требующего никакого ухода в эксплуатации в виду отсутствия притирочных или срабатывающихся поверхностей, и на общую простоту и грубость всего распределителя, имеющего 35 деталей. Следует также указать на то, что общий объем резервуаров для запаса воздуха при распределителе Матросова требуется значительно меньший, чем при других автоматических прямодействующих тормозах, а именно: запасный резервуар в тормозе Матросова делится на два: один, рабочий, вместе с камерой 19 имеет объем в 12 литров, второй (собственно запасный)—в зависимости от диаметра тормозного цилиндра, например, при десятидюймовом цилиндре—24 литра,— всего 36 литров. При этом же диаметре тормозного цилиндра другие автоматические прямодействующие тормоза должны иметь объем около 50 литров, так как, кроме нормального объема запасного резервуара в 36 литров, требуется еще объем примерно в 15 литров для мертвого запаса воздуха в резервуаре постоянного давления.

Показанная на фиг. 12 конструкция распределителя в деталях не является окончательной, вполне годной для массового изготовления. Помимо изменения замыкающей поверхности между камерами 17 и 19, выяснились желательность и полная возможность некоторого уменьшения диаметра поршня 3 и изменения расположения верхней части распределителя для дальнейшего упрощения отливки, укорочения каналов и облегчения веса.

## 6. Заключение.

Ряд весьма ценных свойств распределителя Матросова выдвигает его в первые ряды новейших тормозных систем.

Перед НКПС стоит задача в кратчайший срок остановиться на одном из предложенных тормозов для закрепления в качестве типового для массового оборудования товарного парка в течение ряда лет.

Выбор предстоит из трех систем: Казанцева, Матросова и Карвацкого, к испытанию которых приступлено.

Испытания ведутся в трех направлениях: 1) лабораторные и путевые—с целью выявления всех свойств работы тормозов; 2) лабораторные на специальной установке—для выявления выносливости и устойчивости работы конструкции распределителей; 3) длительные эксплуатационные на специально выделенных составах с целью выявления длительности бесперебойной работы распределителей, их болезней, объема и стоимости ремонта и других эксплуатационных данных.

Результаты этих испытаний и данные о первоначальной стоимости приборов и стоимости налаживания их массового производства должны дать достаточный материал для всестороннего и безошибочного выявления наилучшего типа советского тормоза.