

Министерство образования и науки Российской Федерации
Южно-Уральский государственный университет
Кафедра колесные, гусеничные машины и автомобили

629.113(07)
Г93

А.В. Губарев, В.Г. Камалтдинов, С.С. Никифоров

КОНСТРУКЦИЯ АВТОМОБИЛЯ

Конспект лекций

Часть 3

Допущено Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по университетскому политехническому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства»

Челябинск
Издательский центр ЮУрГУ
2014

УДК 629.113.001.2 (075.8)

Г93

*Одобрено
учебно-методической комиссией автотракторного факультета*

*Рецензенты:
Бердов Е.И., Гонтарев Е.П.*

Губарев, А.В.
Г93 **Конструкция автомобиля:** конспект лекций / А.В. Губарев, В.Г. Камалтдинов, С.С. Никифоров. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2014. – Ч. 3. – 231 с.

Учебное пособие предназначено для студентов всех форм обучения при подготовке специалистов по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства», а также бакалавров по направлению 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы». Пособие может быть полезным для студентов других специальностей, связанных с автомобильной отраслью.

Часть 3 конспекта лекций посвящена анализу конструкций тормозных систем автомобилей.

Пособие рекомендуется использовать при изучении курсов «Конструкция наземных транспортно-технологических машин», «Конструирование и расчет наземных транспортно-технологических машин», «Техника транспорта, обслуживание и ремонт».

УДК 629.113.001.2 (075.8)

© Издательский центр ЮУрГУ, 2014

ВВЕДЕНИЕ

Данное издание содержит третью часть конспекта лекций по курсу «Конструкция автомобиля», который является базовым курсом при изучении профессиональных дисциплин студентами, обучающимися по специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» (специалитет), а также по направлению 23.03.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» (бакалавриат). В пособии рассмотрены наиболее распространенные конструкции тормозных систем автомобилей и автомобильных прицепов. Материал, содержащийся в данном пособии, может быть полезен для студентов других специальностей, связанных с автомобильной отраслью.

Следует отметить, что данное пособие не является учебником для самостоятельного изучения дисциплины. При описании конструкции узлов и агрегатов основное внимание уделено их функциям и работе, а не устройству для конкретной модели автомобиля. Иллюстрации помогут студенту разобраться с существом вопроса. Рисунки некоторых агрегатов и узлов продублированы чертежами общего вида. При подборе материала в конспекты лекций авторы ставили задачу формирования у студента теоретической базы, которая позволит профессионально разобраться с конструкцией любых моделей автомобилей, используя специальную литературу и натурные образцы.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Тормозная система – это система управления автомобиля, обеспечивающая безопасность при его движении и остановках.

Система предназначена:

- для уменьшения скорости движения автомобиля;
- для остановки автомобиля;
- для удержания автомобиля на месте.

Для уменьшения скорости движения и остановки автомобиля применяются следующие способы:

- торможение двигателем;
- торможение колес;
- торможение трансмиссии;
- торможение с периодическим прекращением действия тормозной системы или регулированием тормозных сил (АБС или действия водителя).

Требования, предъявляемые к тормозной системе:

- минимальный тормозной путь или максимальное установившееся замедление;

- сохранение устойчивости при торможении (критерии – линейное и угловое отклонение, для автопоезда – угол складывания);
- стабильность тормозных свойств при неоднократных торможениях;
- минимальное время срабатывания тормозного привода;
- пропорциональность между усилием на педали и тормозным моментом на колесах автомобиля, т.е. силовое следящее действие;
- малая работа управления тормозными системами (максимальное усилие 500..700 Н при ходе педали 80..180 мм);
- неравномерность действия тормозов левого и правого колес одной оси не должна превышать 20% для большинства тормозных систем (для некоторых до 25%);
- отсутствие полного блокирования колес (юза);
- удержание автомобиля на уклоне определенной величины во время стоянки;
- поддержание установившейся скорости движения при затяжном спуске;
- отсутствие шумов и запахов при работе;
- наличие системы сигнализации о неисправностях;
- высокая надежность;
- общие требования (минимальные размеры и масса, простота устройства и обслуживания, технологичность, ремонтпригодность).

Реализация всех этих требований приводит к необходимости установки на автомобиль нескольких типов тормозных систем, выбор которых зависит от типа данного автомобиля. Типы тормозных систем представлены на рис. 1.1.



Рис. 1.1. Типы тормозных систем

Рабочая тормозная система предназначена для снижения скорости автомобиля до полной его остановки. Тормозная система является основной, которая действует на все колеса. Рабочей тормозной системой укомплектованы все автомобили.

Стояночная тормозная система служит для удержания неподвижного автомобиля на месте. Воздействует либо на трансмиссию, либо на задние колеса автомобиля. При механическом приводе приводится в основном

ручным рычагом, в некоторых случаях ножной педалью с ручным снятием с фиксатора. В автомобилях с пневмоприводом растормаживается давлением воздуха. Стояночной тормозной системой укомплектованы все автомобили.

Запасная тормозная система – резервная, предназначенная для остановки автомобиля при выходе из строя рабочей тормозной системы. Зачастую роль запасной тормозной системы выполняет какой-либо контур рабочей тормозной системы или стояночная тормозная система.

Вспомогательная тормозная система предназначена для ограничения скорости автомобиля на затяжных спусках. Используется с целью увеличения надежности тормозной системы в целом и срока службы элементов рабочей тормозной системы при частых торможениях в горных условиях. Воздействует на трансмиссию и не связана с рабочей тормозной системой. Применяется на грузовых автомобилях полной массой больше 16 тонн и автобусах полной массой более 5 тонн.

Прицепная тормозная система используется для прицепов полной массой более 750 кг и предназначена для снижения скорости прицепа при движении в составе автопоезда, остановки и удержание прицепа на месте, а также автоматической остановки прицепа при его отрыве от тягача.

2. РАБОЧАЯ ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА

Рабочая тормозная система, впрочем, как и любая другая тормозная система, состоит из тормозного привода и тормозных механизмов. Функция тормозного привода – осуществление силовой связи между органом управления и тормозными механизмами. Функция тормозных механизмов – создание тормозного момента, препятствующего вращению колес или элемента трансмиссии автомобиля. Один и тот же тип тормозных механизмов может применяться при различных типах тормозного привода, а также в различных типах тормозных систем, поэтому тормозные механизмы рассмотрим в первую очередь.

2.1. Тормозные механизмы

Тормозные механизмы классифицируются по двум существенным признакам – по расположению и по принципу действия, рис. 2.2.

Гидравлические, электрические и компрессорные тормозные механизмы применяются во вспомогательной тормозной системе и рассмотрены в разделе 8. Аэродинамические тормозные механизмы (парашюты, щитки, закрылки) применяются на спортивных автомобилях для торможения на высоких скоростях. В рабочей тормозной системе автомобилей применяются фрикционные тормозные механизмы в виду их относительной про-

стоты, компактности, позволяющей разместить их близко к колесам, а также высокой эффективности.

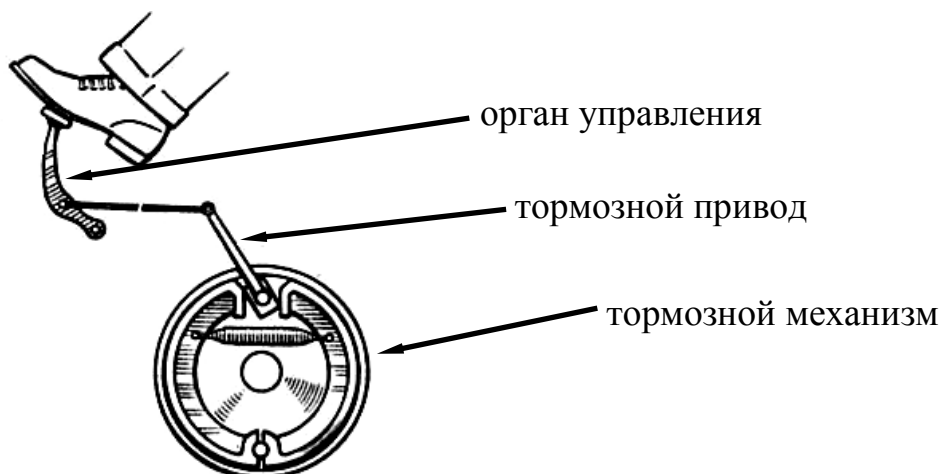


Рис. 2.1. Простейшая рабочая тормозная система

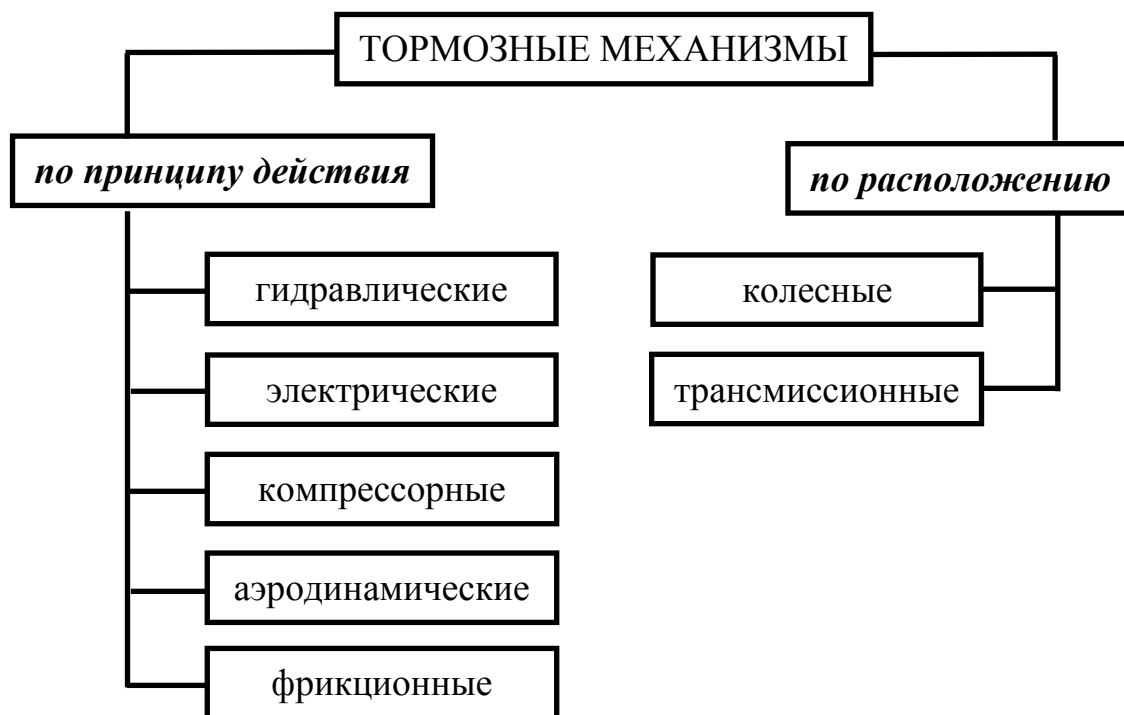


Рис. 2.2. Типы тормозных механизмов

2.2. Фрикционные тормозные механизмы

Тормозной момент в этих механизмах создается силой трения между вращающимися частями, жестко связанными с колесом, и тормозными

фрикционными элементами, связанными с кузовом автомобиля (рамой, мостом), т.е. зафиксированными от вращения совместно с колесом.

По конструкции вращающихся частей фрикционные тормозные механизмы подразделяются на дисковые и барабанные. В дисковых тормозных механизмах используются только колодочные тормозные фрикционные элементы. Барабанные тормозные механизмы в зависимости от тормозного фрикционного элемента подразделяются на ленточные, рис. 2.3, и колодочные тормозные механизмы, наиболее широко применяемые в автомобилях. В современных автомобилях барабанные ленточные тормозные механизмы нашли широкое применение в планетарных коробках передач, существуют конструкции трансмиссионных ленточных тормозных механизмов в составе стояночной тормозной системы.

Колодочные тормозные фрикционные элементы (тормозные колодки) изготавливаются из стали. К колодкам приклепаны либо приклеены накладки из композитного материала. Тормозной момент создается за счет того, что тормозные колодки прижимаются накладками к вращающимся частям тормозного механизма (диску или барабану) в результате чего возникает сила трения. Тормозные колодки барабанных тормозных механизмов имеют форму поверхностей трения в виде части окружности, в дисковых тормозных механизмах поверхность трения – плоскость.

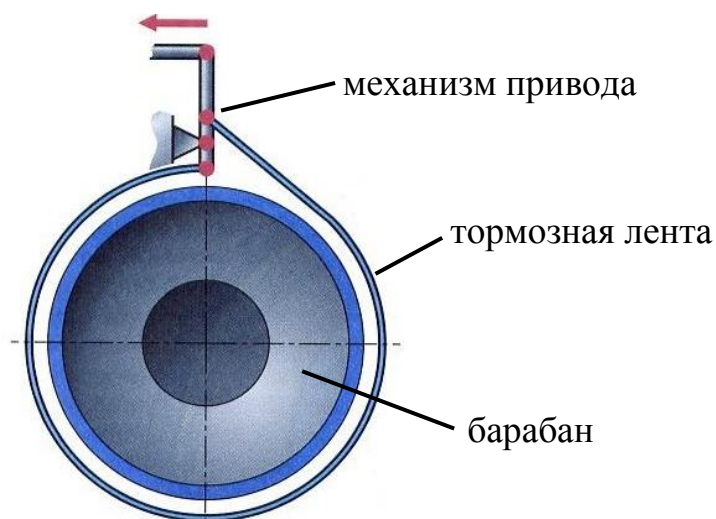


Рис. 2.3. Ленточный барабанный тормозной механизм

- Требования, предъявляемые к фрикционным тормозным механизмам:
- создание максимального тормозного момента;
 - малая зависимость тормозного момента от направления вращения;
 - малая зависимость тормозного момента от состояния и температуры поверхностей трения;
 - минимальный зазор между фрикционными поверхностями для быстрого срабатывания тормозов (0,1...0,2 мм в легковых автомобилях);

- наличие устройств восстановления этого зазора в процессе эксплуатации;
- стабильность, т.е. желательно линейная неизменная во времени зависимость тормозной эффективности от коэффициента трения;
- уравновешенность;
- общие требования.

Эффективность фрикционных тормозных механизмов оценивается коэффициентом тормозной эффективности:

$$K_{\Theta} = \frac{M_{\text{торм}}}{M_{\text{пр}}}, \quad (1)$$

где $M_{\text{торм}}$ – тормозной момент, создаваемый тормозным механизмом;

$M_{\text{пр}}$ – момент от приводных сил, т.е. произведение суммарной силы, воздействующей на колодки, на радиус приложения этой силы (для барабанных тормозных механизмов – радиус барабана). Физический смысл коэффициента тормозной эффективности становится понятным из того факта, что при $K_{\Theta} = 1$ суммарная приводная сила полностью «без потерь» преобразуется в тормозной момент. Если $K_{\Theta} < 1$, то тормозной механизм менее эффективен, т.е. для создания такого же тормозного момента требуется увеличить приводную силу.

Как будет показано ниже, дисковые тормозные механизмы имеют более низкий коэффициент тормозной эффективности, нежели барабанные, т.е. для создания одинаковых тормозных моментов в дисковых тормозных механизмах необходимо обеспечить большие приводные силы.

2.3. Фрикционные барабанные колодочные тормозные механизмы

Используются в качестве колесных тормозных механизмов рабочей и стояночной тормозных систем, а также как трансмиссионные тормозные механизмы стояночной тормозной системы. Конструкция фрикционного барабанного тормозного механизма показана на рис. 2.4 и рис. 2.5.

Две тормозные колодки 1 с приклеенными к ним фрикционными накладками 2 установлены на опорном диске 4, который жестко крепится к мосту автомобиля (в колесных механизмах). Колодки под действием разжимного устройства 3 могут прижиматься к внутренней поверхности барабана, надетого на колодки и закрепленного к фланцу ступицы 5. К барабану, в свою очередь, крепится колесо автомобиля. Вследствие трения колодок о внутреннюю поверхность барабана формируется тормозной момент на колесе. Таким образом, производится торможение. Растормаживание производится возвратными пружинами 6, развивающими значительное усилие. Этот факт, в частности, позволяет поддерживать избыточное давление в гидравлическом приводе тормозов (см. ниже).

В зависимости от типа разжимного устройства и способа крепления колодок к опорному тормозному диску изменяется величина создаваемого тормозного момента, характер изнашивания, фрикционных накладок, простота регулирования тормозов.

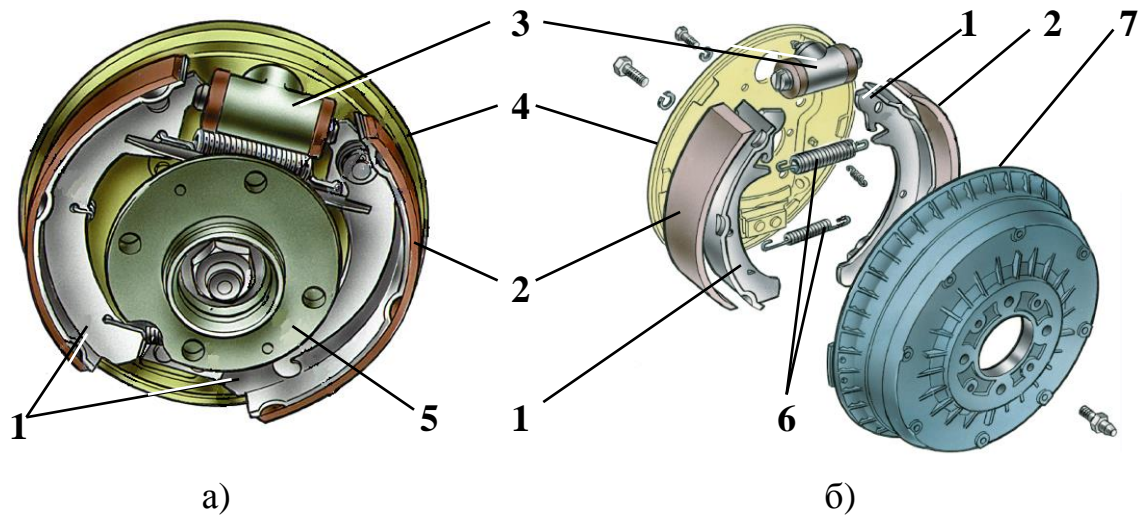


Рис. 2.4. Конструкция барабанного тормозного механизма: а – неподвижные части, б – детали механизма; 1 – тормозные колодки, 2 – накладки тормозных колодок, 3 – разжимное устройство, 4 – опорный неподвижный диск тормозного механизма, 5 – фланец ступицы колеса, 6 – возвратные пружины, 7 – тормозной барабан

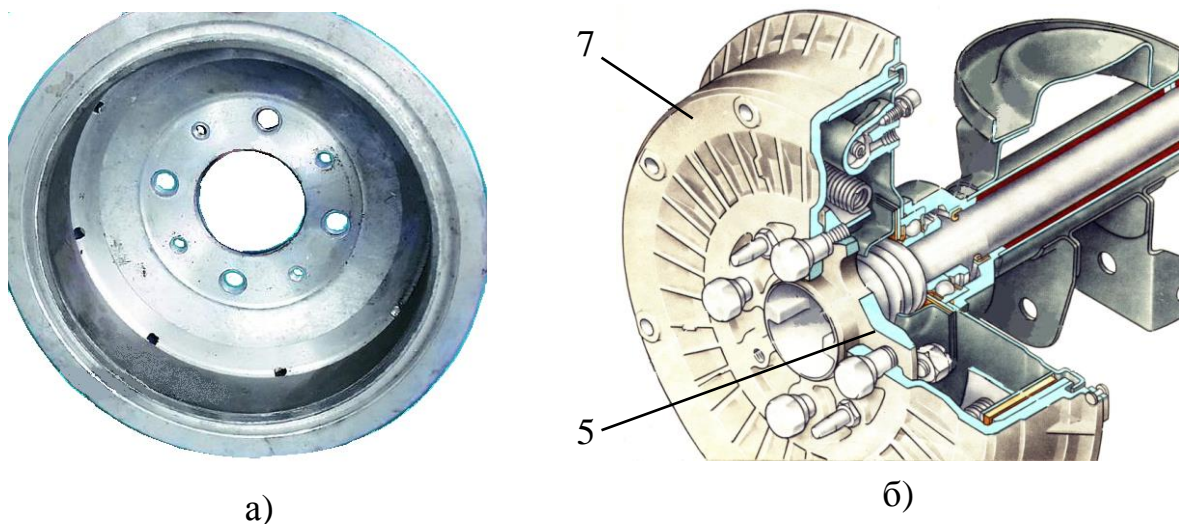


Рис. 2.5. Конструкция барабанного тормозного механизма: а – тормозной барабан вид изнутри; б – тормозной механизма в сборе; обозначения позиций см. рис. 2.4

2.3.1. Разжимные устройства

В барабанных фрикционных колодочных тормозных механизмах для разведения колодок в процессе торможения применяются несколько видов разжимных устройств, каждый из которых удобен для определенного типа тормозного привода (см. раздел 3).

При гидравлическом тормозном приводе применяются поршневые разжимные устройства, рис. 2.6.

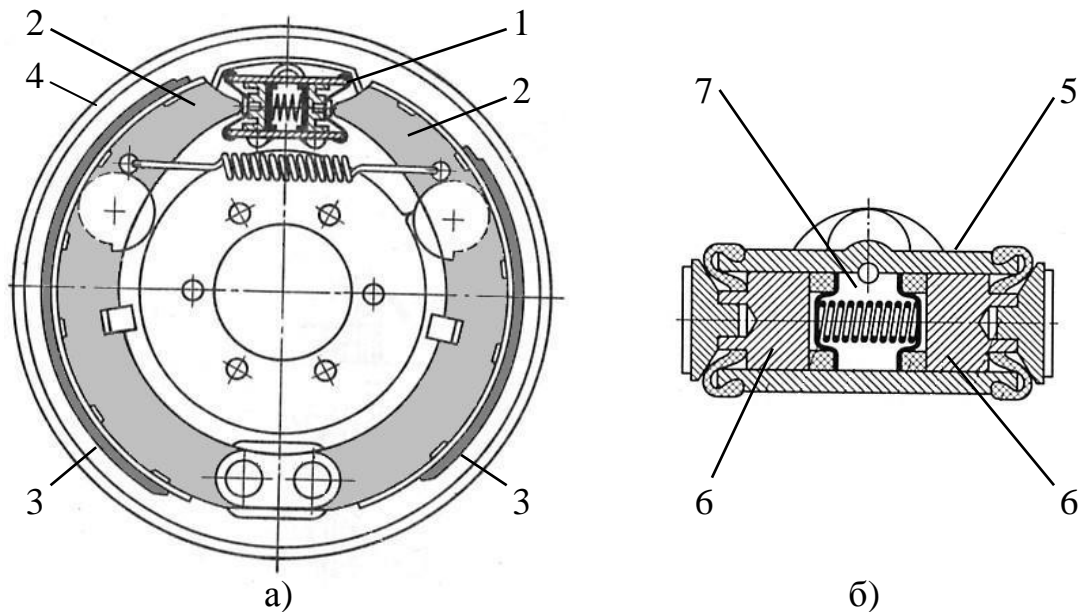


Рис. 2.6. Барабанный тормозной механизм с поршневым разжимным устройством (а) и поршневое разжимное устройство (б): 1 – разжимное устройство; 2 – тормозные колодки; 3 – накладки тормозных колодок; 4 – тормозной барабан; 5 – цилиндр; 6 – поршни; 7 – полость

В полость 7 при торможении подается жидкость, под действием которой поршни 6 разжимного устройства 1 перемещаются и воздействуют на колодки 2. Колодки проворачиваются вокруг своих нижних опор и прижимаются накладками 3 к тормозному барабану 4, замедляя его вращение. В барабанных тормозных механизмах с разнесенными опорами применяются разжимные устройства с одним поршнем (см. рис. 2.14).

В рабочих и стояночных тормозных системах грузовых автомобилей с пневматическим приводом широко применяются барабанные тормозные механизмы с кулачковым разжимным устройством, рис. 2.7. Это устройство удобно также для механического привода стояночного тормоза.

Исполнительный механизм тормозного привода 1 через рычажную систему воздействует на вал 6, заставляя поворачиваться кулачок 5. Тормозные колодки 4 при этом разводятся и прижимаются к внутренней поверхности барабана 3, осуществляя процесс торможения. Профиль кулачка может быть различным, рис. 2.8.

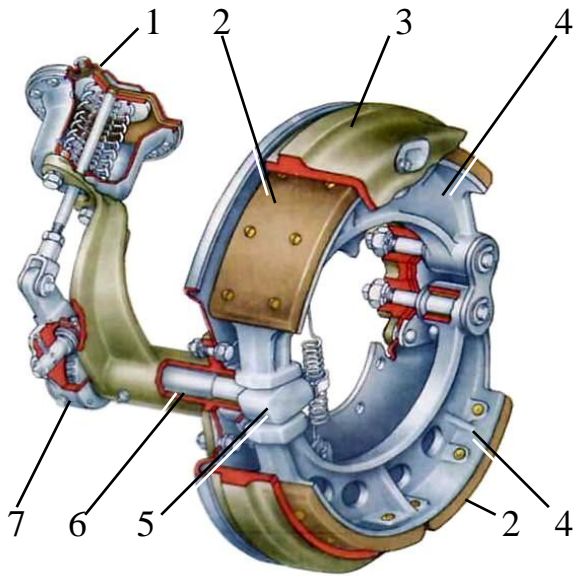


Рис. 2.7. Барабанный тормозной механизм с кулачковым разжимным устройством: 1 – исполнительный механизм тормозного привода; 2 – накладки тормозных колодок; 3 – тормозной барабан; 4 – тормозные колодки; 5 – кулачок разжимного устройства; 6 – вал кулачка; 7 – регулировочный механизм

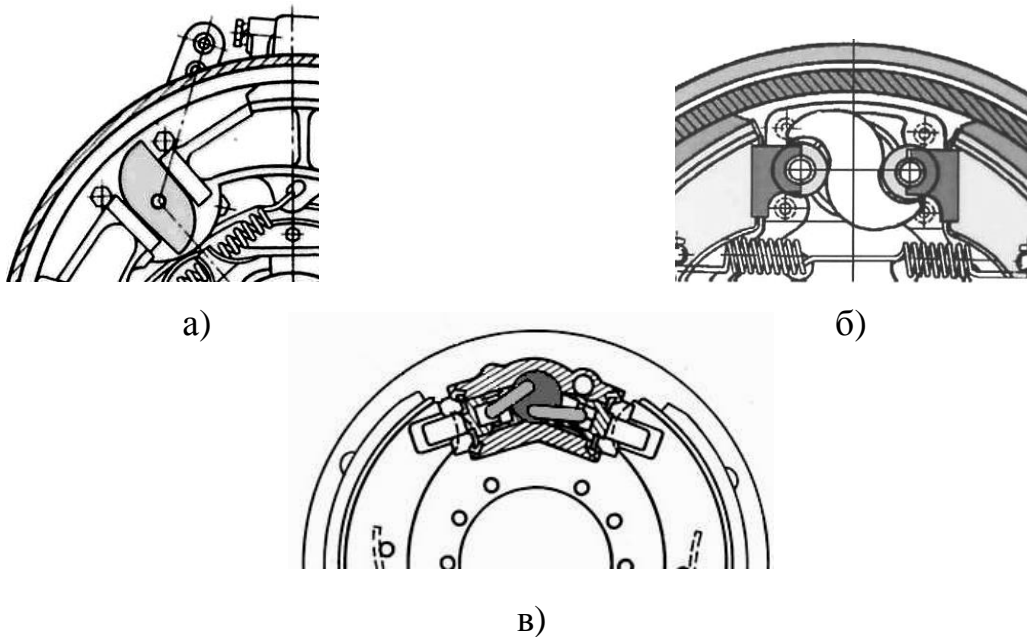


Рис. 2.8. Виды кулачкового разжимного механизма: а – с эвольвентным кулачком; б – с S-образным кулачком; в – с Z-образным кулачком

Клиновое разжимное устройство, рис. 2.9, применяется в сочетании с пневматическим и механическим тормозными приводами. В процессе торможения усилие, создаваемое тормозным приводом, вызывает поступательное движение клина 1, который раздвигает в противоположные стороны толкатели 2, воздействующие на тормозные колодки (направления перемещений показано стрелками).

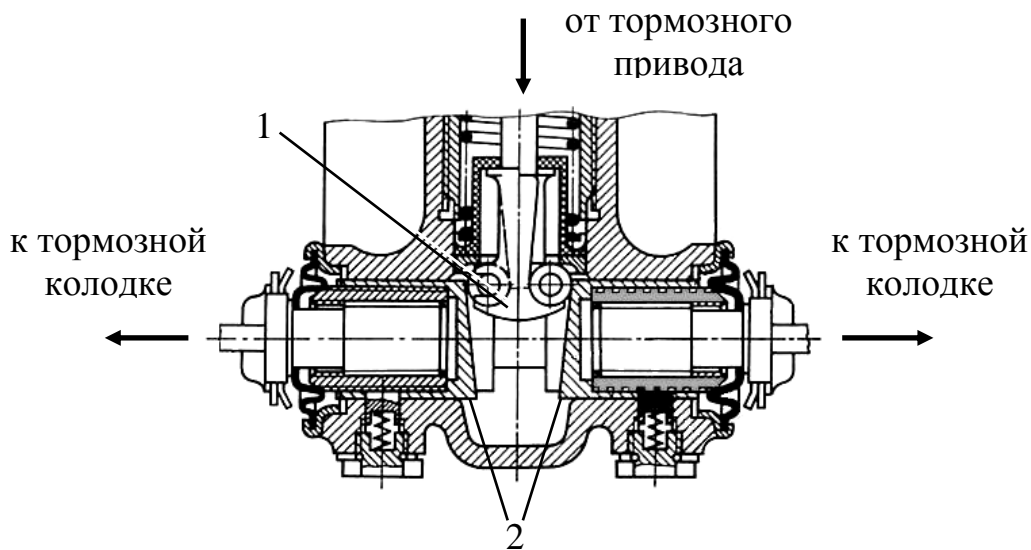


Рис. 2.9. Конструкция клинового разжимного устройства барабанного тормозного механизма: 1 – клин; 2 – толкатели

2.3.2. Виды барабанных колодочных тормозных механизмов

В автомобилях применяются следующие виды барабанных колодочных тормозных механизмов.

1. Механизм с равными приводными силами P и односторонним расположением опор, рис. 2.10.

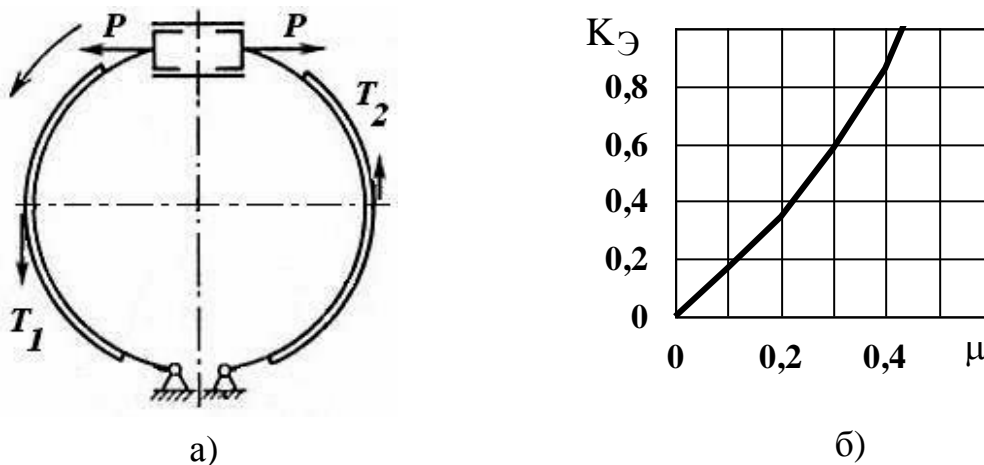


Рис. 2.10. Барабанный тормозной механизм с равными приводными силами и односторонним расположением опор: а – схема; б – статическая характеристика при торможении на переднем ходу

На рисунке кроме кинематической схемы показана статическая характеристика механизма, т.е. зависимость коэффициента тормозной эффективности $K_{Э}$ от коэффициента трения μ между накладками колодок и

тормозным барабаном. В данном механизме используется поршневое разжимное устройство с двумя поршнями в одном цилиндре (см. рис. 2.6б) в сочетании с гидравлическим тормозным приводом. Свойства такого тормозного механизма:

- тормозной момент активной (передней) колодки в 2 раза больше, чем пассивной (задней), т.к. $T_1 > T_2$, поэтому иногда при данной схеме на первичной колодке накладку выполняют длиннее (см. рис. 2.6а);
- тормозная эффективность одинакова при движении вперед и назад;
- коэффициент эффективности при нормальных условиях ($\mu = 0,35$) меньше 1,0;
- статическая характеристика не линейна, т.е. стабильность таких механизмов недостаточна;
- неуравновешенность тормозных сил на активной и пассивной колодках, что приводит к дополнительным нагрузкам на подшипники ступицы колеса при торможении.

Конструкция опор колодок рассматриваемого механизма может быть выполнена по различным вариантам. В первом случае колодки имеют шарнирную опору, либо общую, либо индивидуальные, рис. 2.11.

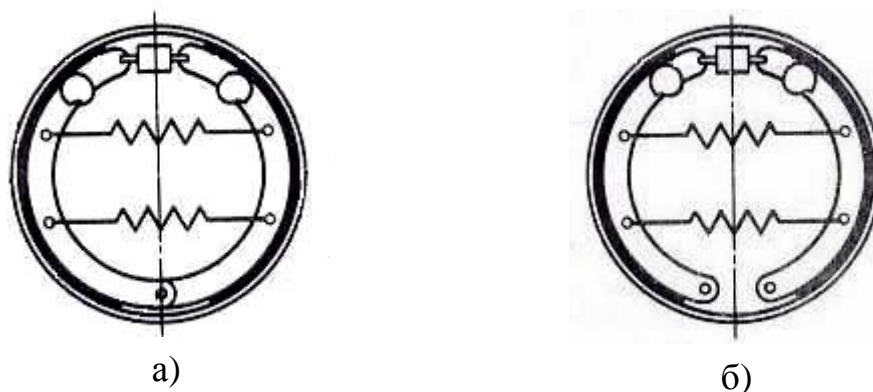


Рис. 2.11. Барабанные тормозные механизмы с равными приводными силами и односторонним расположением опор: а – колодки на общей неподвижной шарнирной опоре; б – колодки на индивидуальных опорах

При торможении из-за неподвижной опоры колодка неравномерно прилегает к барабану, т.к. совершает только вращательное движение. В результате тормозная накладка по своей длине изнашивается неравномерно. Этот недостаток устранен в механизме с «плавающими» колодками, рис. 2.12, имеющими две степени свободы, т.е. каждая колодка при торможении совершает как вращательное движение, так и имеет возможность перемещаться в вертикальном направлении. За счет этого происходит самоустановка колодки и ее равномерное прилегание к внутренней поверхно-

сти барабана. Это достигается тем, что нижняя опора выполнена в виде вертикальной прорези на опорном стержне, в которую заходит нижняя часть колодки.

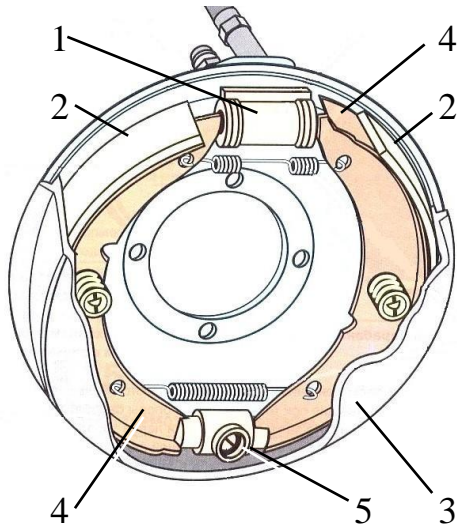


Рис. 2.12. Барабанный тормозной механизм с плавающими колодками: 1 – разжимное устройство; 2 – накладки тормозных колодок; 3 – тормозной барабан; 4 – тормозные колодки; 5 – опора колодок

2. Механизм с равными приводными силами и разнесенными опорами, рис. 2.13.

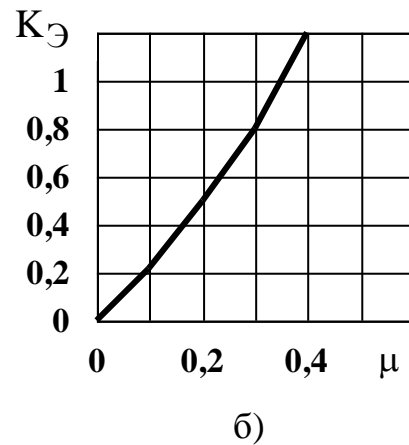
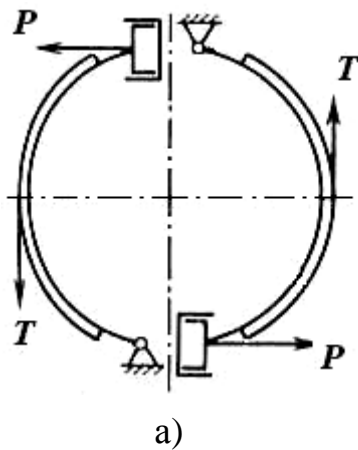


Рис. 2.13. Барабанный тормозной механизм с равными приводными силами и разнесенными опорами: а – схема; б – статическая характеристика при торможении на переднем ходу

В данном механизме используется два одинаковых поршневых разжимных устройства, имеющих по одному поршню в цилиндре, в сочетании с гидравлическим тормозным приводом. Для обеспечения равенства приводных сил рабочие полости цилиндров соединяются трубопроводом, рис. 2.14, что несколько усложняет конструкцию. Свойства такого тормозного механизма:

- обе колодки являются активными, создают равные тормозные моменты;
- коэффициент эффективности при нормальных условиях больше 1,0;
- снижена тормозная эффективность при движении задним ходом в 2 раза, поэтому такие механизмы устанавливаются на передние колеса, которые дополнительно нагружаются в процессе торможения на переднем ходу;
- тормозной механизм является уравновешенным;
- одинаковый износ накладок.

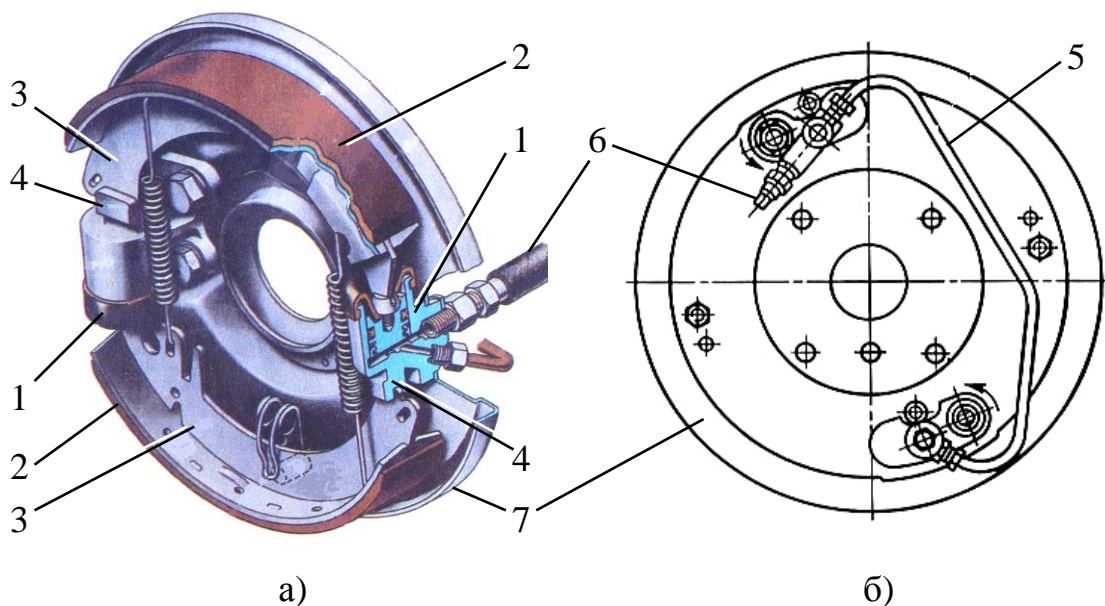


Рис. 2.14. Барабанный тормозной механизм с равными приводными силами и разнесенными опорами: а – конструкция, б – вид с обратной стороны на опорный неподвижный диск тормозного механизма; 1 – разжимные устройства; 2 – накладки тормозных колодок; 3 – тормозные колодки; 4 – опоры колодок; 5 – соединительный трубопровод; 6 – подводящий трубопровод; 7 – опорный неподвижный диск тормозного механизма

3. Механизм с равными перемещениями колодок, рис. 2.15.

В данном механизме используется кулачковое разжимное устройство (см. рис. 2.7). Свойства такого тормозного механизма:

- обе колодки обеспечивают одинаковые тормозные моменты;
- недостаточная тормозная эффективность при нормальных условиях;
- одинаковая тормозная эффективность при движении вперед и назад;
- стабильность (статическая характеристика линейная);

- уравниваемость;
- одинаковый износ накладок;
- удобен для пневмопривода.

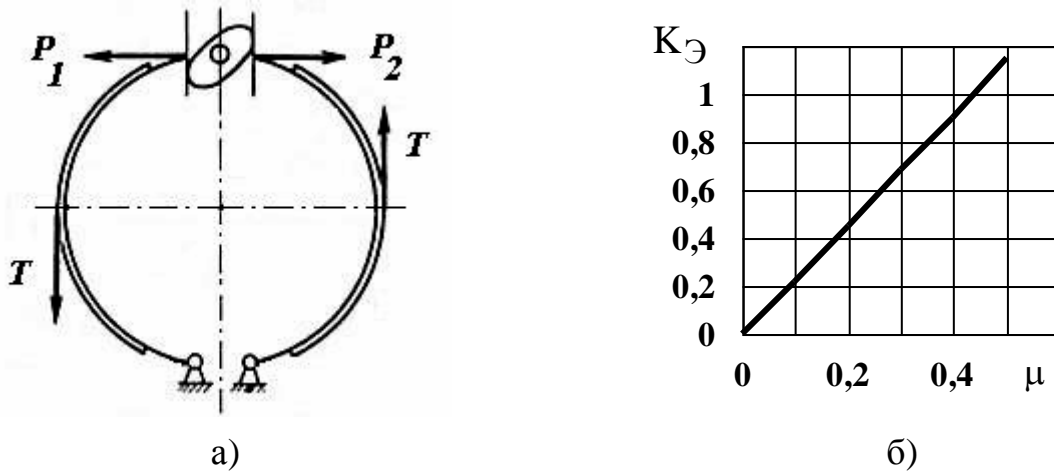


Рис. 2.15. Барабанный тормозной механизм с равными перемещениями колодок: а – схема; б – статическая характеристика при торможении на переднем ходу

4. Механизм с большим самоусилением (сервотормоз), рис. 2.16 и 2.17.

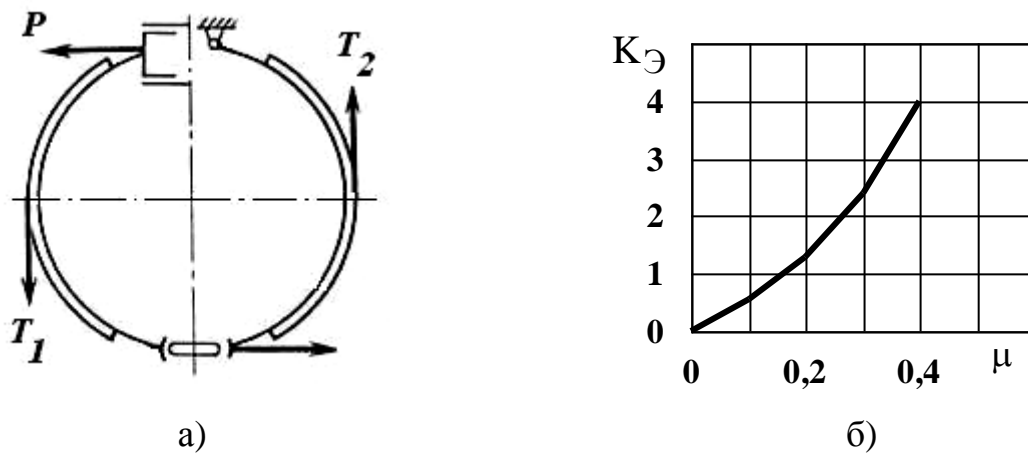


Рис. 2.16. Барабанный тормозной механизм с большим самоусилением: а – схема; б – статическая характеристика при торможении на переднем ходу

Свойства такого тормозного механизма:

- при торможении на переднем ходу обе колодки являются активными, т.е. дополнительно прижимаются к барабанам тормозными силами T_1 и T_2 ;

- тормозная эффективность у задней активной колодки в 2 раза больше, чем у передней;
- износ задней колодки больше;
- высокая тормозная эффективность при нормальных условиях;
- на заднем ходу тормозная эффективность в 3 раза ниже;
- наихудшая стабильность;
- неуравновешенность;
- чрезмерно резкое торможение.

В качестве колесного тормозного механизма данная конструкция не применяется. Наибольший эффект достигается при использовании двустороннего механизма (для достижения одинаковой эффективности при обоих направлениях вращения барабана) в качестве трансмиссионного тормоза в стояночной тормозной системе.

2.3.3. Регулировка барабанных колодочных тормозных механизмов

С целью обеспечения необходимого быстродействия рабочей тормозной системы кроме прочих мероприятий необходимо обеспечить минимально возможные зазоры между тормозными колодками и барабанами. Для легковых автомобилей величина этого зазора должна составлять 0,1...0,2 мм.

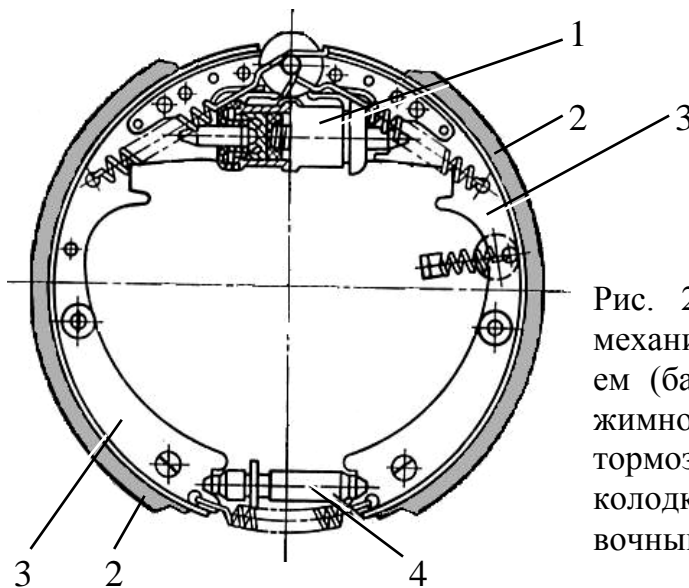


Рис. 2.17. Барабанный тормозной механизм с большим самоусилением (барабан не показан): 1 – разжимное устройство; 2 – накладки тормозных колодок; 3 – тормозные колодки; 4 – толкатель с регулировочным устройством

Регулировка величины указанного зазора должна производиться не только при сборке тормозного механизма. Конструкцией также должна быть предусмотрена возможность восстановления величины зазора в процессе эксплуатации, т.к. из-за износа тормозных накладок зазор увеличивается.

Устройства, обеспечивающие регулировку зазоров между тормозными колодками и барабаном, весьма разнообразны по конструкции. По виду регулировки их можно разделить на две группы.

1. Устройства, обеспечивающие периодическое восстановление необходимой величины зазора ручной регулировкой.

В тормозных механизмах с кулачковым разжимным устройством используется для регулировки червячная передача, рис. 2.18. При регулировке вращается червяк 1, который поворачивает червячное колесо 2, связанное валом 3 с кулачком 4 разжимного механизма. В результате поворота кулачка 4 колодки 5 разводятся, и зазоры между ними и барабаном 6 уменьшаются. Корпус 7 регулировочного механизма остается неподвижным (он является рычагом привода кулачка и поворачивается только при торможении), поэтому регулировкой изменяется только исходное положение колодок относительно барабана. Недостаток – не индивидуальная регулировка колодок, фактически зазор устанавливается по наименее изношенной накладке.

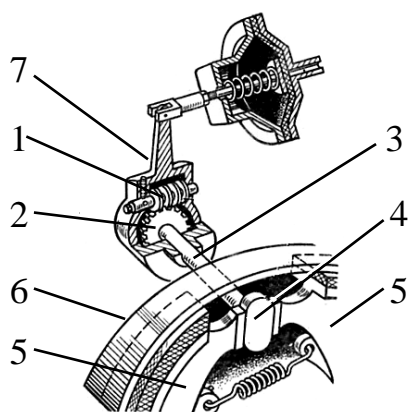


Рис. 2.18. Регулировка барабанного тормозного механизма с кулачковым разжимным устройством: 1 – червяк; 2 – червячное колесо; 3 – вал; 4 – кулачок; 5 – тормозные колодки; 6 – тормозной барабан; 7 – корпус регулировочного механизма

В тормозных механизмах с поршневым разжимным устройством для ручной регулировки используются резьбовые толкатели (см. рис.2.17), а также эксцентрики, рис. 2.18. В расторможенном состоянии тормозные колодки 1 возвратными пружинами 2 и 3 прижимаются к эксцентрикам 4, тем самым обеспечивается их исходное положение и величина зазоров между тормозными колодками и барабаном. В процессе регулировки, индивидуальном для каждой колодки, эксцентрик 4 поворачивается, воздействует на колодку, которая продвигается к барабану, зазор при этом уменьшается.

2. Устройства, обеспечивающие автоматическое поддержание необходимой величины зазора в процессе эксплуатации.

Одним из таких устройств является устройство с фрикционными шайбами, рис. 2.19. Индивидуальное для каждой колодки устройство смонтировано на опорном диске 7, что позволяет поддерживать одинаковые зазо-

ры между накладками обеих колодок и барабаном, даже при различном их износе.

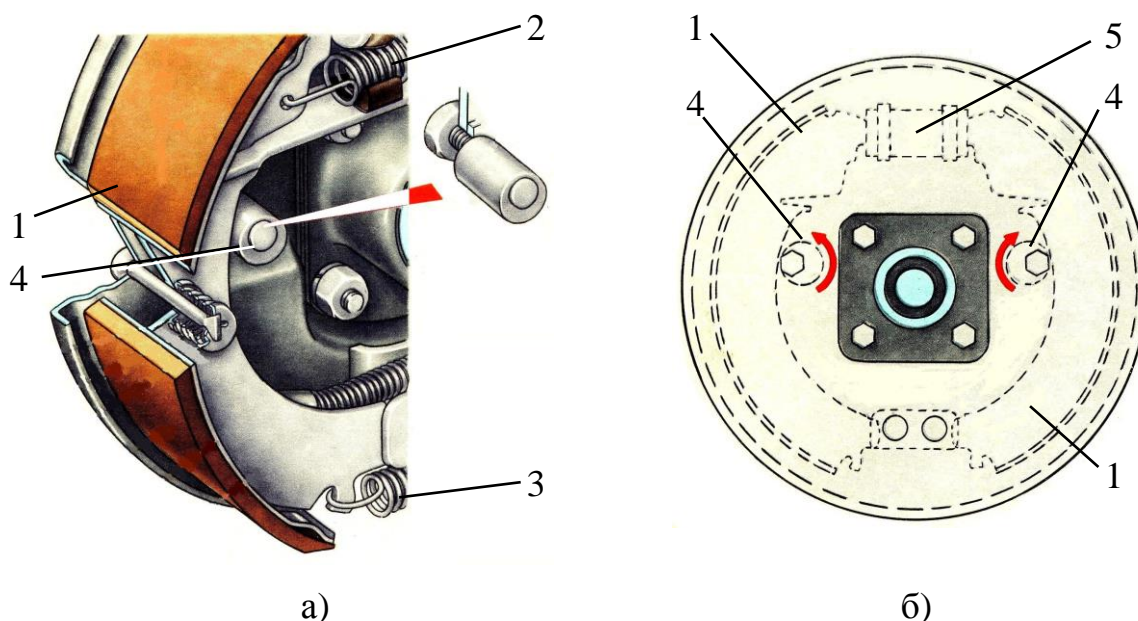


Рис. 2.18. Конструкция устройства ручной регулировки для барабанного тормозного механизма с поршневым разжимным устройством (а), вид на тормозной механизм со стороны опорного диска (б): 1 – тормозные колодки; 2 и 3 – стяжные пружины; 4 – эксцентрики; 5 – разжимное устройство

Корпус 4 устройства фиксируется на колодке 1 фрикционными шайбами 5, которые прижимаются к колодке пружиной 6. В процессе торможения колодка перемещается к барабану по направлению сплошной стрелки, корпус устройства перемещается вместе с колодкой. При этом зазор «А» между стойкой 3 регулировочного устройства и его корпусом 4 уменьшается. Если накладка колодки изнашивалась так, что зазор между накладкой и барабаном увеличился больше положенного, то корпус 4 устройства упирается в стойку 3. Дальнейшее перемещение колодки вызывает перемещение корпуса регулировочного устройства относительно колодки по направлению, указанному пунктирной стрелкой. Силы трения между фрикционными шайбами 5 и колодкой недостаточно для предотвращения этого перемещения, т.к. оно происходит под действием значительных по величине приводных сил, создаваемых тормозным приводом. Растормаживание механизма производится, как уже отмечалось, возвратными пружинами 8 и 9. Их усилия недостаточно, чтобы преодолеть силу трения между фрикционными шайбами 5 и колодкой 1. Поэтому обратный ход колодки будет ограничиваться величиной зазора «А» между неподвижной стойкой и связанным с колодкой корпусом регулировочного устройства. Таким образом, по мере износа тормозной накладки исходное положение колодки

будет автоматически изменяться – колодка будет устанавливаться все ближе и ближе к барабану. Зазор между колодкой и барабаном будет поддерживаться постоянным, его величина определяется зазором «А» в регулировочном устройстве.

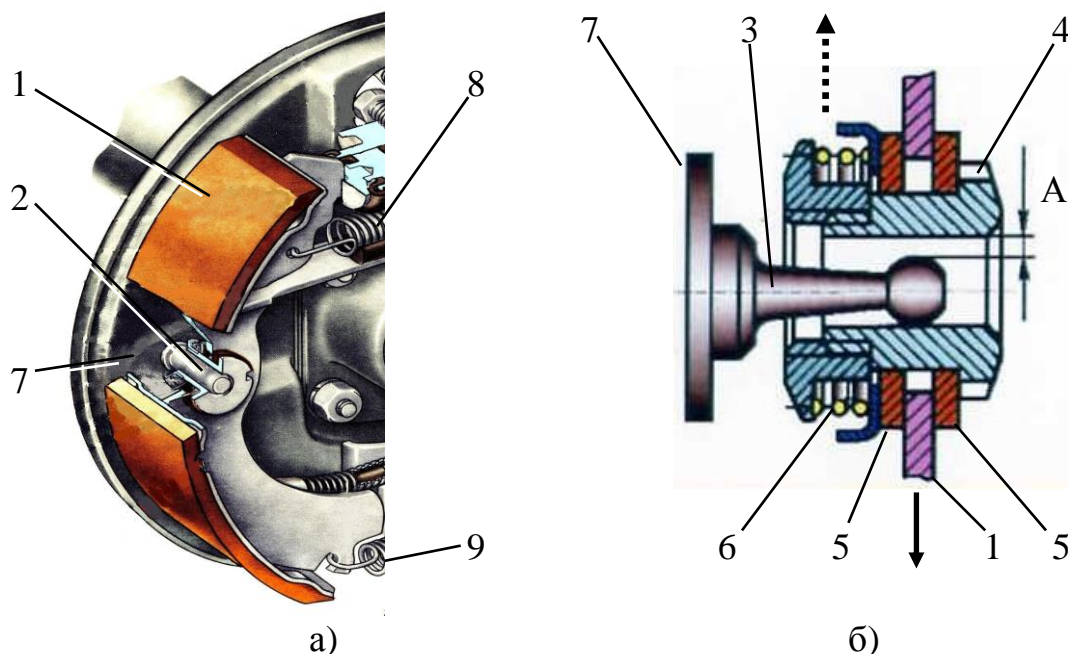


Рис. 2.19. Барабанный тормозной механизм с регулировкой зазора между тормозной колодкой и барабаном фрикционными шайбами (а), конструкция регулировочного устройства (б): 1 – тормозная колодка; 2 – регулировочное устройство; 3 – стойка; 4 – корпус регулировочного устройства; 5 – фрикционные шайбы; 6 – пружина; 7 – опорный диск тормозного механизма; 8 и 9 – стяжные пружины тормозных колодок; А – зазор

Следующий тип устройства, обеспечивающего автоматическое поддержание необходимой величины зазора между накладками тормозных колодок и барабаном, показан на рис. 2.20. Данное устройство расположено в рабочем цилиндре гидравлического привода рабочей тормозной системы. Устройство симметричное двустороннего действия, т.е. регулирование зазора производится индивидуально для каждой тормозной колодки, и величина этого зазора обеспечивается практически одинаковой для обеих колодок. Рассмотрим функционирование устройства на примере одной его половины.

В рабочем тормозном цилиндре 1 установлено с натягом упорное разрезное кольцо 9. В процессе торможения под воздействием жидкости гидропривода поршень 4 перемещается внутри цилиндра, воздействуя через упор 1 на колодку (на рис. 2.20 не показана), заставляя ее перемещаться к барабану. При этом уменьшается зазор «А» между упорным разрезным

кольцом 9 и упорным винтом 10, вкрученным в поршень 4. Если накладка колодки изнашивается так, что зазор между накладкой и барабаном увеличился больше положенного, то буртик упорного винта 10 упирается в разрезное кольцо 9. Дальнейшее перемещение поршня 4 вызывает перемещение кольца 9 внутри цилиндра 1 до тех пор, пока тормозная колодка прижмется полностью к тормозному барабану. При растормаживании усилия возвратных пружин тормозного механизма недостаточно, чтобы сдвинуть кольцо 9 в обратном направлении. Таким образом, как и в рассмотренном выше устройстве, обратный ход колодки будет ограничиваться величиной зазора «А», за счет этого будет поддерживаться постоянный зазор между колодкой и барабаном.

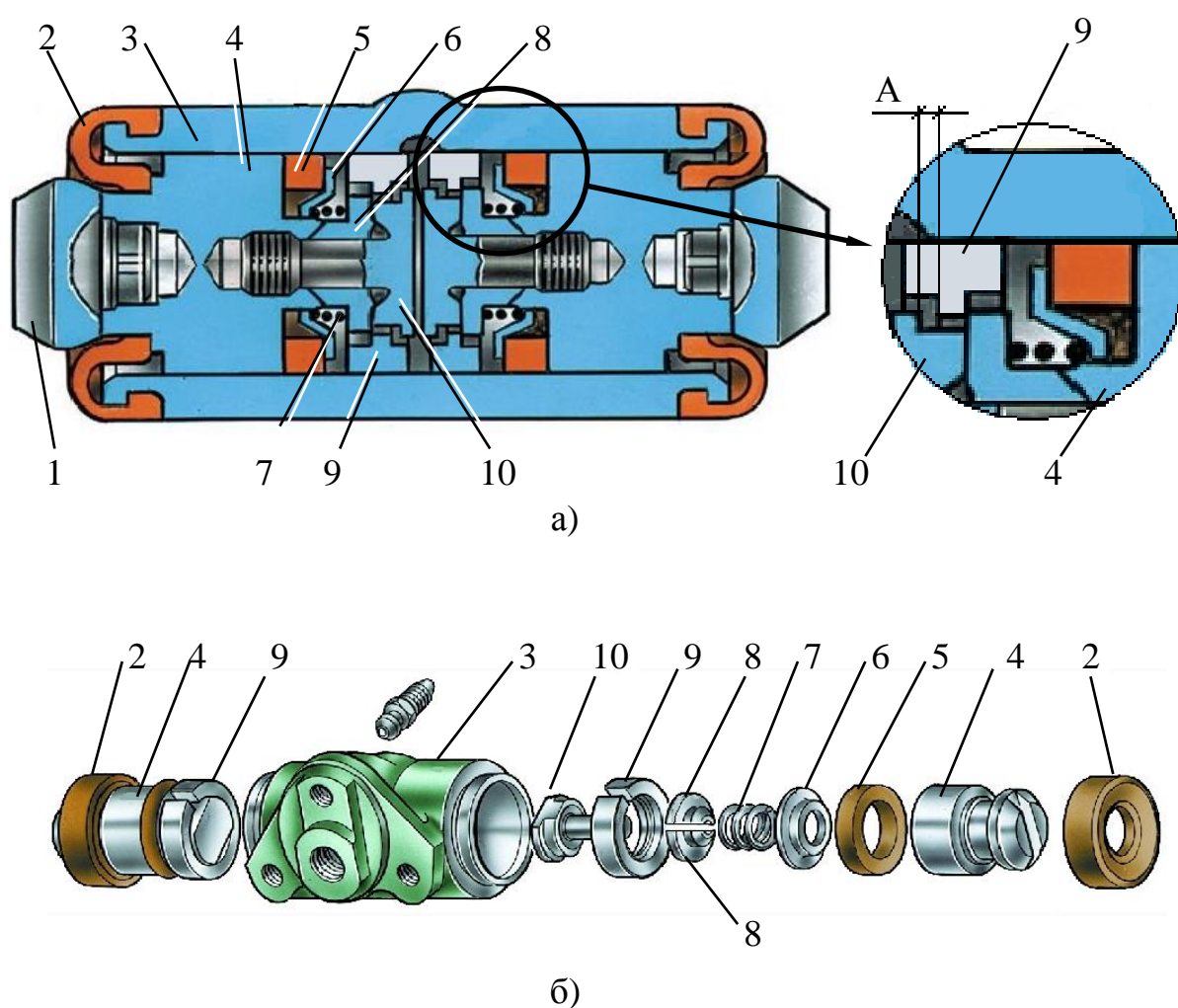


Рис. 2.20. Разрез рабочего тормозного цилиндра с устройством автоматической регулировки зазора между тормозными колодками и барабаном (а), детали и узлы рабочего тормозного цилиндра (б): 1 – упор колодки; 2 – защитный колпачок; 3 – корпус цилиндра; 4 – поршень; 5 – уплотнитель; 6 – опорная тарелка; 7 – пружина; 8 – сухари; 9 – упорное кольцо; 10 – упорный винт; А – зазор

По достижении предельного износа тормозных накладок необходима их замена, если накладки приклепаны к тормозным колодкам. В случае приклеенных накладок колодки заменяются целиком. При этом следует учесть, что разрезные упорные кольца 9 выдвинуты в крайние положения, и чтобы надеть тормозной барабан на новые колодки, необходимо их свести, рис. 2.21, упорные кольца тем самым продвинутся внутрь рабочего тормозного цилиндра.

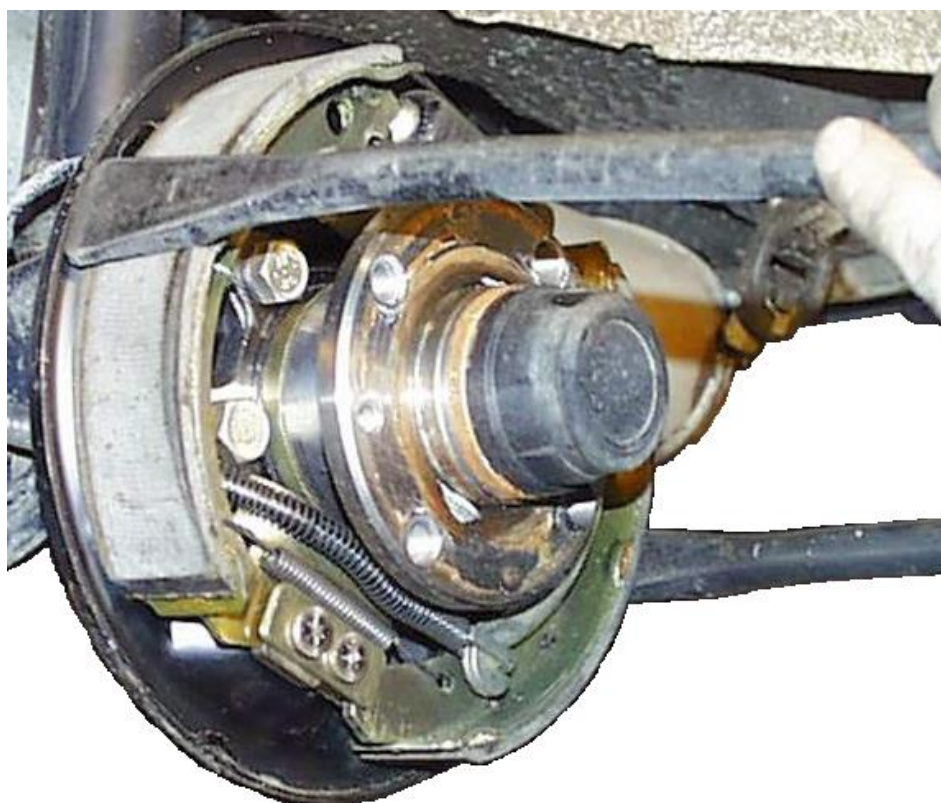


Рис. 2.21. Операция сведения тормозных колодок

Для тормозных механизмов с кулачковым разжимным устройством применяется, в частности, конструкция, приведенная на рис. 2.22. Устанавливается такое устройство вместо устройства ручной регулировки (см. рис. 2.18), но в отличие от него имеет связь с корпусом тормозного механизма посредством неподвижного рычага 6. Аналогично устройству ручной регулировки, при торможении шток 10 тормозной камеры поворачивает корпус рычага 1, в котором установлен вал 9, изготовленный заодно с червяком. Червяк находится в зацеплении с червячным зубчатым колесом 7, которое поворачивается вместе с корпусом против часовой стрелки (по рис. 2.22). Колесо 7 соединено шлицевым соединением с валом 11 кулачка разжимного устройства тормозного механизма, который также поворачивается и разводит тормозные колодки. Если в устройстве, показанном на рис. 2.18, регулирование величины зазора между тормозными колодками и барабаном производится поворотом вала червяка вручную, то в устрой-

стве, представленном на рис. 2.22, кроме ручной установки зазора производится автоматическое его уменьшение в процессе работы, чем компенсируется износ тормозных накладок. Происходит это следующим образом.

При торможении, кроме указанных выше изменений во взаимном положении элементов устройства, происходит:

- под действием сил в зацеплении червяк 9 – колесо 7 вал червяка 9 перемещается вправо по рисунку, при этом сжимается тарельчатая пружина 8 и между конусом вала 9 и конусом наружной муфты 3 образуется зазор, см. также рис. 2.23а;
- зубчатая рейка 4, упираясь своим выступом в вырез диска 5 рычага 6, перемещается вверх перпендикулярно оси вала 9;
- рейка 4 находится в зацеплении с шестерней 2, поэтому шестерня проворачивается вместе со связанной с ней наружной муфтой 3, рис. 2.23а, при этом вал 9 не вращается, т.к. между конусными поверхностями вала 9 и муфты 3 ранее образовался зазор;

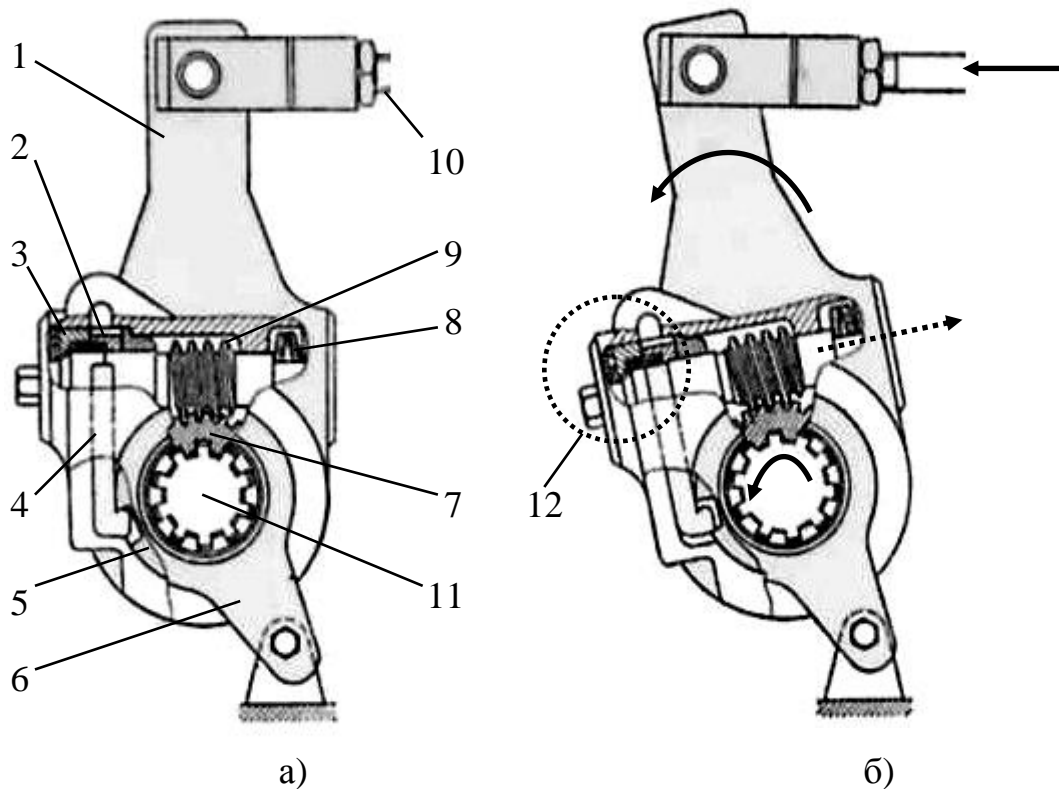


Рис. 2.22. Устройство автоматической регулировки зазора между тормозными колодками и барабаном тормозного механизма автомобиля КАМАЗ-6460: а – торможения нет, б – торможение; 1 – корпус рычага регулировочного устройства; 2 – шестерня; 3 – полу-муфта наружная; 4 – зубчатая рейка; 5 – диск; 6 – неподвижный рычаг; 7 – червячное зубчатое колесо; 8 – пружина; 9 – вал с червяком; 10 – шток тормозной камеры; 11 – вал кулачка разжимного устройства тормозного механизма; 12 – подробнее см. на рис. 2.23

В начале растормаживания, рис. 2.23б, изменяется направление сил в зацеплении червяк – колесо, в результате чего и под действием пружины 8 (см. рис. 2.22) вал 9 перемещается влево по рисунку и соприкасается конусной поверхностью «А» с наружной муфтой 3, вал 9 и муфта 3 соединяются за счет силы трения.

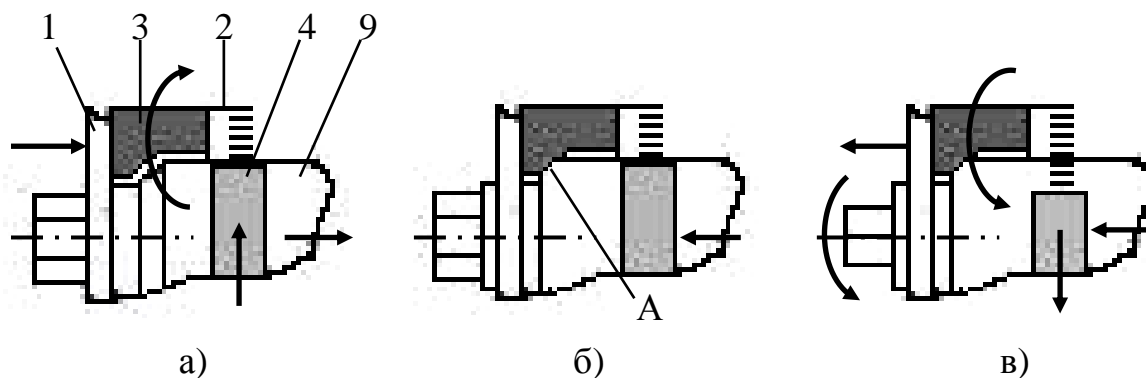


Рис. 2.23. Работа устройства автоматической регулировки зазора между тормозными колодками и барабаном тормозного механизма автомобиля КАМАЗ-6460: а – в процессе торможения, б – начало растормаживания, в – в процессе растормаживания; 1 – корпус рычага регулировочного устройства; 2 – шестерня; 3 – полу муфта наружная; 4 – зубчатая рейка; 9 – вал с червяком; А – поверхности трения

При растормаживании, рис. 2.23в, зубчатая рейка 4 перемещается вниз относительно вала 9, проворачивает шестерню 2 и связанную с ней муфту 3 по направлению, указанному стрелками. От муфты 3 проворачивается вал 9, далее червячное колесо 7, вал 11 и кулачок разжимного устройства, тормозные колодки немного разводятся, зазор между тормозными колодками и барабаном уменьшается. Этот процесс происходит при каждом торможении. Величина, на которую уменьшается зазор, зависит от его первоначального значения. По данным завода-изготовителя при первоначальном зазоре 1,6 мм за сорок торможений он уменьшается на 1,1 мм, а при первоначальном зазоре 0,5 мм – всего на 0,1 мм.

Существуют другие аналогичные конструкции, применяемые с кулачковыми разжимными устройствами. Конструкция одного из таких устройств показана на рис. 2.24. Принципиальное отличие от устройства по рис. 2.22 – изменение зазора происходит не при каждом торможении, а при превышении его величины максимально допустимого значения. В этом случае скоба 7 касается упора, расположенного на балке моста и поворачивается с корпусом 6 внутри рычага 1, вместе с ними поворачивается пружина 9, установленная в корпусе 6 с натягом по наружному диаметру. При этом гайка 5 остается неподвижной, т.к. пружина 9 вращается относительно нее по направлению навивки пружины. В процессе растормажива-

ния скоба 7, корпус 6 с пружиной 9 поворачиваются в обратную сторону. Пружина 9 вращается относительно гайки 5 против навивки проволоки, блокирует гайку и проворачивает ее и связанный с гайкой вал червяка 2. Как было описано выше, это вызывает уменьшение зазора между накладками тормозных колодок и барабаном.

Для клиновых разжимных устройств (см. рис. 2.9) применяются храповые механизмы для автоматической регулировки зазора, рис. 2.25.

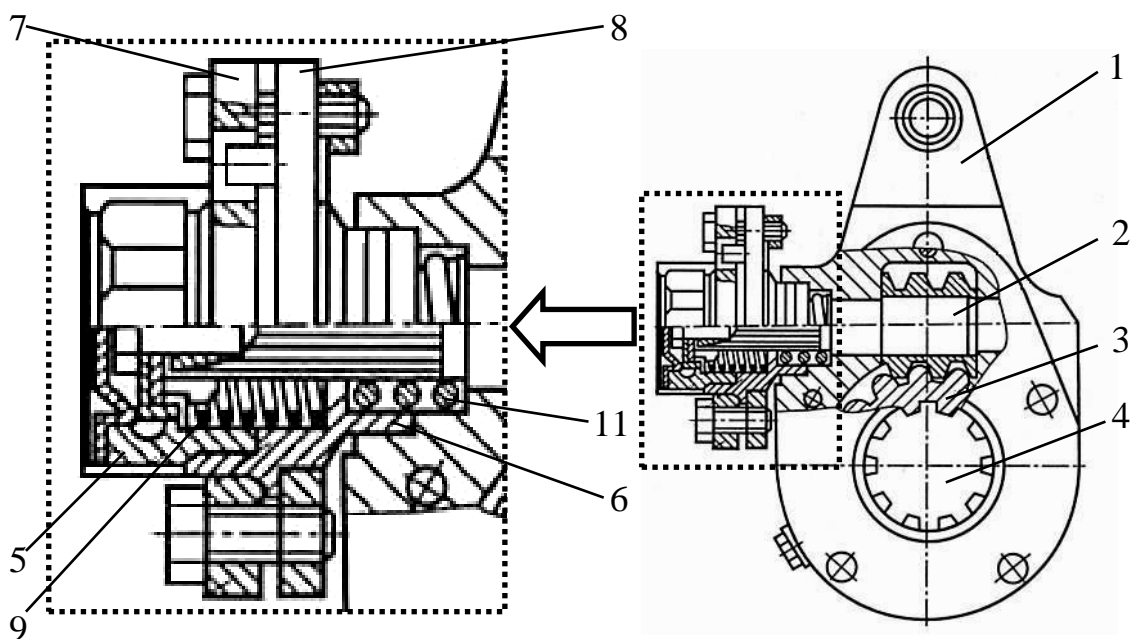


Рис. 2.24. Устройство автоматической регулировки зазора между тормозными колодками и барабаном тормозного механизма с кулачковым разжимным устройством: 1 – корпус рычага регулировочного устройства; 2 – вал с червяком; 3 – червячное зубчатое колесо; 4 – вал кулачка разжимного устройства тормозного механизма; 5 – гайка; 6 – корпус муфты; 7 – скоба, 8 – установочное кольцо; 9 – блокирующая пружина из проволоки прямоугольного сечения; 10 – шток тормозной камеры; 11 – фиксирующая пружина

Устройство позволяет осуществлять индивидуальную регулировку тормозных колодок. Начальная установка зазора производится регулировочным винтом 3, который ввернут во втулку 2 и от проворачивания стопорится ребром тормозной колодки 4. При торможении толкатель 1 совместно с втулкой 2 и винтом 3 перемещаются вправо по рисунку. Если в результате износа тормозной накладки и увеличения зазора накладка-барабан сверх допустимой величины ход втулки 2 превысит шаг наружной треугольной резьбы, втулка продвинется вправо, отжав вниз подпружиненный толкатель 5.

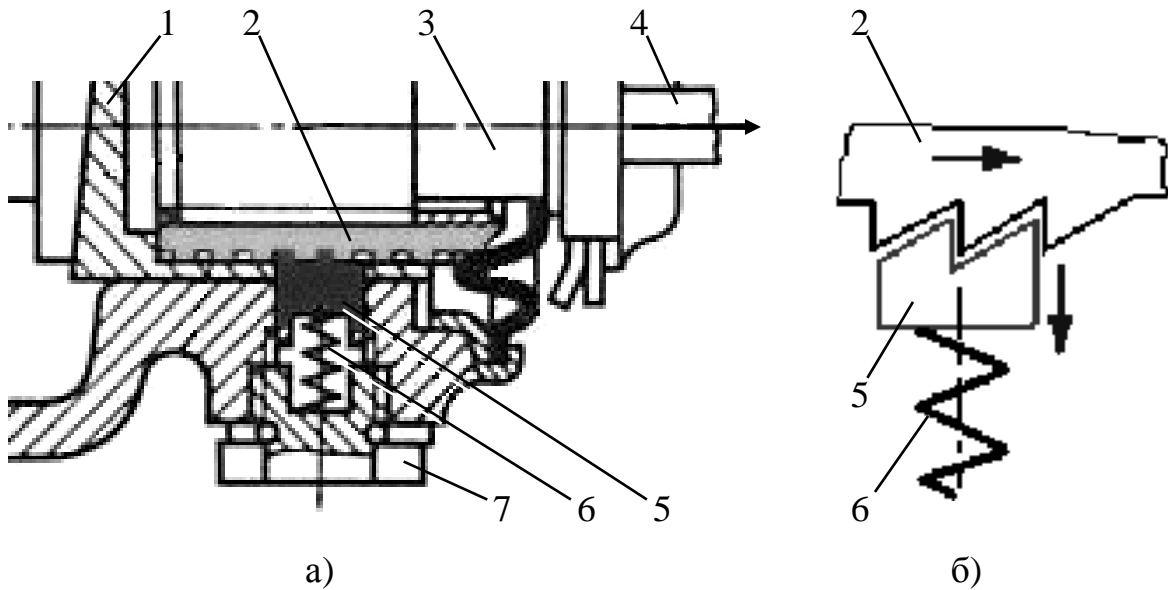


Рис. 2.25. Устройство автоматической регулировки зазора между тормозными колодками и барабаном тормозного механизма с клиновым разжимным устройством: а – конструкция, б – схема храпового устройства; 1 – толкатель разжимного устройства; 2 – регулировочная втулка; 3 – регулировочный винт; 4 – ребро тормозной колодки; 5 – стопорный штифт; 6 – пружина; 7 – заглушка

При растормаживании втулка останется в новом положении, т.к. ее движение влево будет ограничено зубьями толкателя 5, который выполняет функцию собачки храпового механизма. В случае установки новых тормозных колодок, чтобы надеть на колодки тормозной барабан необходимо привести регулировочное устройство в начальное положение. Для этого следует выкрутить заглушку 7, демонтировать пружину 6 с толкателем 5, после чего появится возможность сдвинуть толкатель 1 влево.

2.4. Фрикционные дисковые тормозные механизмы

Традиционно применялись в основном на легковых автомобилях, преимущественно на передних колесах. В последние годы дисковые тормозные механизмы применяются на ряде моделей легковых автомобилей на все колеса, а также их начинают устанавливать и на грузовые автомобили малой и средней грузоподъемности. Первым отечественным автомобилем этого типа является КАМАЗ-4308 с колесной формулой 4x2 полной массой 11500 кг при грузоподъемности 5500 кг. На все колеса этого автомобиля устанавливаются дисковые тормозные механизмы шведской фирмы «Халдекс», рис. 2.26. Такие же тормозные механизмы устанавливаются на автомобиль КАМАЗ-4307 грузоподъемностью 3500 кг, который на данный момент находится в стадии постановки на производство.

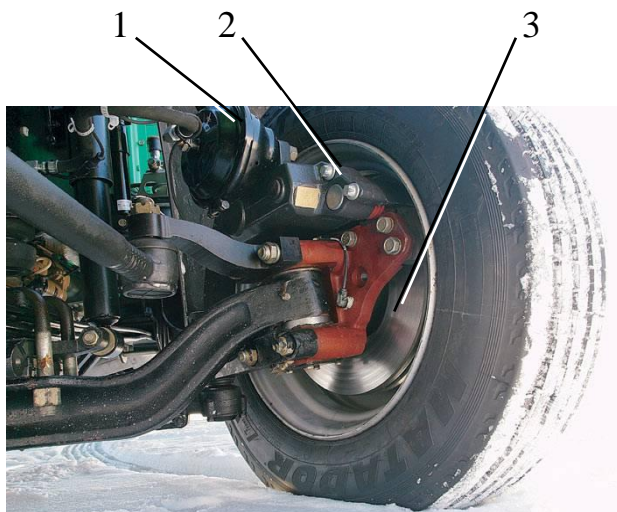


Рис. 2.26. Дисковый тормозной механизм автомобиля КАМАЗ-4308:
1 – пневмокамера; 2 – суппорт; 3 – тормозной диск

Конструкция фрикционного дискового тормозного механизма представлена на рис. 2.27. Вращающиеся части – тормозной диск 1, соединенный со ступицей 2 колеса, не вращающиеся части – суппорт 3 с тормозными колодками 4 и рабочими цилиндрами.

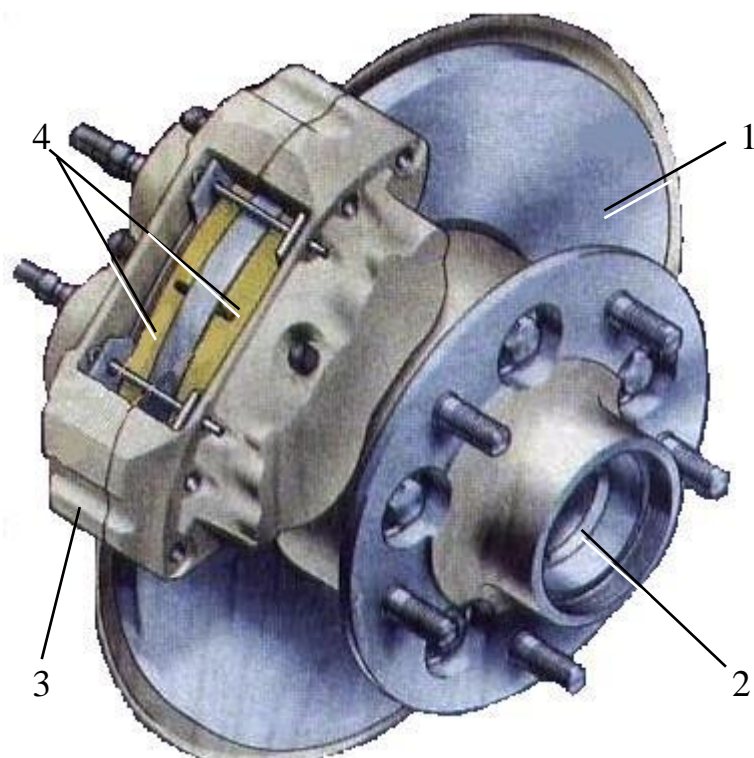


Рис. 2.27. Дисковый тормозной: 1 – тормозной диск; 2 – ступица колеса; 3 – суппорт; 4 – тормозные колодки

Свойства дисковых тормозных механизмов:

- низкий коэффициент эффективности – самый минимальный из всех фрикционных тормозных механизмов, рис. 2.28, следовательно, для создания высоких тормозных моментов необходимо обеспечивать

большие величины приводных сил по сравнению с барабанными тормозными механизмами;

- хорошая стабильность, т.е. малая зависимость тормозной эффективности механизма от состояния поверхностей трения;
- меньшая чувствительность к попаданию воды, т.к. давление колодок в 3...4 раза больше по сравнению с барабанными тормозными механизмами из-за больших приводных сил при меньшей площади накладок;
- малый ход поршня рабочего цилиндра;
- более благоприятные условия для охлаждения, т.к. в подавляющем большинстве конструкций диск открытый;
- меньшая масса по сравнению с барабанными тормозными механизмами;
- неуравновешенность тормозных сил, что создает дополнительные нагрузки на ступичные подшипники при торможении;
- более интенсивный износ тормозных накладок, но и более легкая замена тормозных колодок в целом;
- с дисковыми тормозными механизмами могут применяться гидравлический, пневматический и электрический приводы.

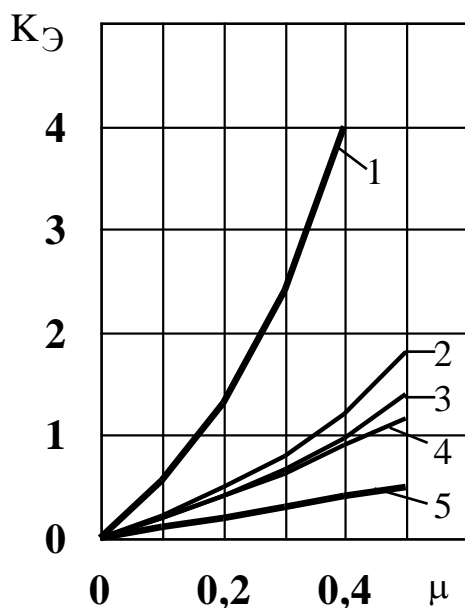


Рис. 2.28. Статические характеристики тормозных механизмов различного типа: 1 – барабанный сервотормоз; 2 – барабанный с равными приводными силами и разнесенными опорами; 3 – барабанный с равными приводными силами и односторонним расположением опор; 4 – барабанный с равными перемещениями колодок; 5 – дисковый тормозной механизм

Дисковый тормозной механизм с гидравлическим приводом показан на рис. 2.29. Торможение осуществляется за счет того, что при повышении давления в рабочем цилиндре 1 поршни 2 перемещаются и прижимают накладки тормозных колодок 3 к тормозному диску 4, затормаживая его.

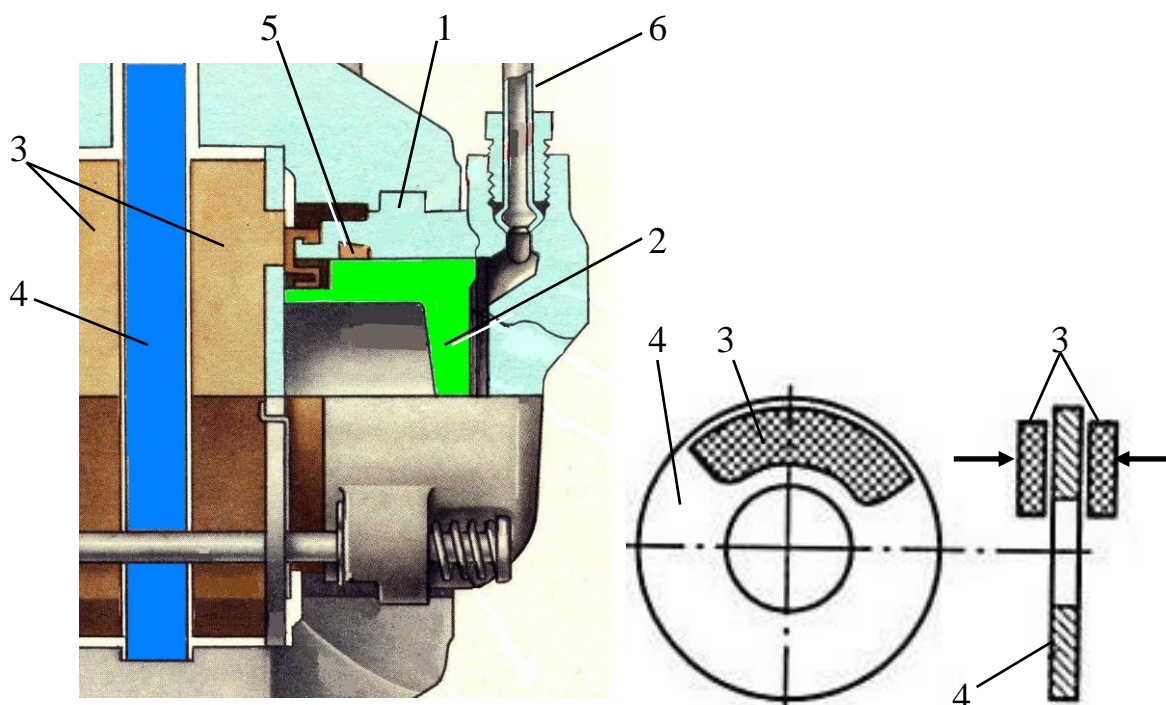


Рис. 2.29. Торможение дискового тормозного механизма: 1 – рабочий цилиндр; 2 – поршень; 3 – накладки тормозных колодок; 4 – тормозной диск; 5 – уплотнительное кольцо; 6 – трубопровод гидросистемы тормозного привода

Плоскость каждой тормозной накладки равномерно прилегает к соответствующей плоскости тормозного диска. Такая простая кинематика механизма позволяет обеспечить минимальную величину зазоров между накладками и диском, порядка 0,1 мм. Это способствует повышению быстродействия рабочей тормозной системы с дисковыми тормозными механизмами. При этом к точности изготовления и установки тормозного диска предъявляются повышенные требования.

В отличие от барабанных тормозных механизмов, которые растормаживаются возвратными пружинами, растормаживание дисковых тормозных механизмов с гидравлическим приводом производится уплотнительными кольцами поршней рабочего цилиндра. В процессе торможения из-за движения поршня происходит деформация уплотнительного кольца, рис. 2.30а. После падения давления в рабочем цилиндре в процессе растормаживания кольцо принимает прежнюю форму за счет собственной упругости и отводит поршень от тормозной колодки, рис. 2.30б. При износе накладок поршни перемещаются в новое положение – автоматическая регулировка зазора. Такая организация процесса растормаживания возможна вследствие малой величины зазора накладка-диск, а также при условии обеспечения при растормаживании уменьшения давления в рабочем цилиндре до атмосферного (см. раздел 3.2).

По конструкции скобы, т.е. элемента, соединяющего между собой обе тормозные колодки, дисковые тормозные механизмы подразделяются:

- механизмы с фиксированной (неподвижной) скобой;
- механизмы с плавающей скобой;
- механизмы с качающейся скобой.

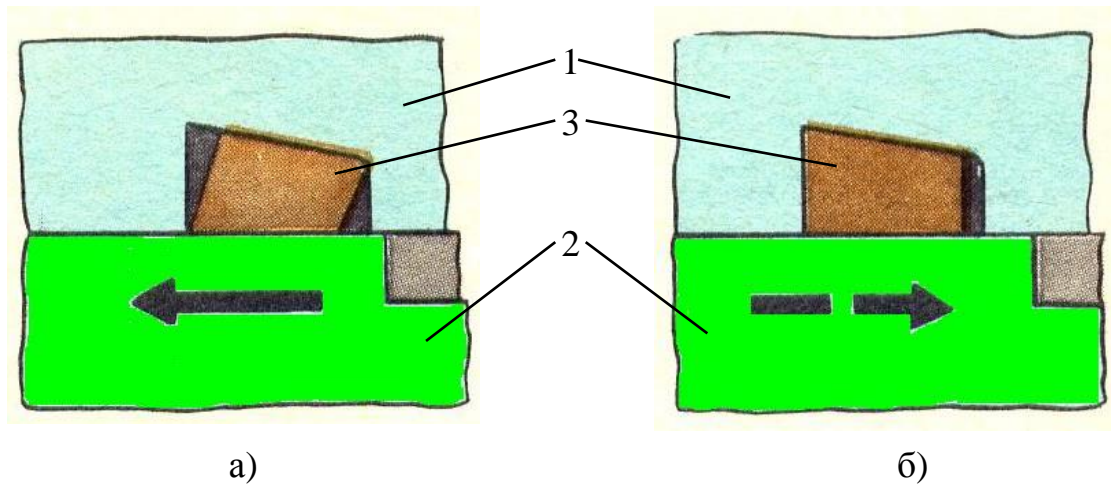


Рис. 2.30. Схема работы уплотнительного кольца при торможении (а) и растормаживании (б) дискового тормозного механизма с гидравлическим приводом: 1 – рабочий цилиндр; 2 – поршень; 3 – уплотнительное кольцо

В дисковых тормозных механизмах с фиксированной скобой, рис. 2.31 и 2.32, функцию скобы выполняет суппорт, который крепится неподвижно на фланце поворотного кулака.

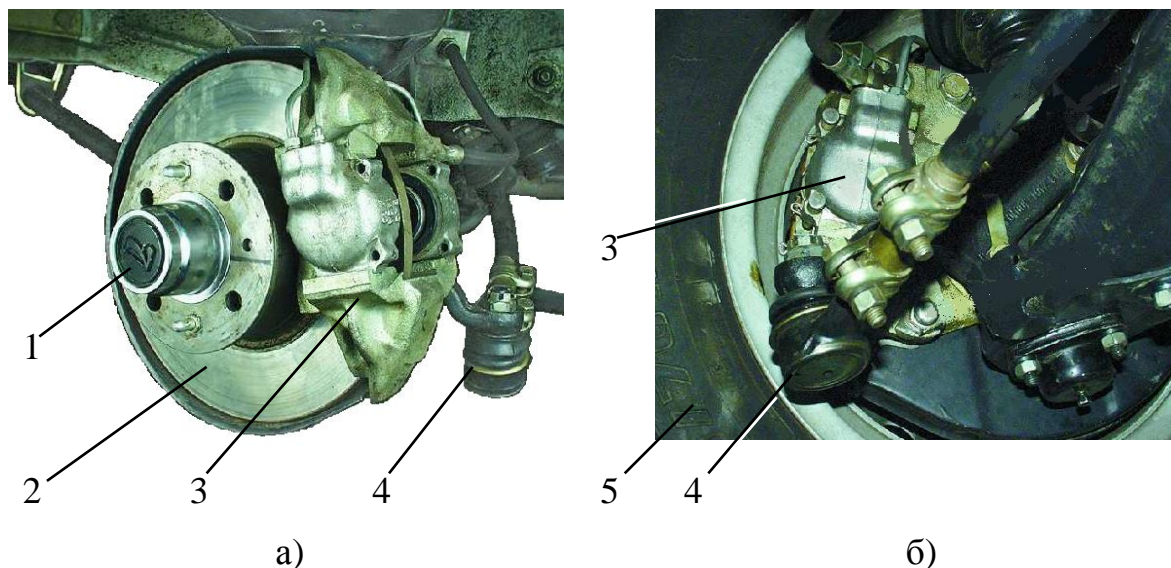


Рис. 2.31. Дисковый тормозной механизм с фиксированной скобой: а – вид снаружи, б – вид изнутри; 1 – ступица колеса; 2 – тормозной диск; 3 – суппорт в сборе; 4 – шарнир рулевой тяги; 5 – колесо

Два рабочих цилиндра закреплены на суппорте по обе стороны диска и каждый воздействует на свою тормозную колодку. Цилиндры связаны трубопроводом для выравнивания рабочего давления.

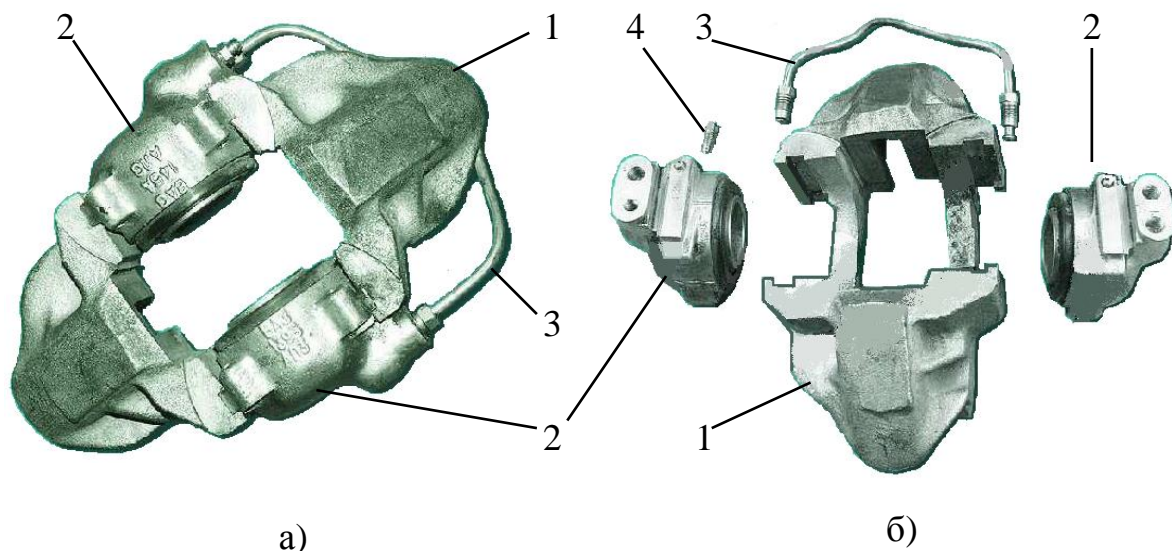


Рис. 2.32. Суппорт в сборе (а) и детали суппорта (б): 1 – корпус суппорта; 2 – рабочие тормозные цилиндры; 3 – соединительный трубопровод; 4 – фиксатор

Дисковые тормозные механизмы другого типа – с плавающей скобой – удобны в тормозных системах, где на один тормозной механизм осуществляется воздействие от двух контуров тормозного привода (см. раздел 3.1), и поэтому необходимо разместить в одном блоке несколько рабочих цилиндров. Применяются такие механизмы и в системах, где на один тормозной механизм действует один контур тормозного привода, при этом рабочий цилиндр один на весь механизм, рис. 2.33. Скоба (суппорт) 3, в которой закреплен блок гидроцилиндров 5, имеет возможность перемещаться параллельно оси колеса относительно неподвижной направляющей колодок 2. При торможении поршни 6 гидроцилиндров воздействуют на внутреннюю колодку, прижимая ее к тормозному диску 1. Под действием реактивной силы блок гидроцилиндров совместно с суппортом начинает перемещаться к оси автомобиля и воздействует на наружную колодку, прижимая и ее к тормозному диску. Положительное свойство механизмов с плавающей скобой – уменьшение габаритов по ширине, но ход поршня возрастает в два раза по сравнению с механизмом с неподвижной скобой. Для растормаживания можно использовать как упругое уплотнительное кольцо 7, так и пружины, которые могут устанавливаться вместе с направляющими пальцами.

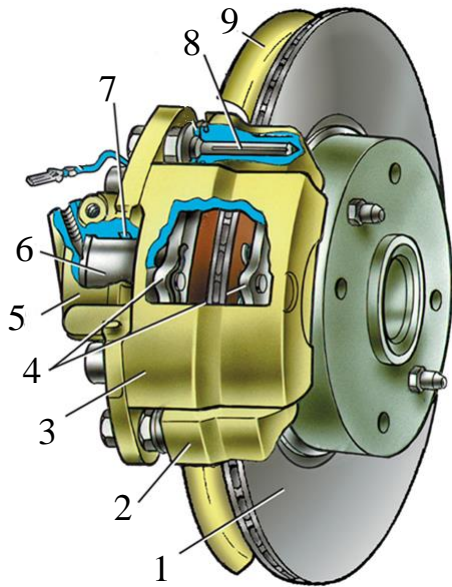


Рис. 2.33. Дисковый тормозной механизм с плавающей скобой: 1 – тормозной диск; 2 – направляющая колодок; 3 – суппорт; 4 – тормозные колодки; 5 – цилиндр; 6 – поршень; 7 – уплотнительное кольцо; 8 – направляющий палец; 9 – защитный кожух

Еще один тип дисковых тормозных механизмов – механизмы с качающейся скобой, рис. 2.34.

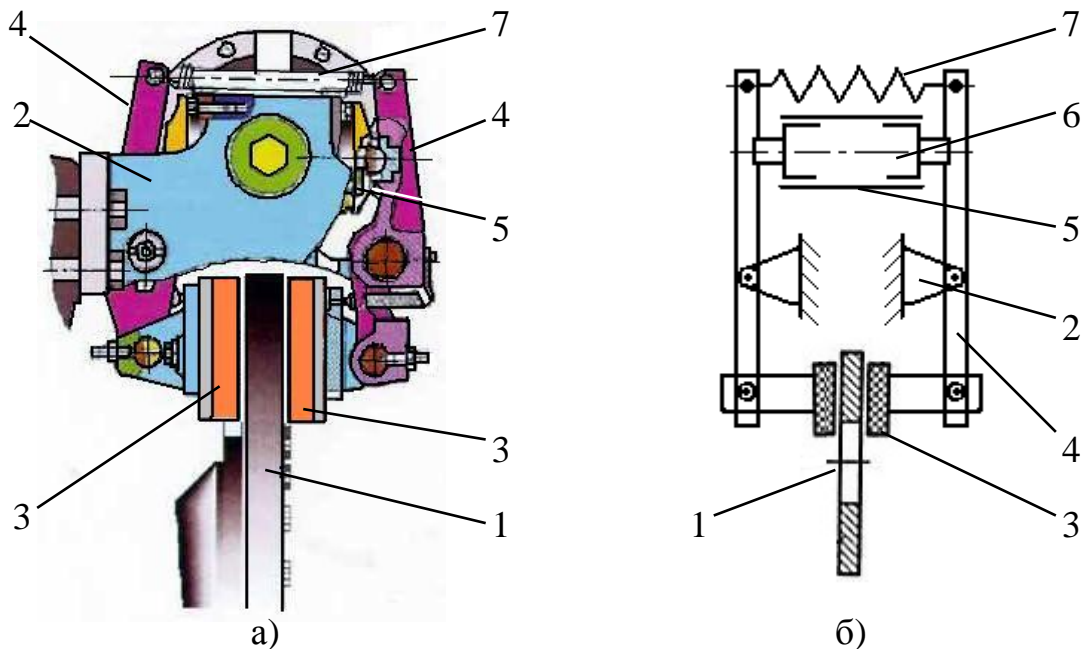


Рис. 2.34. Дисковый тормозной механизм с качающейся скобой: а – конструкция, б – схема; 1 – тормозной диск; 2 – суппорт; 3 – тормозные колодки; 4 – рычаги; 5 – цилиндр; 6 – поршни; 7 – возвратная пружина

Широкого распространения они не получили из-за значительных габаритов, но эти механизмы обладают рядом положительных свойств. В частности, рычажная система обеспечивает увеличение тормозной силы, что, как показано выше, необходимо для получения приемлемых тормозных моментов в дисковых механизмах, имеющих низкую тормозную эффективность. В качестве положительного свойства можно отметить и то, что такие тормозные механизмы растормаживаются пружиной (есть место для ее размещения). Это способствует более полному отводу тормозных колодок от тормозного диска.

В высокоскоростных автомобилях возникает необходимость повышения стойкости тормозных дисков к нагреву. С этой целью могут осуществляться следующие конструктивные мероприятия.

1. Применение вентилируемых дисков, т.е. дисков имеющих различного вида полости и отверстия для прохода воздуха и за счет этого лучшего охлаждения, рис. 2.35.



Рис. 2.35. Вентилируемые тормозные диски

2. Применение керамических дисков, рис. 2.36а. Такие диски имеют значительный срок службы (до 300 000 км), при этом увеличивают стоимость автомобиля примерно на \$10 000, поэтому устанавливаются на дорогие скоростные автомобили (Mercedes SLR McLaren, топ-версия Audi A8, Porsche 911 и др.). Кроме того керамические диски обладают лучшей стабильностью в сравнении со стальными дисками, а также при их установке обеспечивается значительное снижение массы неподрессоренных частей.

3. На гоночных автомобилях («Формула-1») в тормозных механизмах применяются диски из углеродных композитов («карбоновые» диски). Они обладают низкой массой при высокой прочности, но при этом эффективны только в прогретом состоянии, холодные «карбоновые» диски по своей эффективности проигрывают даже стальным. Перегрев таких дисков так же недопустим, как и недогрев, поэтому они выполняются вентилируемыми и охлаждаются встречным потоком воздуха, который с помощью специальных трубопроводов направляется к тормозам, рис. 2.36б.

4. Принудительный обдув тормозных механизмов встречным потоком воздуха – используется для их охлаждения не только на гоночных автомобилях, но и на скоростных автомобилях общего назначения.

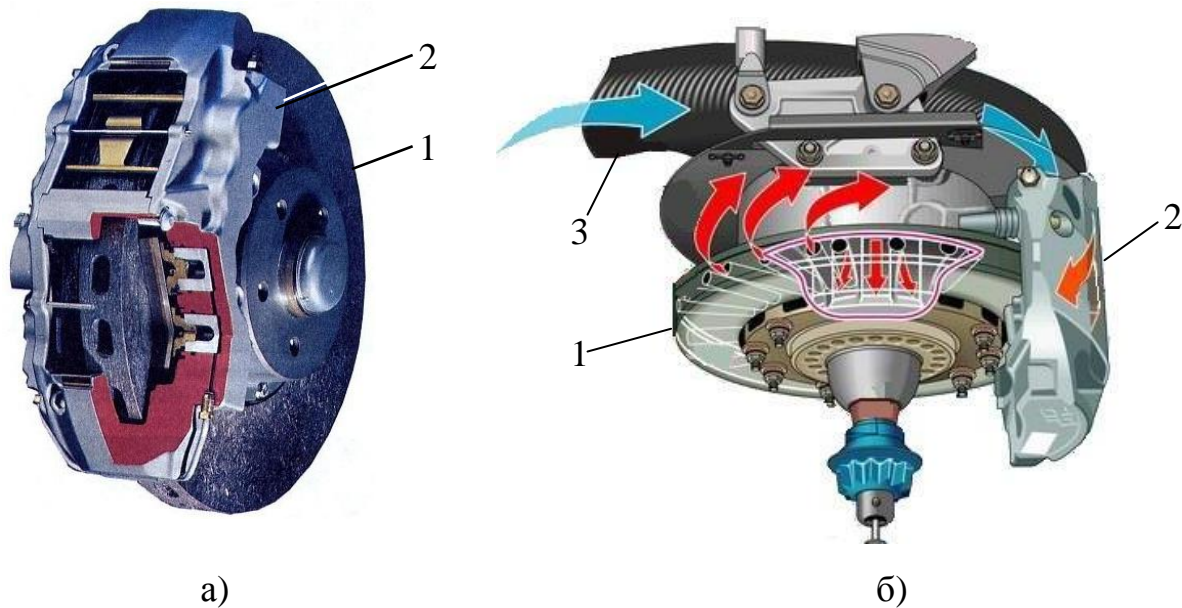


Рис. 2.36. Дисковый тормозной механизм с керамическим диском (а), дисковый тормозной механизм с принудительным обдувом (б): 1 – диск; 2 – суппорт; 3 – направляющий трубопровод

3. ТОРМОЗНЫЕ ПРИВОДЫ. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ТОРМОЗНОЙ ПРИВОД

Тормозной привод – совокупность устройств, осуществляющих связь органа управления (педаль или рычаг) с тормозными механизмами. Предназначен для управления и приведения в действие тормозных механизмов.

Типы тормозных приводов:

- механический;
- гидравлический;
- пневматический;
- электрический;
- смешанный.

В рабочей тормозной системе современных автомобилей механический тормозной привод не применяется ввиду трудности получения больших приводных сил. Наибольшее распространение получили гидравлические и пневматические приводы рабочей тормозной системы.

Гидравлический тормозной привод является наиболее часто применяемым приводом рабочей тормозной системы легковых автомобилей и грузовых автомобилей малой и средней грузоподъемности с колесной формулой 4×2. Привод является гидростатическим, то есть передача энергии

осуществляется за счет увеличения давления рабочей жидкости в приводе при незначительных скоростях потока. Давление рабочей жидкости при нормальном торможении составляет 2...4 МПа, при аварийном (резком) торможении 6...10 МПа и более – до 15 МПа. При таких условиях жидкость является несжимаемой.

Достоинства гидравлического тормозного привода:

- малое время срабатывания;
- равенство приводных сил на тормозных механизмах левых и правых колес;
- удобство компоновки;
- высокий КПД (до 0,95);
- возможность необходимого распределения приводных сил между передними и задними колесами, например, регулированием давления, применением цилиндров с различными диаметрами;
- пропорциональность усилия на педали и приводных сил (силовое следящее действие);
- простота обслуживания.

Недостатки гидравлического тормозного привода:

- снижение КПД при низких температурах;
- выход из строя при местных повреждениях;
- потребность в специальной жидкости (температура кипения этой жидкости должна быть достаточно высокая, температура застывания – низкая);
- сложность использования для привода прицепов в автопоездах.

В состав гидравлического тормозного привода входит ряд узлов и приборов, соединенных трубопроводами, рис. 3.1, а также сигнализирующие устройства, минимальная комплектация которых содержит систему световой сигнализации о наличии торможения и световую сигнализацию, предупреждающую о недопустимом понижении уровня рабочей жидкости в дополнительном бачке главного тормозного цилиндра.

3.1. Конструкция гидравлического тормозного привода

По конструктивному исполнению гидравлические тормозные приводы подразделяются на одноконтурные (нераздельные) и двухконтурные (раздельные). По наличию усилителя – на приводы с усилителем и приводы без усилителя.

В одноконтурном тормозном приводе, рис.3.2, тормозные механизмы передних и задних колес включены в общую гидросистему, а главный тормозной цилиндр односекционный, т.е. с одной рабочей полостью и одним поршнем. На современных автомобилях такие приводы не применяются, т.к. при местном повреждении происходит полная потеря рабочей жидкости и выход из строя всей рабочей тормозной системы. Применяют-

ся только двухконтурные тормозные приводы, которые состоят из двух гидросистем – каждая на два колеса, а главный тормозной цилиндр имеет две секции. В случае повреждения одного из контуров рабочая тормозная система на 50% сохраняет свою эффективность.

Существует несколько способов разделения привода четырех тормозных механизмов на два независимых контура.

Вариант, представленный на рис. 3.3, применяется преимущественно на заднеприводных автомобилях (ГАЗ-3307, М-412, ВАЗ-2101...2107). Первая секция тормозного главного цилиндра воздействует на тормозные механизмы передних колес, вторая секция главного цилиндра – на тормозные механизмы задних колес. Следует обратить внимание, что в большинстве схем двухконтурного гидравлического привода в том или ином сочетании к первой секции тормозного главного цилиндра обязательно подключены передние колеса. Это связано с тем, что при торможении за счет сил инерции увеличивается нагрузка именно на передние колеса, поэтому на передних колесах необходимо обеспечить наибольший тормозной момент.

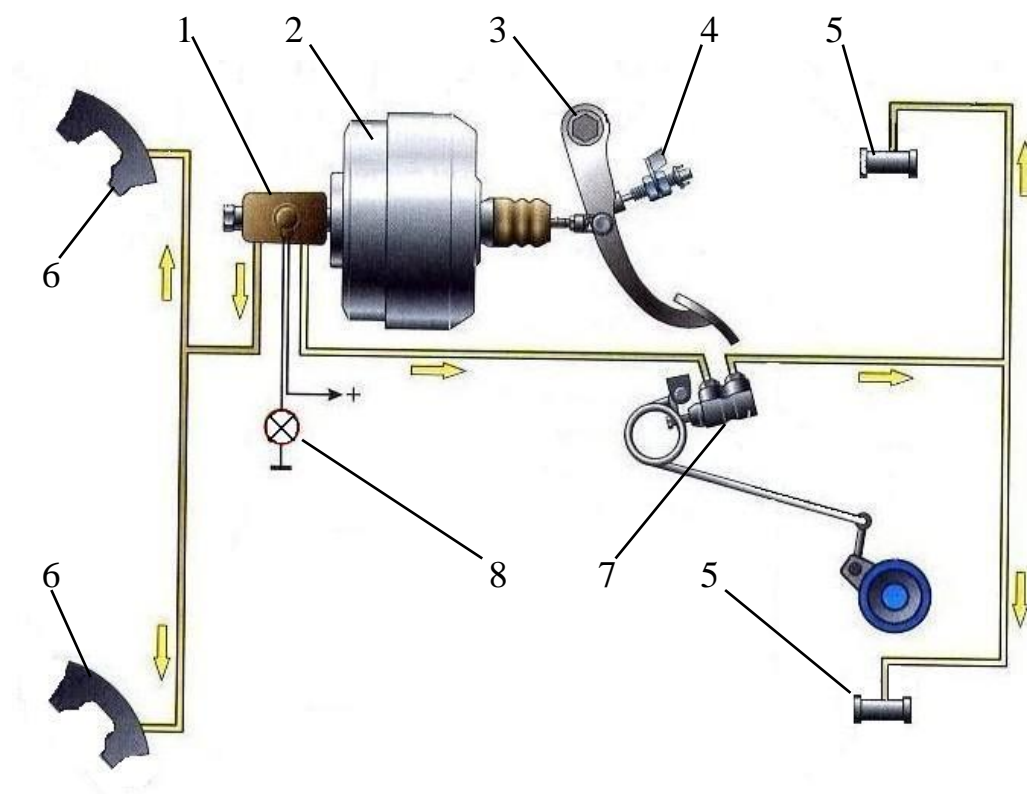


Рис. 3.1. Состав гидравлического тормозного привода: 1 – главный тормозной цилиндр с дополнительным бачком; 2 – вакуумный усилитель; 3 – тормозная педаль; 4 – выключатель сигнала торможения; 5 – тормозные цилиндры задних колес; 6 – тормозные цилиндры передних колес; 7 – регулятор тормозных сил; 8 – сигнальная лампа понижения уровня рабочей жидкости

Первая секция главного цилиндра срабатывает непосредственно от педали, что способствует более быстрому нарастанию давления в контуре, подключенном к этой секции (см. описание работы главного тормозного цилиндра).

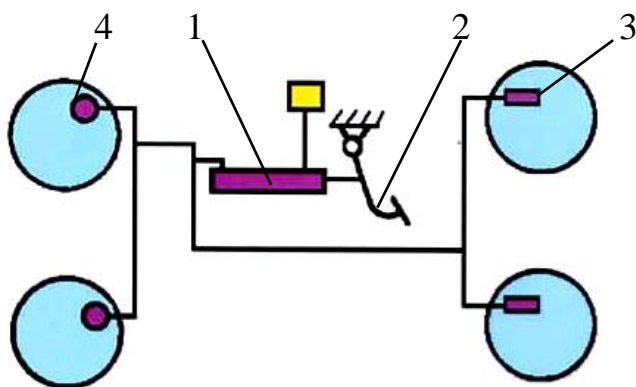


Рис. 3.2. Одноконтурный гидравлический тормозной привод: 1 – главный тормозной цилиндр с дополнительным бачком; 2 – тормозная педаль; 3 – тормозные цилиндры задних колес; 4 – тормозные цилиндры передних колес

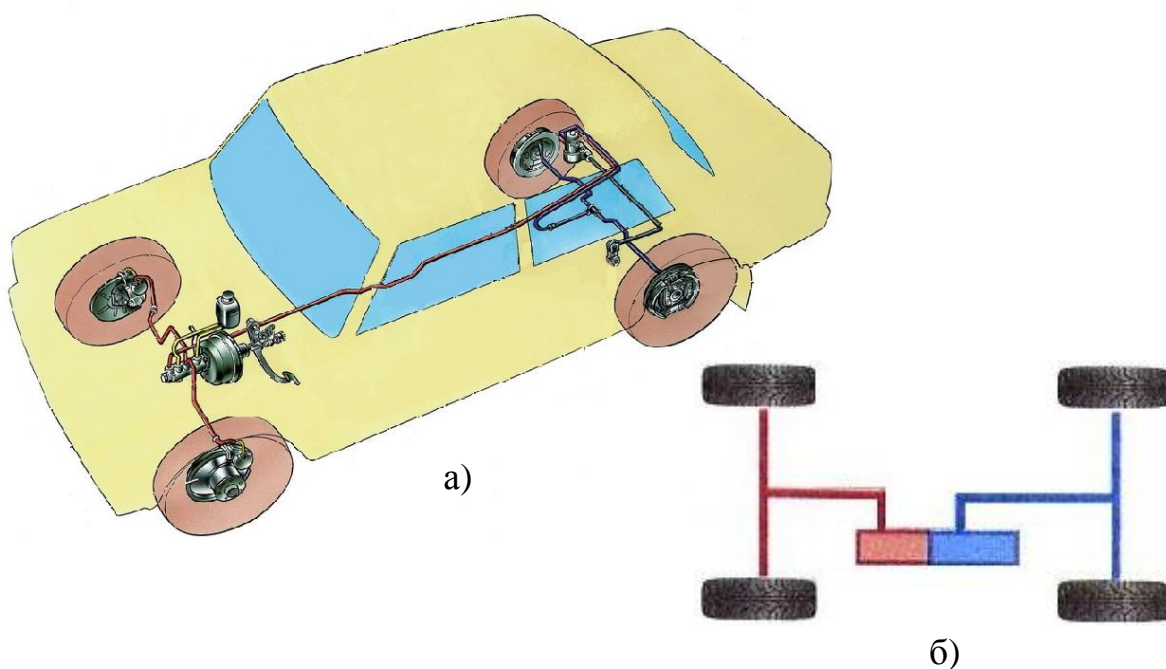


Рис. 3.3. Двухконтурный гидравлический тормозной привод с разделением передних и задних колес: а – компоновка на автомобиле; б – схема

Второй способ разделения привода четырех тормозных механизмов на два независимых контура показан на рис. 3.4. Такая схема носит название диагональной и является более эффективной, т.к. при выходе из строя од-

ного из контуров тормозится одно переднее и одно заднее колесо. Схема применяется, в частности, на переднеприводных автомобилях ВАЗ.

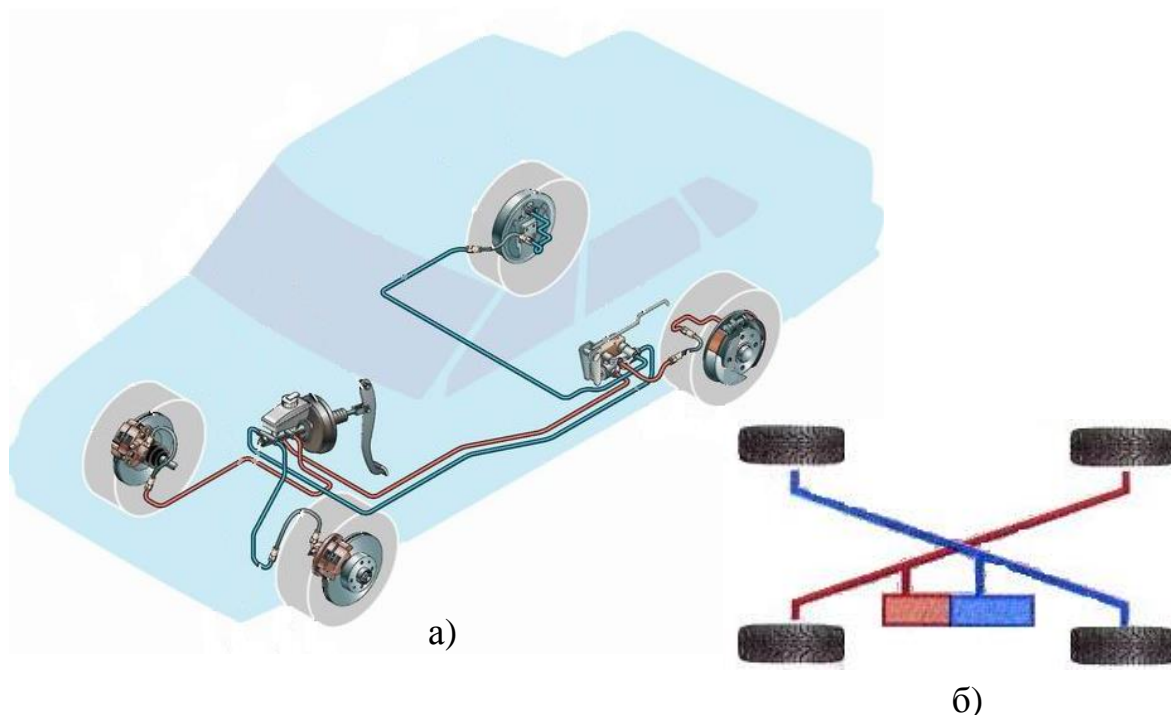


Рис. 3.4. Двухконтурный гидравлический тормозной привод с диагональным разделением контуров: а – компоновка на автомобиле; б – схема

Вариант, представленный на рис. 3.5, применяется как на переднеприводных (М-2141), так и на полноприводных (ВАЗ-21213 и т.п.) легковых автомобилях. Особенностью данной схемы является то, что рабочие цилиндры тормозных механизмов передних колес подключены к разным контурам. Первый контур – малые цилиндры передних тормозных механизмов и рабочие цилиндры задних тормозных механизмов, подключенные к первой секции главного тормозного цилиндра, рис. 3.6. Второй контур – поршни большего диаметра (либо два поршня) рабочего цилиндра передних тормозных механизмов, подключенные ко второй секции главного тормозного цилиндра. Такая схема является более эффективной, чем раздельная для задних и передних колес, т.к. в случае повреждения любого из контуров тормозные механизмы передних колес остаются работоспособными.

Еще большую надежность обеспечивает схема, применяемая на автомобилях VOLVO, рис. 3.7а, где первый контур – тормозные механизмы передних колес и заднего левого, второй контур – тормозные механизмы передних колес и заднего правого.

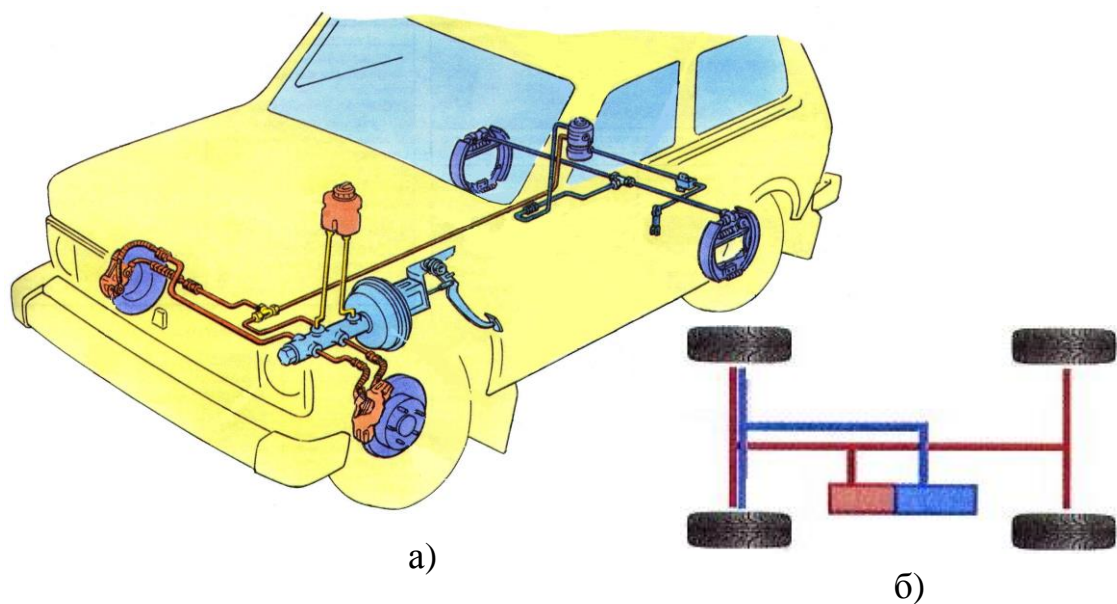


Рис. 3.5. Двухконтурный гидравлический тормозной привод полноприводных автомобилей ВАЗ: а – компоновка на автомобиле; б – схема

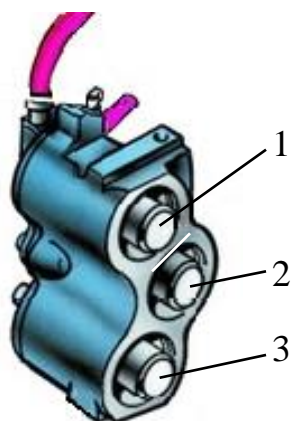


Рис. 3.6. Рабочий цилиндр тормозного механизма переднего колеса полноприводного автомобиля ВАЗ-21213: 1 – поршень первого контура; 2 и 3 – поршни второго контура

Наиболее надежным является вариант полного дублирования, рис. 3.7б, представляющий собой два контура, каждый из которых действует на все колеса. Эта система наиболее сложная и дорогая из всех, рассмотренных выше. Применялась, в частности, на автомобиле ЗИЛ-41045 представительского класса.

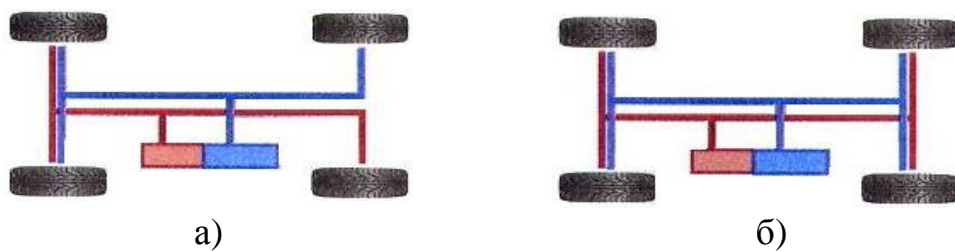


Рис. 3.7. Двухконтурный гидравлический тормозной привод: а – к каждому контуру подключены два передних и по одному заднему колесу; б – полное дублирование

3.2. Конструкция элементов гидравлического тормозного привода

Конструкция органа управления представлена на тис. 3.8. Педаль тормоза 1 удерживается в положении отсутствия торможения оттяжной пружиной 2. При этом педаль упирается в буфер выключателя стоп-сигнала 4, размыкая контакты в выключателе стоп-сигнала 3. В таком положении педали в приводе главного тормозного цилиндра 8 должно быть обеспечено наличие зазора, например, между толкателем 7 и поршнем 11 главного цилиндра 8. Это гарантирует возвращение поршня 11 до его упора в главном цилиндре, что является одним из обязательных условий полного растормаживания тормозных механизмов колес. Контролируется наличие зазора в приводе главного тормозного цилиндра по свободному ходу педали, величина которого должна составлять порядка 3...5 мм, а регулирование производится за счет изменения положения буфера 4 гайками 5.

При нажатии на педаль тормоза 1 толкатель 7 воздействует либо непосредственно на поршень 11 главного тормозного цилиндра 8, рис. 3.8а, либо на шток усилителя тормозного привода 9, рис. 3.8б, начинается процесс торможения.

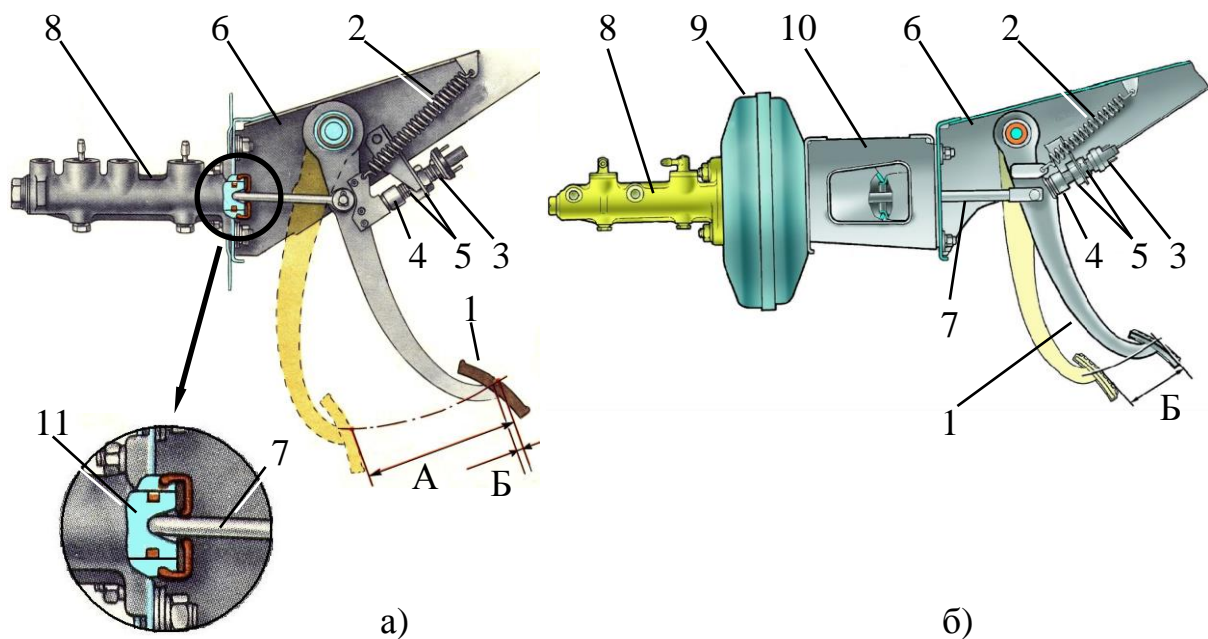


Рис. 3.8. Конструкция органа управления с гидравлическим тормозным приводом: а – без усилителя, б – с усилителем; 1 – педаль тормоза; 2 – оттяжная пружина педали; 3 – выключатель стоп-сигнала; 4 – буфер выключателя стоп-сигнала; 5 – гайки; 6 – кронштейн крепления педали; 7 – толкатель; 8 – главный тормозной цилиндр; 9 – усилитель тормозного привода; 10 – кронштейн вакуумного усилителя; 11 – поршень главного тормозного цилиндра; А – полный ход педали; Б – свободный ход педали

На рис. 3.9 показана конструкция и схема работы главного тормозного цилиндра. При торможении шток педали или усилителя заставляет перемещаться поршень 5, в результате чего давление в первой полости главного цилиндра возрастает, и рабочая жидкость вытесняется из нее в первый контур тормозного привода. Одновременно с этим, под действием давления жидкости в первой полости главного цилиндра перемещается поршень 4, вытесняя жидкость из второй полости во второй контур тормозного привода. При вытекании жидкости из первого контура поршень 4 начинает перемещаться только после упора в него центрального выступа поршня 5, который также является направляющей для возвратной пружины. Педаль тормоза в этом случае наполовину «провалится», т.е. на половине хода педали возрастания усилия практически не ощущается.

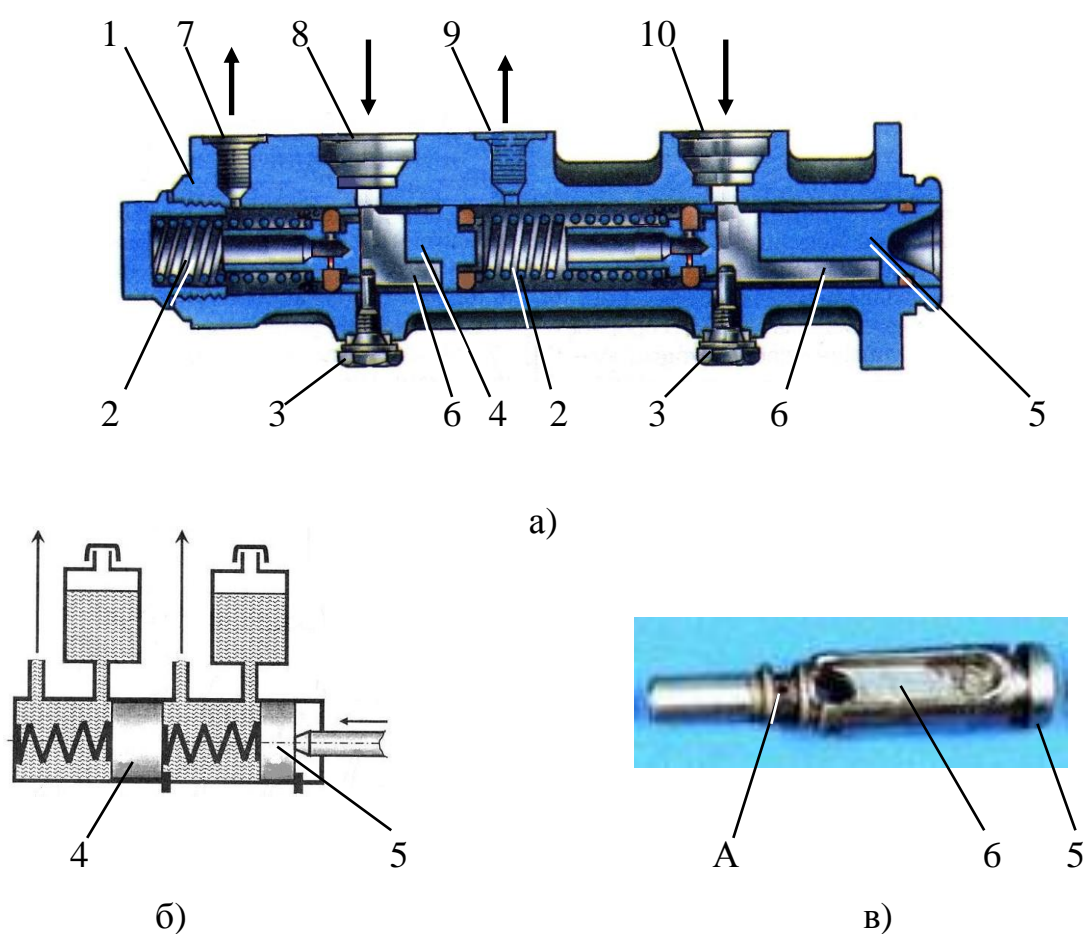


Рис. 3.9. Главный тормозной цилиндр: а – конструкция, б – схема работы, в – поршень главного тормозного цилиндра; 1 – корпус цилиндра; 2 – возвратные пружины; 3 – упорные винты; 4 – поршень привода второго тормозного контура; 5 – поршень привода первого тормозного контура; 6 – пазы поршней; 7 – выход на второй тормозной контур; 8 – вход из передней секции дополнительного бачка; 9 – выход на первый тормозной контур; 10 – вход из задней секции дополнительного бачка; А – радиальное отверстие в канавке поршня

В процессе растормаживания прекращается воздействие штока привода на поршень 5 первого контура, и под действием возвратных пружин 2 оба поршня возвращаются в исходное положение. Упором для каждого поршня служит винт 7, который входит в паз 6 поршня. Этот винт также выполняет функцию привода обратного клапана, который обеспечивает гарантированное снижение давления в полости главного тормозного цилиндра до атмосферного. Это необходимо для растормаживания дисковых тормозных механизмов.

Функцию обратного клапана выполняет уплотнительное кольцо 2, рис. 3.10, которое также уплотняет рабочую полость цилиндра. Конструкция одинакова для поршней обоих контуров.

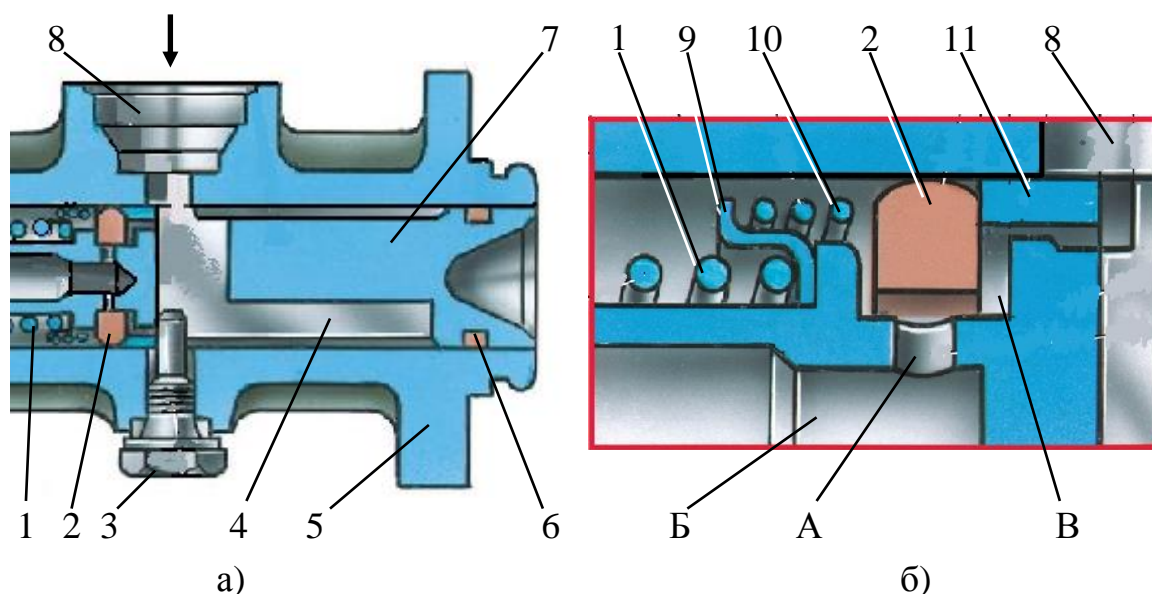


Рис. 3.10. Обратный клапан главного тормозного цилиндра при отпущенной педали тормоза: 1 – возвратная пружина поршня; 2 – уплотнительное кольцо; 3 – упорный винт; 4 – паз поршня; 5 – корпус цилиндра; 6 – заднее уплотнение поршня; 7 – поршень; 8 – входное отверстие из дополнительного бачка; 9 – тарелка пружины; 10 – прижимная пружина уплотнительного кольца; 11 – распорное кольцо; А – радиальное отверстие в канавке поршня; Б – центральное отверстие поршня; В – зазор

При отпущенной педали тормоза поршень 7 находится под действием возвратной пружины 1 в крайнем положении – с упором в винт 3, рис. 3.10а. На винт 3 опирается также распорное кольцо 11, рис. 3.10б, которое в таком положении воздействует на уплотнительное кольцо 2, в результате чего образуется торцевой зазор «В». Рабочая полость цилиндра через центральное отверстие «Б» и радиальное отверстие «А» поршня 7, а также торцевой зазор «В» и зазоры между кольцом 11 и поршнем сообщается с отверстием 8, т.е. с дополнительным бачком. Таким образом, в рабочей полости поршня давление выравнивается с давлением жидкости в дополнительном бачке, который сообщается с атмосферой.

При торможении поршень 7 перемещается влево по рисунку, и наступает момент, когда упорный винт 3 уже не воздействует на кольцо 11. Под действием пружины 10 уплотнительное кольцо 2 и распорное кольцо 11 переместятся относительно поршня вправо по рисунку, перекрывая зазор «В». Рабочая полость цилиндра разобщается с дополнительным бачком, давление в ней растет, начинается процесс торможения. Это положение показано на рис. 3.11. При растормаживании детали главного тормозного цилиндра вновь занимают положение, показанное на рис. 3.10. Обратный клапан не только обеспечивает снижение давления в рабочей полости цилиндра до атмосферного, но и препятствует чрезмерному понижению давления в цилиндре при резком броске педали тормоза.

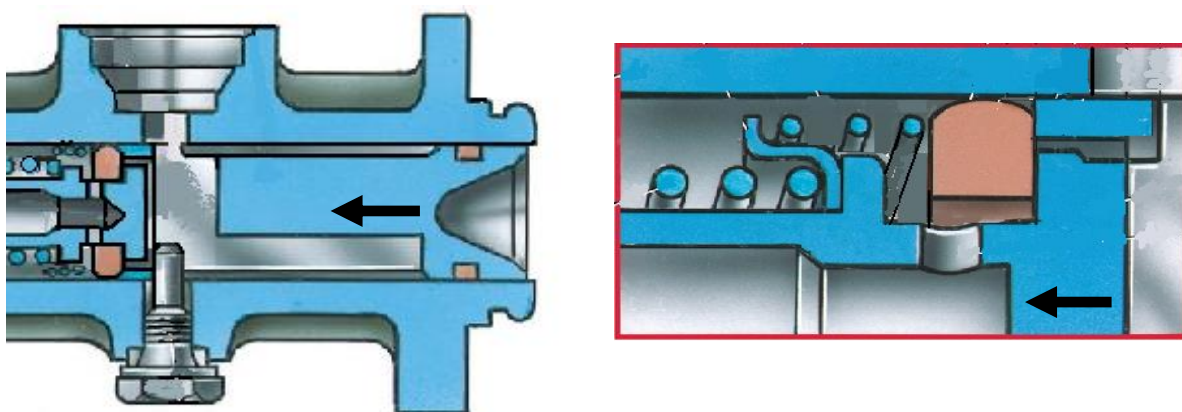


Рис. 3.11. Обратный клапан главного тормозного цилиндра при начале торможения

В рабочей тормозной системе с барабанными тормозными механизмами (преимущественно грузовые автомобили) стремятся поддерживать небольшое избыточное давление в системе при отпущенной педали тормоза, что необходимо для ускорения срабатывания тормозов и предотвращения образования паровых пробок. В этом случае на выходе из главного тормозного цилиндра устанавливается обратный клапан 13. В процессе торможения поршень 3 от штока 2 тормозной педали перемещается влево по рисунку и вытесняет жидкость в тормозную магистраль через перепускной клапан 14. Возрастающее давление в цилиндре действует на кромку уплотнительной манжеты 10, прижимая ее к стенке цилиндра, тем самым уплотняя рабочую (левую по рисунку) полость цилиндра.

При растормаживании усилие от тормозной педали на поршень 3 уменьшается (либо исчезает совсем, если педаль резко отпускают), и поршень под действием пружины 11 возвращается в исходное положение. Из тормозной магистрали жидкость вытесняется благодаря возвратным пружинам барабанных тормозных механизмов через обратный клапан 13, у которого давление открытия (закрытия) определяется усилием все той же пружины 11. Клапан 13 закрывается немного раньше, чем сравняется дав-

ление в тормозной магистрали и в цилиндре. При отпущенной педали тормоза цилиндр через отверстие 8 сообщается с дополнительным бачком 1, и давление в нем равно атмосферному.

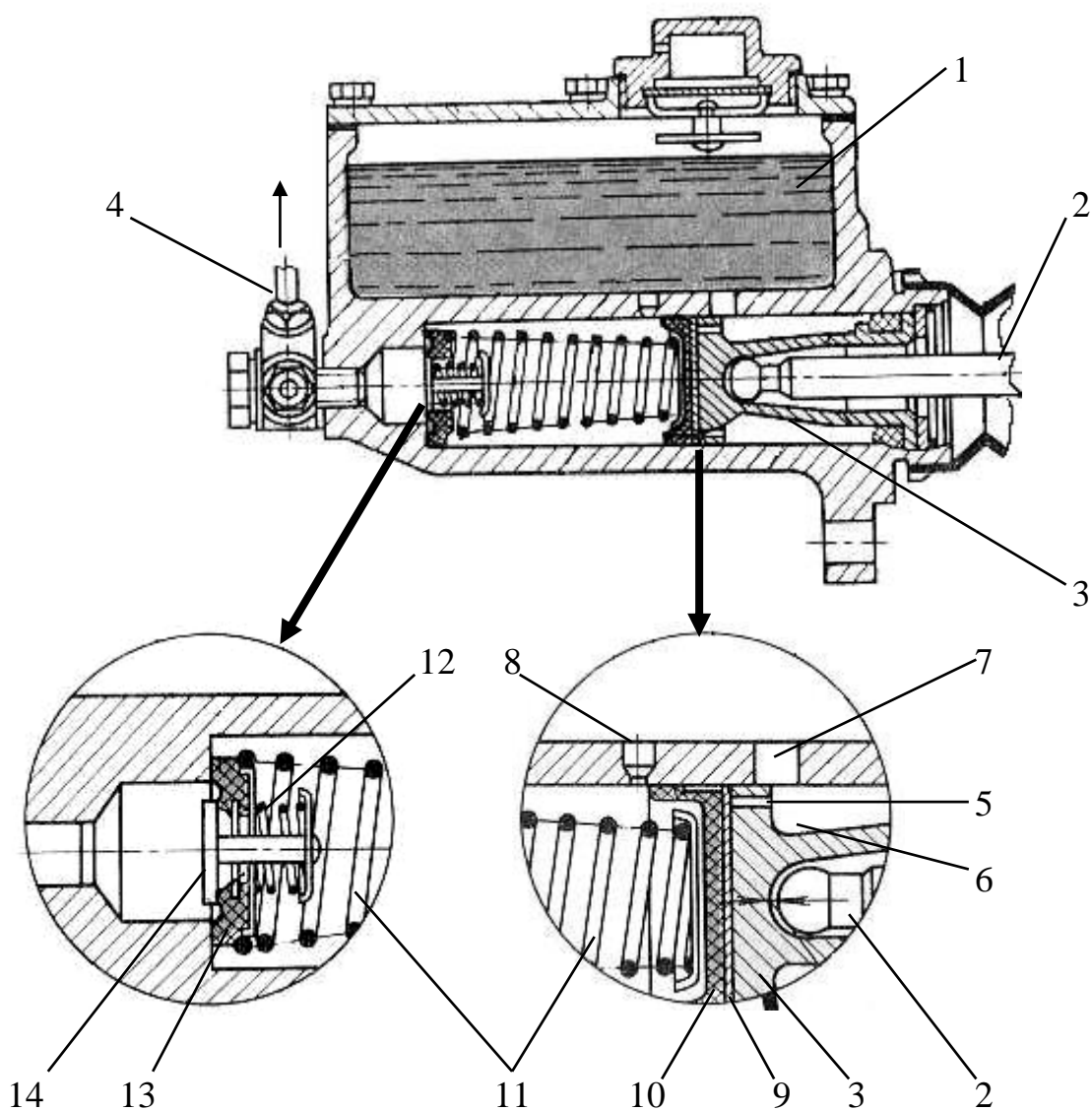


Рис. 3.12. Главный тормозной цилиндр рабочей тормозной системы с барабанными тормозными механизмами: 1 – дополнительный бачок; 2 – шток педали; 3 – поршень главного тормозного цилиндра; 4 – выход из главного тормозного цилиндра; 5 – перепускные отверстия; 6 – разгрузочная полость поршня; 7 и 8 – отверстия в дополнительный бачок; 9 – пластинчатый клапан; 10 – самоподжимная уплотнительная манжета; 11 – возвратная пружина поршня; 12 – пружина перепускного клапана; 13 – обратный клапан; 14 – перепускной клапан

В случае если педаль резко отпускают, жидкость из тормозной магистрали не успевает перетечь в рабочую полость главного тормозного цилиндра, и давление в ней может понизиться ниже атмосферного. Тогда

манжета 10 переместится влево, пластинчатый клапан 9 откроет перепускные отверстия 5, и жидкость из дополнительного бачка 1 поступает в рабочую полость цилиндра по пути: отверстие 7 (может еще и отверстие 8, в зависимости от положения поршня 3) – компенсационная полость 6 – перепускные отверстия 5 – кромка манжеты 10. Образование разряжения в рабочей полости тормозного цилиндра не происходит, кроме этого компенсируются небольшие утечки, если таковые имеются, например, в рабочих цилиндрах. Когда жидкость из рабочих цилиндров вытиснится полностью в главный цилиндр, ее излишки через отверстие 8 перетекут обратно в дополнительный бачок 1.

Компенсация падения давления в главном тормозном цилиндре при броске педали тормоза может быть осуществлена за счет свойств самоподжимного уплотнения, рис. 3.13.

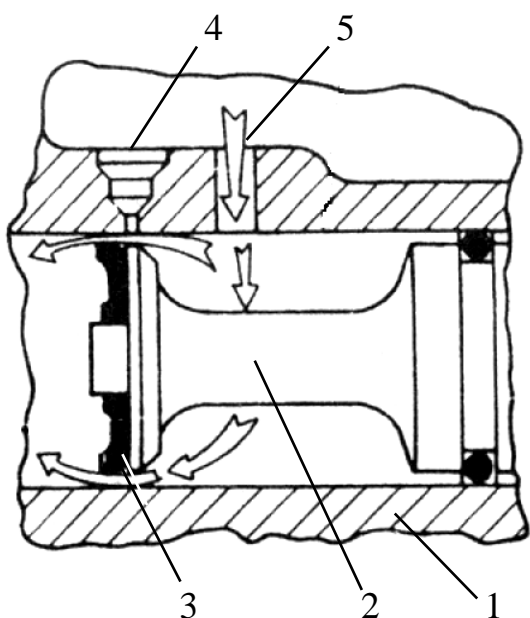


Рис. 3.13. Компенсация падения давления в главном тормозном цилиндре: 1 – корпус главного тормозного цилиндра; 2 – поршень; 3 – самоподжимная уплотнительная манжета; 4 и 5 – отверстия в дополнительный бачок

В процессе торможения поршень 2 перемещается влево по рисунку, сжимая жидкость в рабочей полости главного тормозного цилиндра. Это давление будет воздействовать на кромки уплотнительной манжеты 3, прижимая их к поверхности цилиндра и способствуя герметизации рабочей полости. При броске педали тормоза поршень 2 возвращается в исходное положение под действием возвратной пружины (на рисунке не показана). Давление в рабочей полости цилиндра понижается, кромки уплотнительной манжеты отходят от поверхности цилиндра, и через образовавшийся зазор жидкость из дополнительного бачка перетекает в рабочую полость, компенсируя падение давления. В крайнем положении поршня манжета 3 оказывается правее отверстия 4, через которое рабочая полость соединяется с дополнительным бачком.

Конструкция рабочего цилиндра с двумя поршнями и автоматической регулировкой зазора для барабанного тормозного механизма показана на рис. 2.20. Другие варианты представлены на рис. 3.14. Все рабочие цилиндры снабжены устройствами для выпуска воздуха из гидропривода тормозов, рис. 3.14в, которое представляет собой штуцер 5 с несквозным отверстием 7 по его оси. К этому отверстию просверлено отверстие 8 от конуса штуцера.

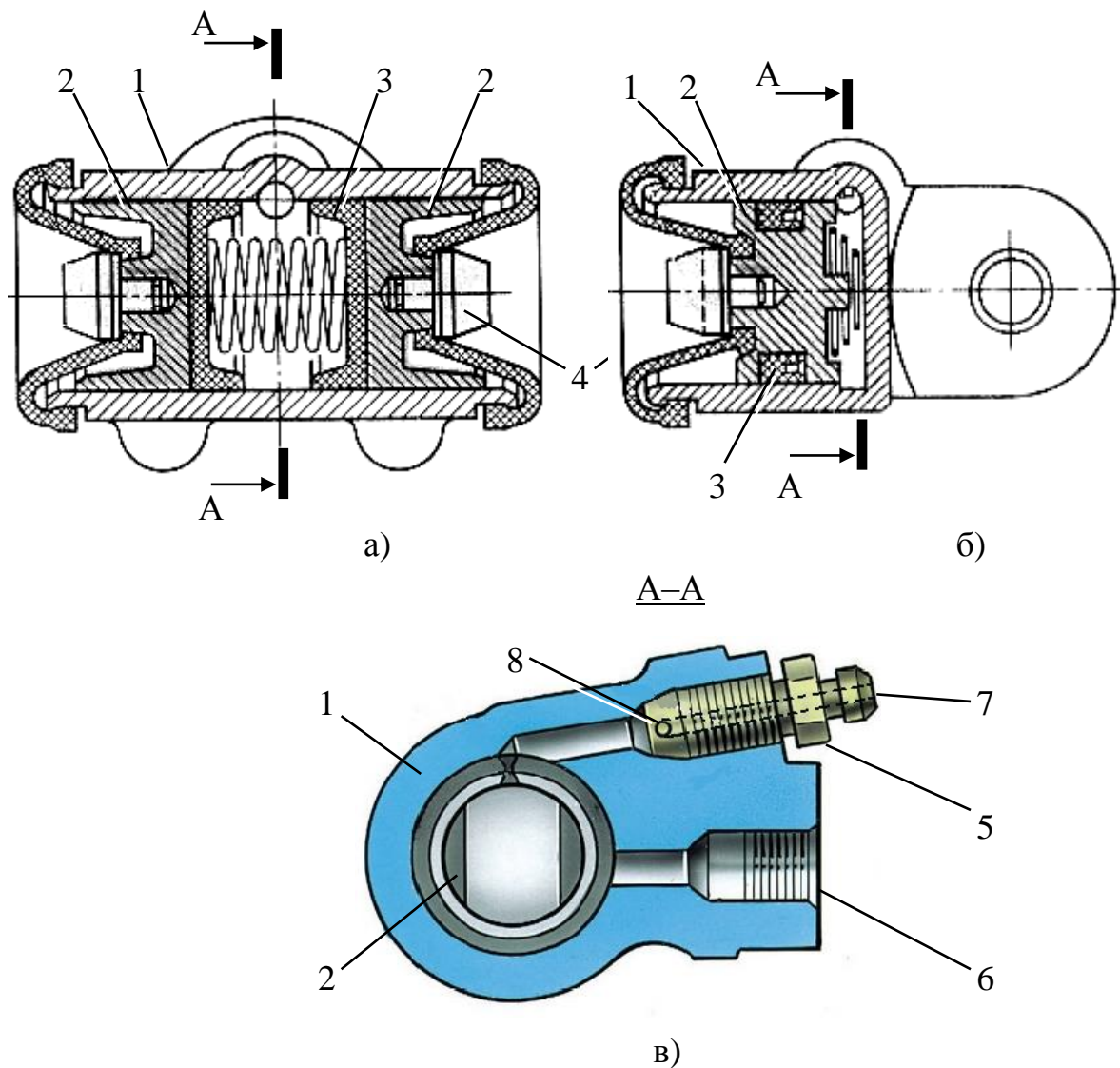


Рис. 3.14. Конструкция рабочих цилиндров: а – с двумя поршнями, б – с одним поршнем; 1 – корпус рабочего тормозного цилиндра; 2 – поршни; 3 – уплотняющие манжеты; 4 – упоры тормозных колодок; 5 – штуцер выпуска воздуха; 6 – подводящее отверстие; 7 – центральное отверстие штуцера; 8 – боковое отверстие штуцера

Когда штуцер затянут, его конус плотно прилегает к конусу корпуса цилиндра, и отверстие 8 перекрыто. При неполном отворачивании штуцера между его конусом и конусом корпуса появляется зазор, и открывается

вход в отверстие 8. Таким образом, рабочая полость цилиндра соединяется с атмосферой через отверстия штуцера. Если в рабочем цилиндре было создано давление (педаль тормоза нажата), то жидкость вместе с воздухом вытиснится из цилиндра. Перед тем, как отпустить педаль тормоза, штуцер вновь затягивают. Операцию повторяют до полного удаления воздуха из гидросистемы.

Конструкция рабочего цилиндра для дискового тормозного механизма показана на рис. 2.29.

3.3. Конструкция усилителей гидравлического тормозного привода

С целью уменьшения усилия, прилагаемого к тормозной педали при торможении, и, тем самым, облегчения работы водителя и повышения эффективности торможения, применяются усилители тормозного привода. Для работы любого усилителя необходим источник энергии, создающий дополнительное усилие в приводе. В транспортных средствах с гидравлическим приводом тормозов источником дополнительного усилия является разрежение во впускном коллекторе двигателя внутреннего сгорания. Здесь следует отметить, что достаточное для работы усилителя разрежение образуется во впускном коллекторе бензиновых или газовых двигателей, в которых в обязательном порядке имеется дроссельная заслонка. В автомобилях с дизельными двигателями для получения необходимого уровня разрежения может устанавливаться вакуумный насос.

Требования, предъявляемые к усилителям тормозного привода:

- обеспечение снижения усилия на тормозной педали;
- обеспечение пропорциональности усилия, создаваемого усилителем, усилию на тормозной педали, т.е. силовое следящее действие;
- возможность управления тормозной системой при неработающем усилителе.

Для реализации этих требований в состав усилителя входят исполнительное и следящее устройства. Исполнительное устройство выполнено в виде мембранной или поршневой вакуумной камеры. Следящее устройство включает:

- чувствительный элемент (мембранный, рычажный или эластичный),
- два клапана – вакуумный и атмосферный.

Усилители, у которых привод к следящему устройству гидравлический, называются «гидروвакуумными». Усилители, у которых привод к следящему устройству механический, называются «вакуумными».

3.3.1. Вакуумные усилители гидравлического тормозного привода

Принцип работы вакуумного усилителя представлен на рис. 3.15. При работающем двигателе в полости «А» создается разрежение, т.к. эта по-

лость связана трубопроводом с впускным коллектором (после дроссельной заслонки). В исходном положении, рис. 3.15а, такое же разрежение создается и в полости «Б», т.к. полости «А» и «Б» связаны каналами 7 и 14.

При воздействии на тормозную педаль 8, рис. 3.15б, шток 10 перемещает плунжер 13, освобождая вакуумный клапан 12, который под действием пружины 11 перемещается влево по рисунку, перекрывает отверстие 7 и останавливается. Полости «А» и «Б» разобщаются.

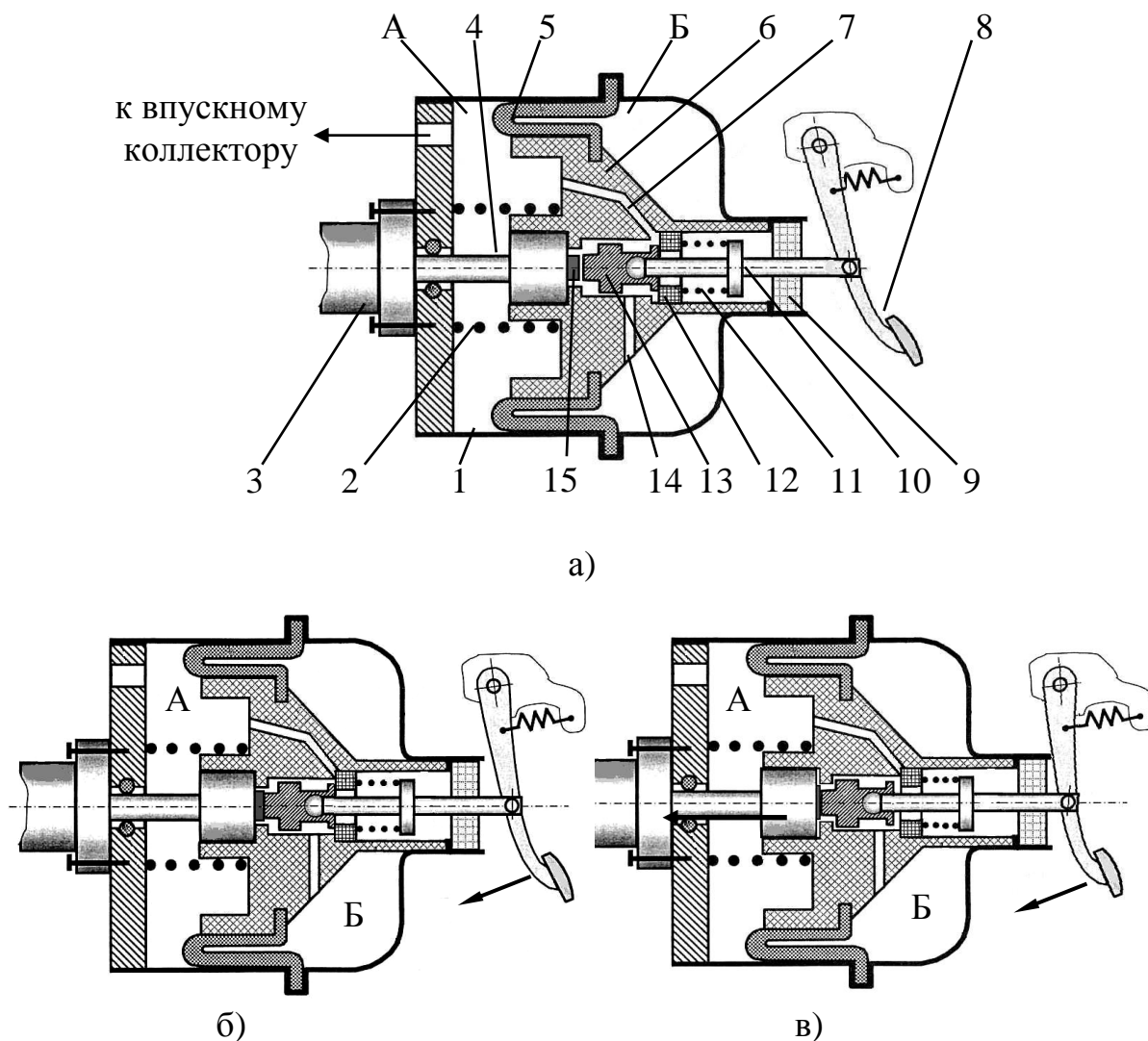


Рис. 3.15. Схема вакуумного усилителя гидравлического тормозного привода: а – исходное положение, б – начало торможения, в – торможение; 1 – корпус усилителя; 2 – пружина; 3 – главный тормозной цилиндр; 4 – шток; 5 – диафрагма; 6 – поршень усилителя; 7 и 14 – каналы; 8 – тормозная педаль; 9 – фильтр; 10 – шток педали; 11 – пружина вакуумного клапана; 12 – вакуумный клапан; 13 – плунжер; 15 – упругая шайба

Дальнейшее воздействие на тормозную педаль приводит к появлению зазора между плунжером 13 и вакуумным клапаном 12, рис. 3.15в. В образовавшийся зазор и канал 14 атмосферный воздух поступает в полость «Б»,

давление здесь растет, что вызывает перемещение поршня 6 и, следовательно, штока 4 главного тормозного цилиндра 3. Таким образом, сопряжение клапан 12 – плунжер 13 составляет атмосферный клапан. Для предотвращения загрязнения клапанов и полостей усилителя воздух в полость «Б» попадает, проходя через фильтр 9.

При остановке педали в процессе торможения взаимное расположение деталей усилителя соответствует рис. 3.15б, и нарастание тормозного усилия прекращается. Это происходит потому, что между плунжером 13 и штоком 4 располагается упругая шайба 15, которая деформируется при воздействии на нее плунжера 13 и принимает исходную форму (расширяется в осевом направлении), если плунжер остановить. За счет расширения упругой шайбы шток 4 главного цилиндра вместе с поршнем 6 несколько продвинется влево по рисунку, атмосферный клапан при этом закроется.

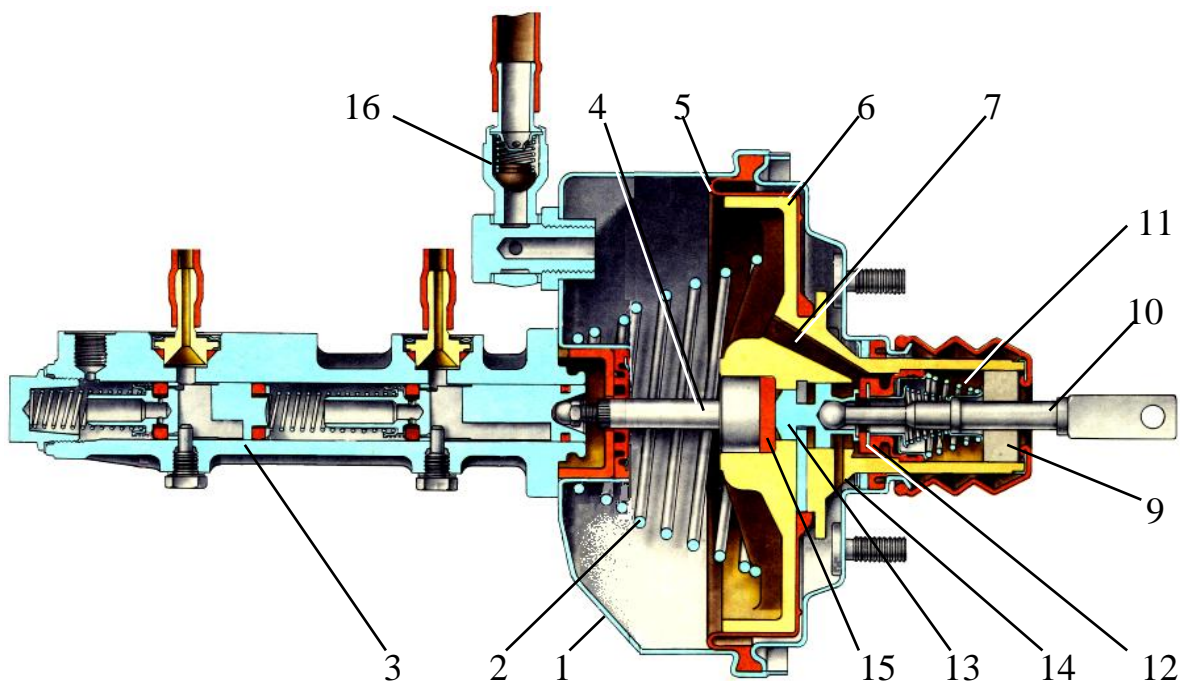


Рис. 3.16. Конструкция вакуумного усилителя гидравлического тормозного привода: 1 – корпус усилителя; 2 – пружина; 3 – главный тормозной цилиндр; 4 – шток; 5 – диафрагма; 6 – поршень усилителя; 7 и 14 – каналы; 9 – фильтр; 10 – шток педали; 11 – пружина вакуумного клапана; 12 – вакуумный клапан; 13 – плунжер; 15 – упругая шайба; 16 – запорный клапан

Если усилие от тормозной педали продолжает передаваться на плунжер 13, то деформация упругой шайбы способствует положению деталей усилителя, показанному на рис. 3.15в, т.е. открытому атмосферному клапану, что вызывает дальнейший рост давления в полости «Б».

Сила, действующая на шток главного тормозного цилиндра, возрастает, сюда же добавляется усилие от тормозной педали. В итоге давление в тормозном приводе (интенсивность торможения) возрастает пропорционально усилию на педали. Так осуществляется силовое следящее действие, а упругая шайба является чувствительным элементом следящего устройства.

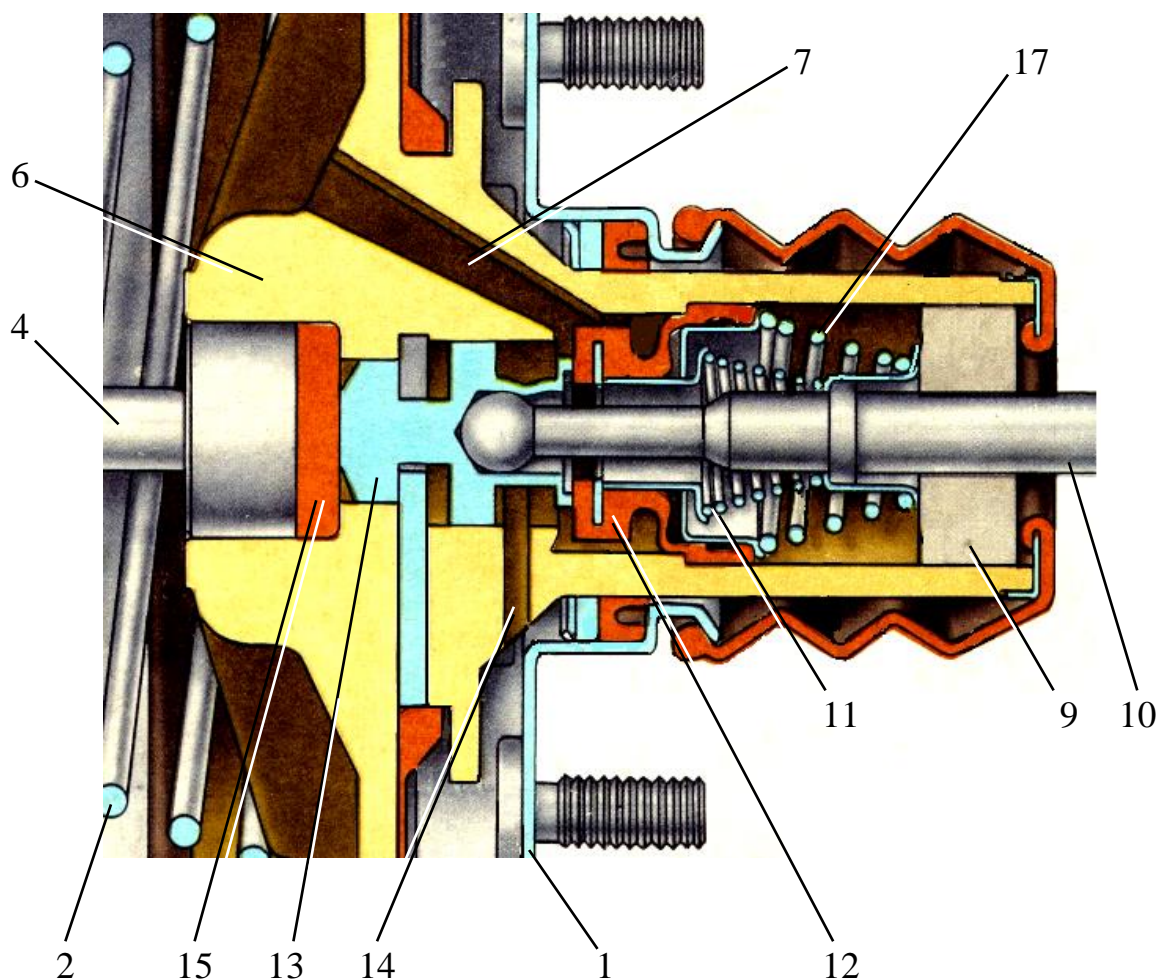


Рис. 3.17. Конструкция клапанов вакуумного усилителя гидравлического тормозного привода: 1 – корпус усилителя; 2 – пружина; 4 – шток; 6 – поршень усилителя; 7 и 14 – каналы; 9 – фильтр; 10 – шток педали; 11 – пружина вакуумного клапана; 12 – вакуумный клапан; 13 – плунжер; 15 – упругая шайба; 17 – возвратная пружина вакуумного клапана

Запорный клапан 16, рис. 3.16, предназначен для сохранения разрежения в корпусе усилителя после остановки двигателя, что должно обеспечить как минимум одно торможение с помощью усилителя тормозного привода. Другая функция клапана 16 – предохранение деталей вакуумного усилителя от воздействия высоких давлений и температур при вспышке топливовоздушной смеси во впускном коллекторе двигателя.

На рис. 3.16 и 3.17 рассмотрена конструкция усилителя с плавающим атмосферным клапаном. Существуют и другие конструкции вакуумного усилителя, одна из которых представлена на рис. 3.18. В этом варианте роль воздушного и вакуумного клапанов выполняет резиновый центральный клапан 7. При отсутствии торможения, рис. 3.19а и 3.19б, полости 15 и 16 усилителя соединены между собой через отверстия 13 и торцевой зазор между клапаном 7 и поршнем 11. В обеих полостях устанавливается одинаковое разрежение. При нажатии на тормозную педаль толкатель штока 17 перемещает поршень 11 влево по рисунку на величину зазора «Б», зазор между клапаном 7 и торцом поршня 11 исчезает, вакуумный клапан закрывается, полости 15 и 16 разобщаются.

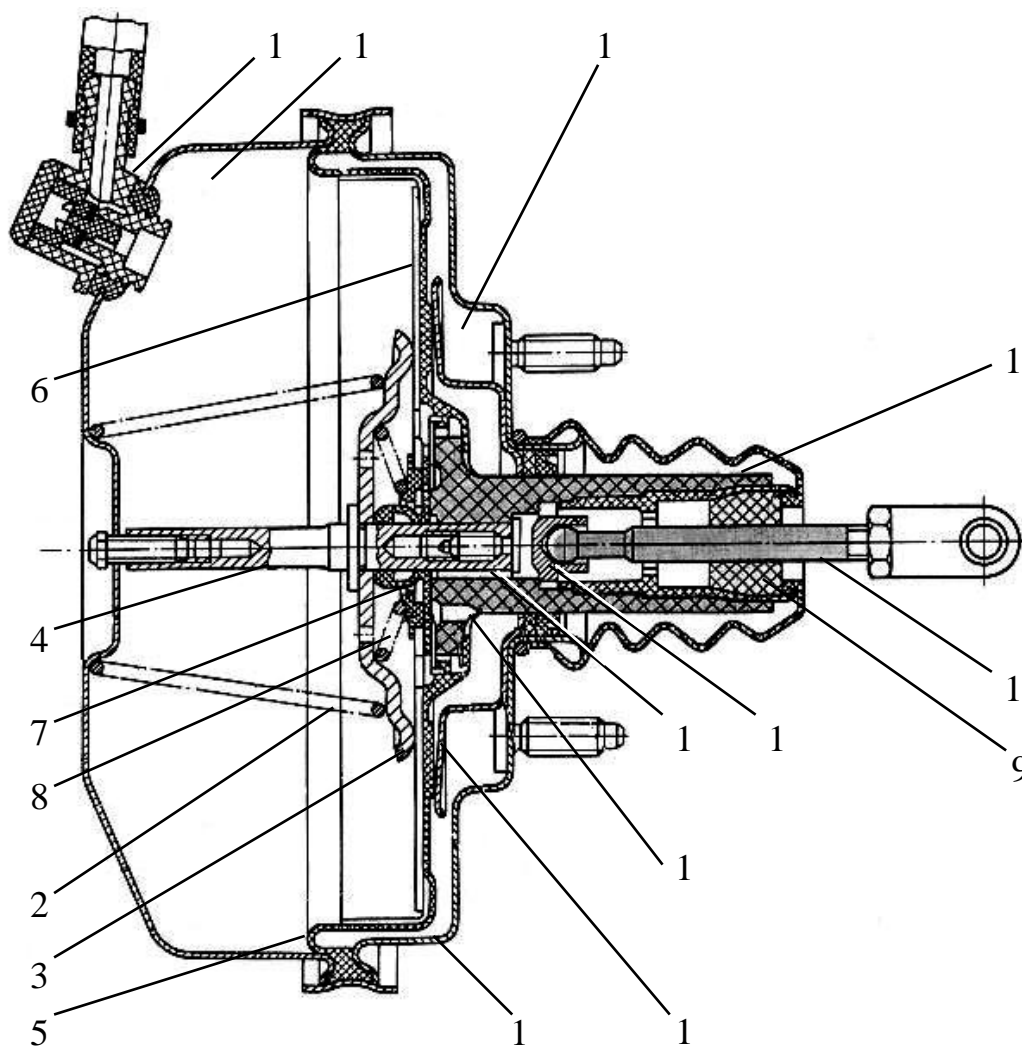


Рис. 3.18. Конструкция вакуумного усилителя с центральным клапаном:
 1 – корпус усилителя; 2 – пружина мембраны; 3 – опорная тарелка;
 4 – шток; 5 – мембрана; 6 – опорный диск мембраны, состоящий из секторов;
 7 – центральный клапан; 8 – пружина центрального клапана;
 9 – фильтр; 10 – толкатель поршня; 11 – поршень; 12 – упор мембраны;
 13 и 14 – отверстия; 15 и 16 – полости усилителя; 17 – опора толкателя;
 18 – запорный клапан

Дальнейшее перемещение толкателя 17, действующего уже и на шток 4, вызывает прогиб центральной части резинового клапана 7 и проворот связанных с ним секторов опорного диска мембраны 6 вокруг бортика тарелки 3 (окружность «А» на рис. 3.19в). Центральная часть клапана 7 отходит от торца поршня 11, и полость 16 соединяется с атмосферой через отверстия 14 и 13, т.е. открывается атмосферный клапан. Рост давления в полости 16 вызывает перемещение мембраны вместе со штоком 4, который воздействует на шток главного тормозного цилиндра.

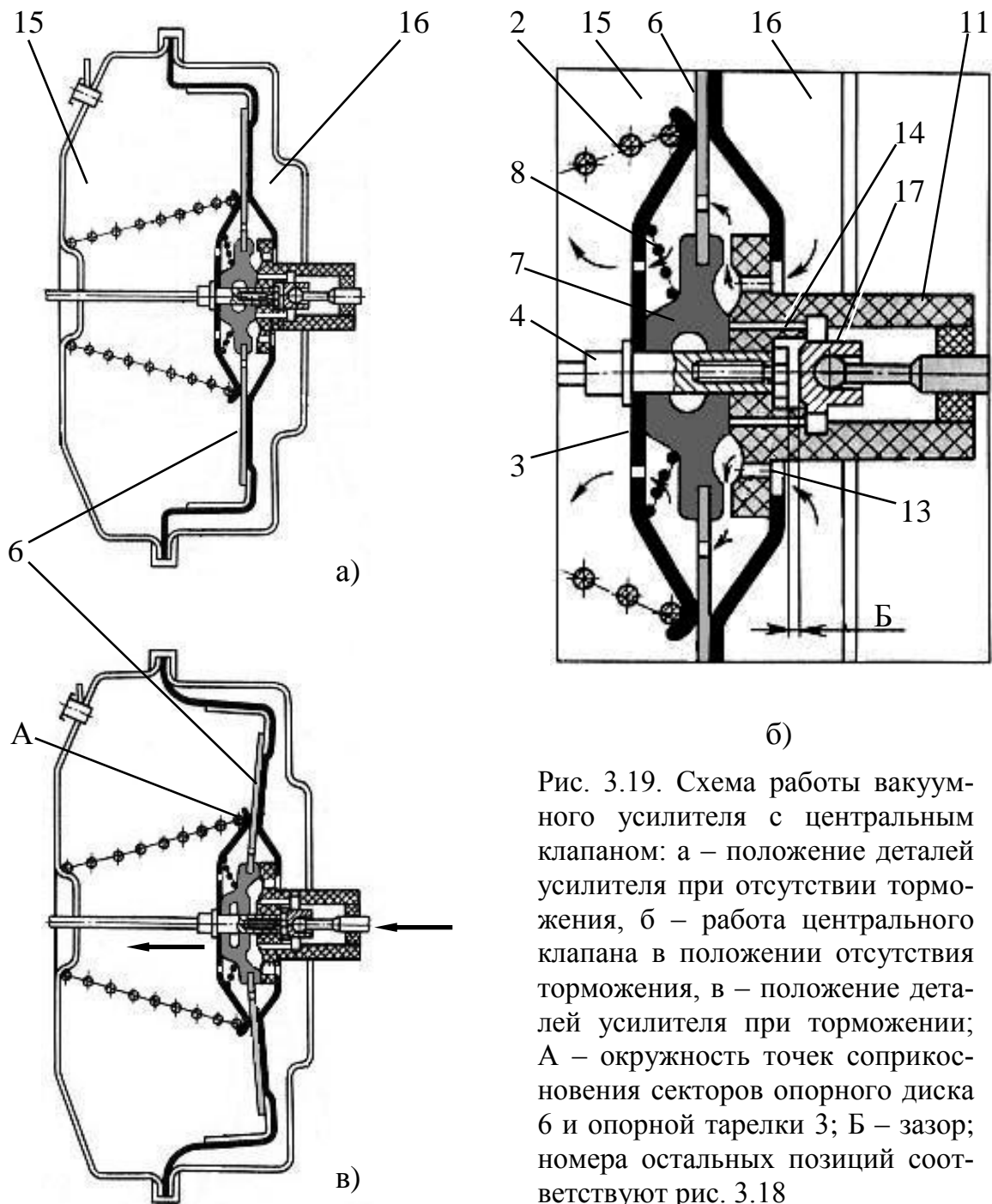


Рис. 3.19. Схема работы вакуумного усилителя с центральным клапаном: а – положение деталей усилителя при отсутствии торможения, б – работа центрального клапана в положении отсутствия торможения, в – положение деталей усилителя при торможении; А – окружность точек соприкосновения секторов опорного диска 6 и опорной тарелки 3; Б – зазор; номера остальных позиций соответствуют рис. 3.18

При остановке педали перемещение мембраны продолжится вместе с клапаном 7, но т.к. толкатель 17 не действует на шток 4, а следовательно, и на центральную часть клапана 7, под действием пружины 8 клапан 7 перекрывает отверстия 14, поступление воздуха в полость 16 прекращается, мембрана останавливается, тормозная сила не возрастает. Отверстия 13 остаются перекрыты периферийным буртиком клапана 7, полости 15 и 16 по-прежнему разобщены. Так осуществляется кинематическое следящее действие вакуумного усилителя такой конструкции. Силовое следящее действие осуществляется опорным диском мембраны, сектора которого проворачиваются тем больше, чем больше сила, воздействующая на шток 4 от толкателя 17. Большой проворот секторов препятствует закрытию атмосферного клапана и способствует нарастанию силы, действующей на шток тормозного цилиндра.

Усилители, описание которых представлено выше, относятся к усилителям вакуумного типа, в которых по обе стороны мембраны при отсутствии торможения постоянно поддерживается разрежение. Такие усилители используются на современных автомобилях. На ранних конструкциях использовались усилители атмосферного типа, в которых при отсутствии торможения в обеих полостях поддерживалось атмосферное давление, что вызывало необходимость иметь в наличии отдельную вакуумную камеру, связанную с впускным коллектором двигателя и через управляемый клапан – с одной из полостей усилителя.

3.3.2. Гидровакуумные усилители гидравлического тормозного привода

Принцип работы гидровакуумного усилителя продемонстрирован на рис. 3.20, рис. 3.21 и рис. 3.22. На данных рисунках номера позиций на одних и тех же деталях одинаковые.

При работающем двигателе и отсутствии воздействия на тормозную педаль 2, рис. 3.20, в полости «Б» корпуса усилителя 4 создается разрежение, т.к. эта полость связана с впускным коллектором двигателя 3 через запорный клапан 12. Разрежение также устанавливается в полости «А», которая связана с полостью «Б» по каналам:

- шланг 21 к клапану управления 7,
- полость «Г», рис. 3.21, клапана 7 (клапан 19 закрыт под действием пружины 24),
- клапан 18, который открыт, т.к. мембрана 15 находится в нижнем положении под действием пружины 16, в полостях «Г» и «В» разрежение одинаковое,
- канал 14.

Мембрана 5 усилителя, рис. 3.20, находится в равновесии, шток 9 неподвижен, торможение отсутствует.

При воздействии на тормозную педаль 2 жидкость из главного тормозного цилиндра 1 вытесняется в цилиндр 10 в полость слева от поршня 23, см. рис. 3.21 и 3.22. Через открытый шариковый клапан 13 поступает в правую полость цилиндра 10 и далее через трубопровод 11 к колесным тормозным цилиндрам. Начинается процесс торможения.

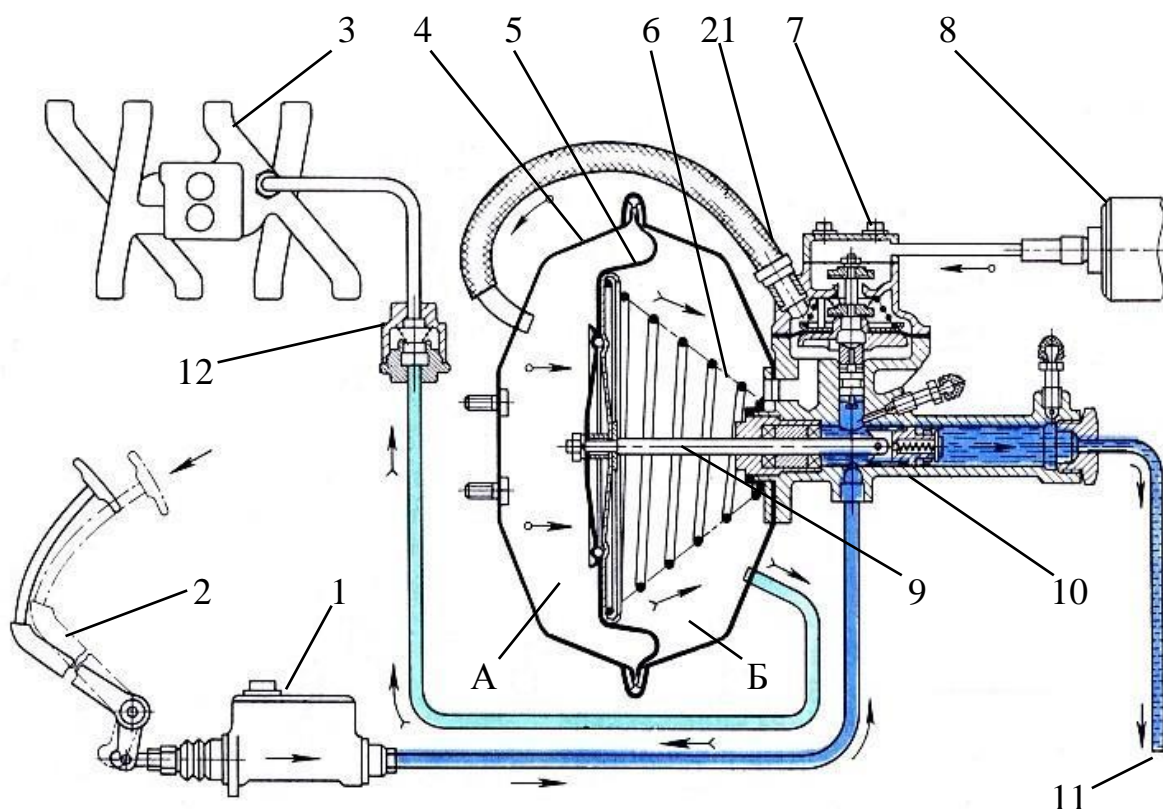


Рис. 3.20. Схема работы гидровакуумного усилителя: 1 – главный тормозной цилиндр (см. рис. 3.12); 2 – тормозная педаль; 3 – впускной коллектор двигателя; 4 – корпус усилителя; 5 – мембрана; 6 – пружина мембраны; 7 – клапан управления; 8 – воздушный фильтр; 9 – толкатель; 10 – цилиндр; 11 – трубопровод к цилиндрам тормозных механизмов; 12 – запорный клапан; 21 – трубопровод к полости «А» усилителя; А и Б – полости усилителя

При увеличении усилия на педали 2, рис. 3.20, возрастает давление жидкости на выходе из главного тормозного цилиндра 3, а следовательно, и в полости под поршнем 17, рис. 3.21. Поршень 17 вместе с мембраной 15 перемещается вверх, вакуумный клапан 18 закрывается, разобцая полости «А» и «Б» усилителя. Дальнейшее нарастание давление на выходе из главного цилиндра 1 и, как следствие, перемещение поршня 17 приведет к открытию атмосферного клапана 19. В результате этого в полость «А» усилителя начинает поступать воздух из атмосферы по следующему пути:

- шланг от фильтра 8,
- штуцер 20,
- полость «Д» клапана управления 7,

- открытый клапан 19,
- полость «Г» (клапан 18 закрыт),
- шланг 21.

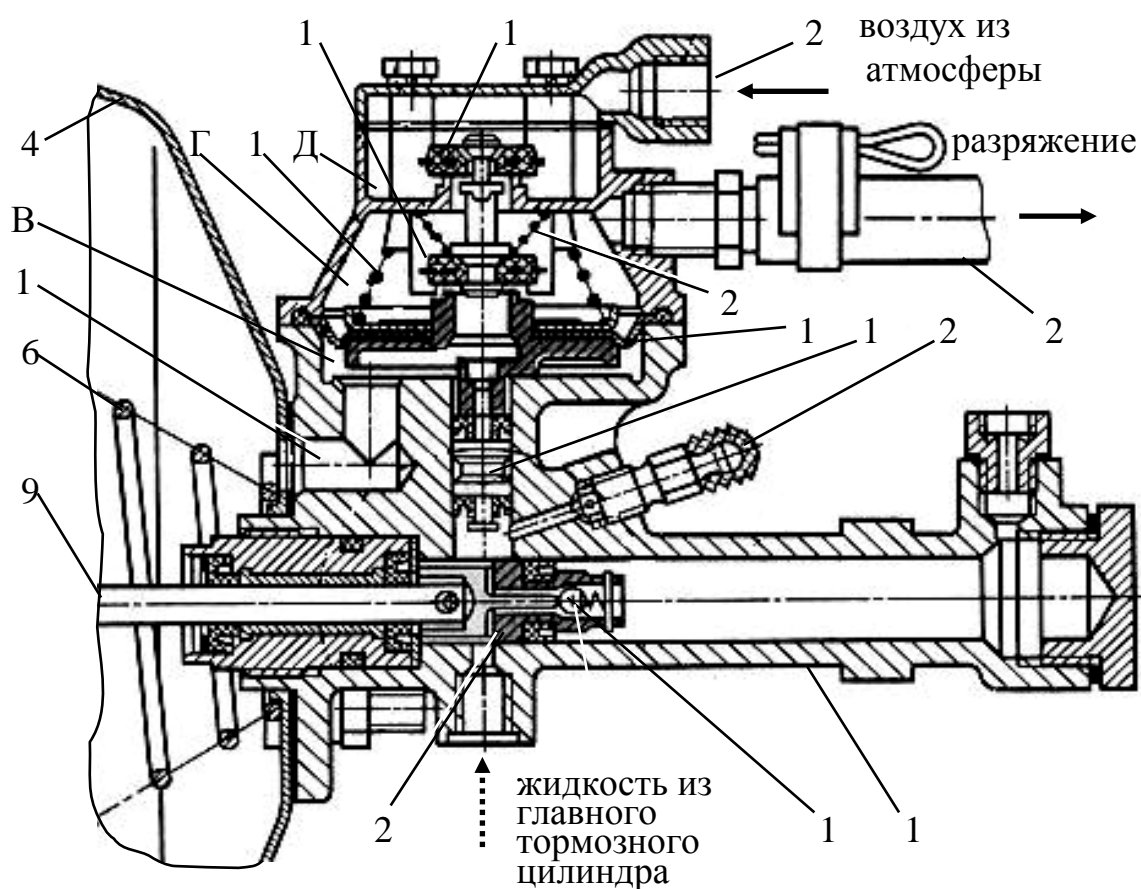


Рис. 3.21. Конструкция цилиндра и клапана управления гидровакуумного усилителя: 13 – шариковый клапан; 14 – соединительный канал; 15 – мембрана клапана управления; 16 – пружина мембраны клапана управления; 17 – поршень клапана управления; 18 – вакуумный клапан; 19 – воздушный клапан; 20 – штуцер подвода атмосферного воздуха; 22 – штуцер выпуска воздуха; 23 – поршень; 24 – пружина атмосферного и вакуумного клапанов; В, Г и Д – полости клапана управления; остальные позиции соответствуют рис. 3.20

Рост давления в полости «А» вызывает перемещение мембраны 5 усилителя и связанного с ней штока 9 вправо по рисунку. Шток 9 через штифт 29 перемещает поршень 23, см. рис. 3.22, толкатель 26 отводится от упора 27. Пружина 24 передвигает шариковый клапан 13, который уже не удерживается толкателем 26. Толкатель 26 переместится относительно поршня до упора в штифт 29 на величину зазора 30, и шариковый клапан 13 закроется, правая полость цилиндра 10 отделяется от левой полости, т.е. от главного тормозного цилиндра. Дальнейшее движение поршня 23 под действием штока 9 приводит к вытеснению жидкости из полости цилиндра 10 в рабочие тормозные цилиндры, т.е. рост давления в гидроприводе тор-

мозных механизмов производится уже только усилителем. Зазор 31 необходим во избежание действия усилителя на поршень 23 в момент запуска двигателя, когда разрежение в полости «Б» кратковременно превышает разрежение в полости «А». Толкатель 9 за этот промежуток времени переместится на величину зазора 31 и не успеет воздействовать на поршень 23 цилиндра 10.

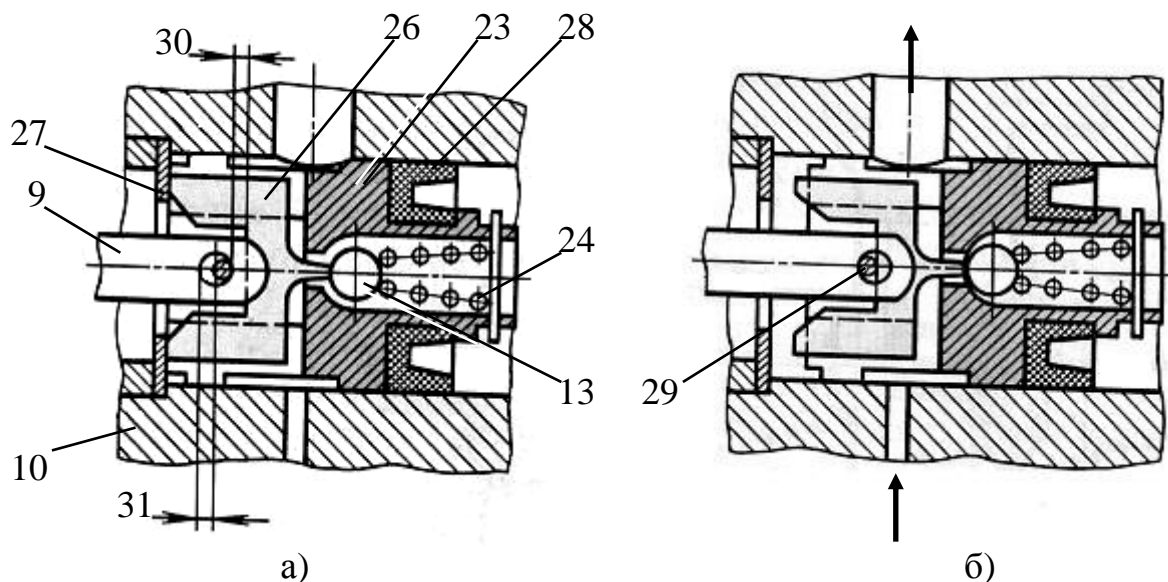


Рис. 3.22. Схема работы шарикового клапана гидровакуумного усилителя: а – положение клапана при неработающем усилителе, б – положение клапана при работающем усилителе; 9 – толкатель; 10 – цилиндр; 13 – шариковый клапан; 23 – поршень; 24 – пружина шарикового клапана; 26 – толкатель клапана; 27 – упор толкателя клапана; 28 – уплотнительная манжета поршня; 29 – штифт; 30 и 31 – зазоры

Следящее действие (пропорциональность между усилием, прикладываемым к педали и усилия, создаваемым усилителем), осуществляется за счет того, что при остановке педали тормоза давление жидкости под поршнем 17 не нарастает, т.к. оно определяется только давлением в главном тормозном цилиндре в виду того, что шариковый клапан закрыт. При этом давление воздуха в полости «Г» клапана управления 7 продолжает увеличиваться. Вскоре наступает момент, когда сила, действующая сверху на мембрану 15 от давления воздуха в полости «Г» и упругости пружины 16 превысит силу, действующую снизу на поршень 17 от давления тормозной жидкости. Мембрана 15 прогнется вниз, атмосферный клапан 19 закроется, вакуумный клапан 18 также закроется, наступит положение равновесия, когда давление в полости «А» усилителя не возрастает, мембрана 5 и поршень 23 останавливаются, давление в правой части цилиндра 10, следовательно, и тормозная сила, не растут.

3.4. Регуляторы тормозных сил гидравлического тормозного привода

При торможении автомобиля увеличивается нагрузка на переднюю ось и уменьшается на заднюю из-за возникновения продольного опрокидывающего момента. Это приводит к снижению момента от силы трения в области контакта колеса с поверхностью дороги. Если величина этого момента становится меньше момента в тормозном механизме колеса, колесо перестает вращаться, т.е. возникает юз – скольжение колеса по опорной поверхности. Движение юзом может значительно увеличить тормозной путь, а также привести к потере устойчивости автомобиля, поэтому необходимо исключить этот режим при торможении.

В определенных пределах избежать юза удастся за счет применения регуляторов тормозных сил, снижающих давление рабочего тела в приводе тормозных механизмов задних колес. Наиболее просто это достигается при разделении тормозного привода отдельно на передние и отдельно на задние колеса, см. рис. 3.3. Тормозная жидкость подводится к рабочим тормозным цилиндрам через регулятор тормозных сил, поз. 7 на рис. 3.1, давление на выходе из которого уменьшается при подъеме задней части кузова автомобиля во время торможения.

Регулятор тормозных сил устанавливается на кузове автомобиля и связан с задним мостом (вариант зависимой задней подвески) упругим П-образным рычагом, рис. 3.23.

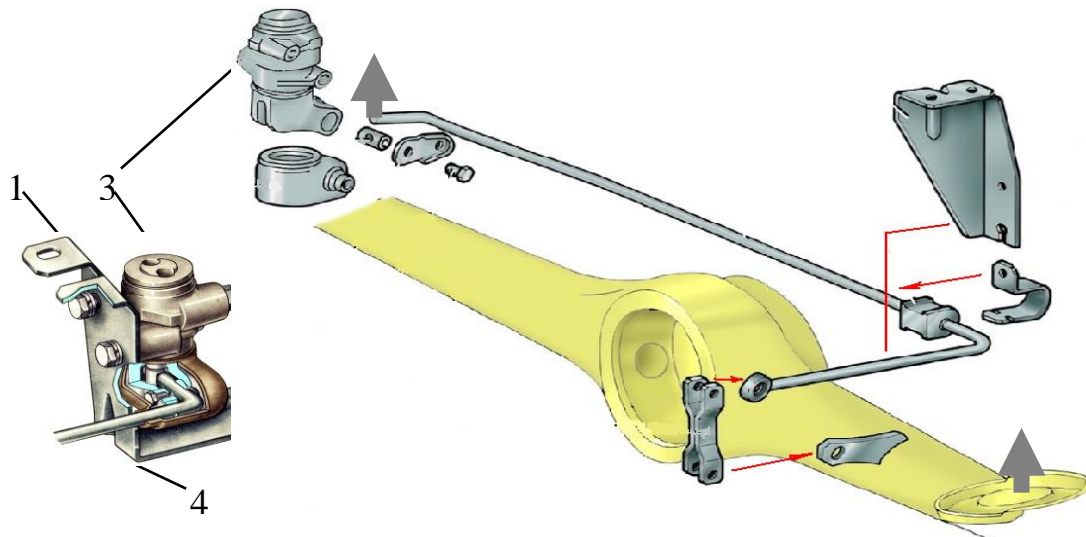


Рис. 3.23. Схема установки регулятора тормозных сил на автомобиле с зависимой задней подвеской: 1 – элементы кузова автомобиля; 2 – задний мост; 3 – регулятор тормозных сил; 4 – рычаг; 5 – стойка рычага; 6 – опора рычага

Рычаг 4 имеет опору 6, закрепленную на кузове автомобиля. С одного своего конца рычаг 4 связан с задним мостом 2 через стойку 5. Другой конец рычага опирается на поршень регулятора тормозных сил 3, который закреплен на кузове автомобиля. Изменение положения заднего моста относительно кузова автомобиля приводит к проворачиванию П-образного рычага 4 в опоре 6 и изменению силы его воздействия на поршень регулятора тормозных сил 3. Так, если автомобиль тормозит, его задняя часть приподнимается, расстояние между задним мостом и кузовом увеличивается, сила воздействия рычага 4 на поршень регулятора тормозных сил 3 уменьшается. При сближении заднего моста с кузовом автомобиля (например, при загрузке багажного отсека, наличии пассажиров на заднем сидении) сила воздействия рычага 4 на поршень регулятора тормозных сил 3 увеличивается.

Конструкция регулятора тормозных сил с пропорциональным клапаном представлена на рис. 3.24, схема работы – на рис. 3.25.

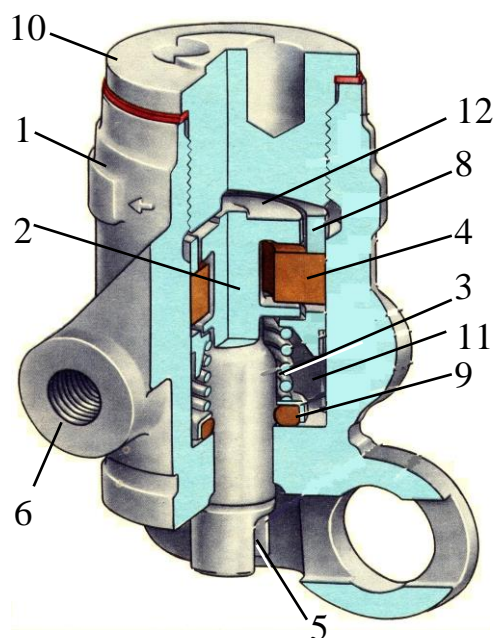


Рис. 3.24. Конструкция регулятора тормозных сил при разделении тормозного привода отдельно на передние и отдельно на задние колеса: 1 – корпус; 2 – поршень; 3 – пружина; 4 – седло клапана; 5 – вырез для П-образного рычага; 6 – вход от главного тормозного цилиндра; 8 – распорная втулка; 9 – уплотнительное кольцо; 10 – пробка; 11 – полость нормального давления; 12 – полость регулируемого давления

В начальный момент торможения, рис. 3.25а, тормозная жидкость от главного цилиндра поступает через входное отверстие 6 в регулятор тормозных сил, проходит через зазор между поршнем 2 и уплотнителем 4, через зазор между поршнем 2 и распорной втулкой 8 и через выходное отверстие 7 поступает к рабочим цилиндрам задних тормозных механизмов. Поршень 2 в рассматриваемый момент времени находится в равновесии, т.к. сумма сил, действующих на него равна нулю:

- сила давления жидкости в полости 12, действующая на круг доннышка поршня вниз,
- сила давления жидкости в полости 11, действующая на кольцо доннышка поршня вверх,

- сила упругости пружины 3, действующая на поршень вверх,
- сила воздействия рычага 5, действующая на поршень вверх.

В процессе торможения, рис. 3.24б, из-за увеличения расстояния между кузовом автомобиля и балкой заднего моста уменьшается сила воздействия рычага 5, и равновесие поршня 2 нарушается, зазор «А» уменьшается. Вследствие дросселирования тормозной жидкости через зазор «А», давление в полости 12 нарастает не столь интенсивно, как в полости 11. Поэтому и давление в цилиндрах задних тормозных механизмов будет меньше, чем в передних. Происходит недотормаживание задних колес, что снижает вероятность появления юза. При определенном замедлении происходит полное прекращение подачи жидкости в цилиндры задних тормозных механизмов, рис. 3.24в.

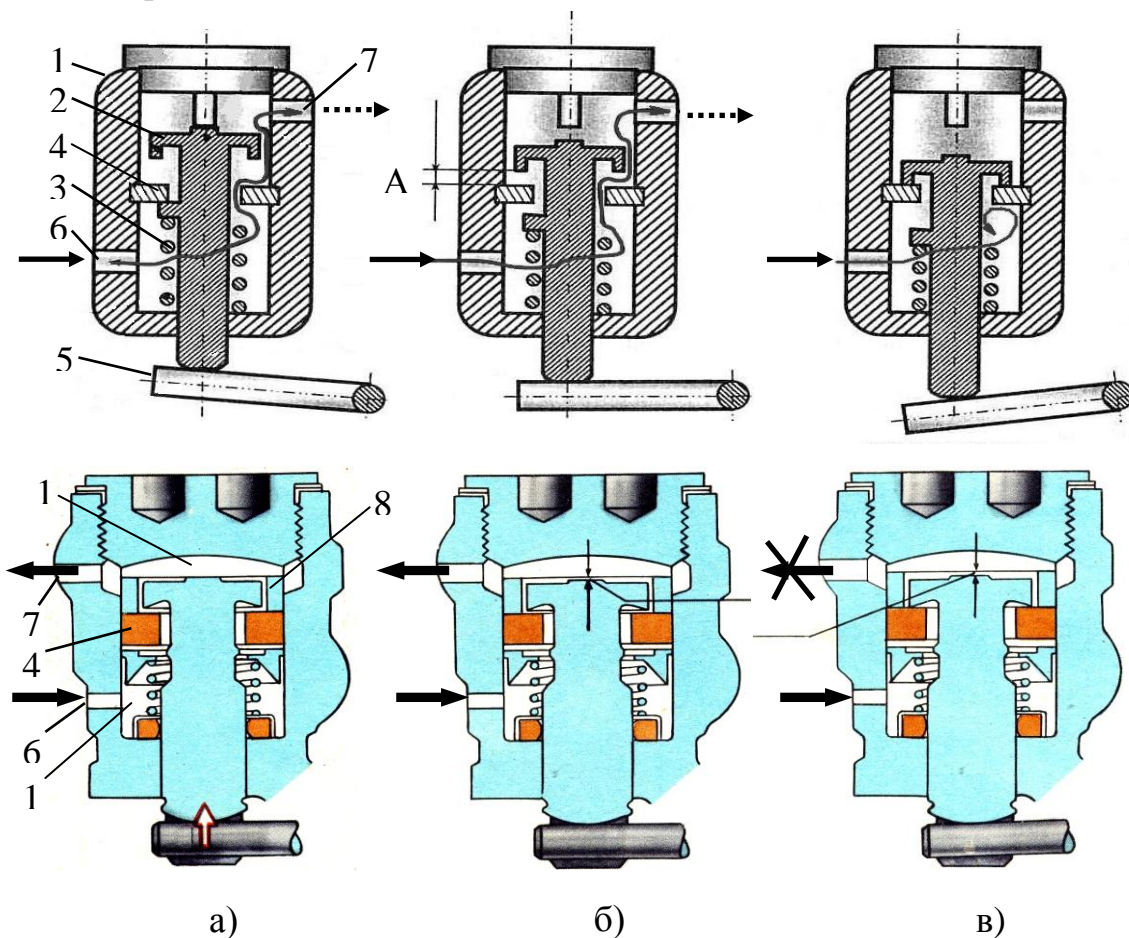


Рис. 3.24. Схема работы регулятора тормозных сил при разделении тормозного привода отдельно на передние и отдельно на задние колеса: а – положение при начале торможения, б – положение при снижении поступления жидкости в цилиндры задних тормозных механизмов, в – положение при прекращении поступления жидкости в цилиндры задних тормозных механизмов; 1 – корпус; 2 – поршень; 3 – пружина; 4 – уплотнитель; 5 – рычаг П-образный; 6 – вход от главного тормозного цилиндра; 7 – выход в цилиндры задних тормозных механизмов; 8 – распорная втулка; 11 – полость нормального давления; 12 – полость регулируемого давления

На рис. 3.26 показана схема работы тормозной системы заднеприводного легкового автомобиля с разделением тормозного привода отдельно на передние и отдельно на задние колеса. Предлагается самостоятельно разобрать работу системы с учетом описаний процесса работы ее составляющих, представленных выше в настоящем разделе.

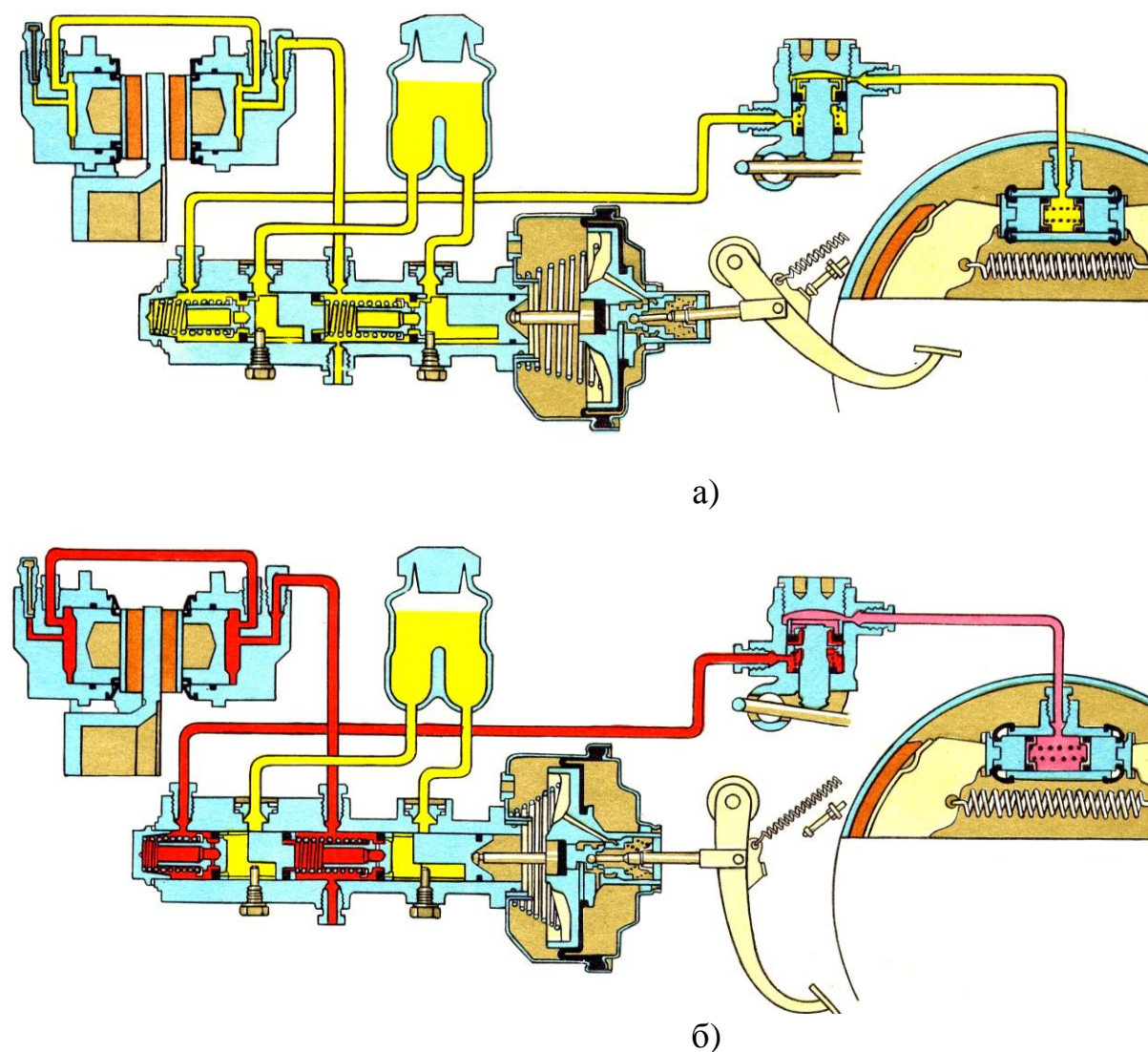


Рис. 3.26. Схема работы тормозной системы с разделением тормозного привода отдельно на передние и отдельно на задние колеса: а – расторможенное состояние; б – состояние торможения

Сложнее обеспечивать регулирование тормозных сил при диагональном разделении тормозного привода на два контура, см. рис. 3.4. Рассмотрим вариант решения этой задачи на примере конструкции регулятора тормозных сил переднеприводных автомобилей ВАЗ, рис. 3.27, который по принципу действия аналогичен рассмотренному выше регулятору, но содержит два клапана, связанных между собой.

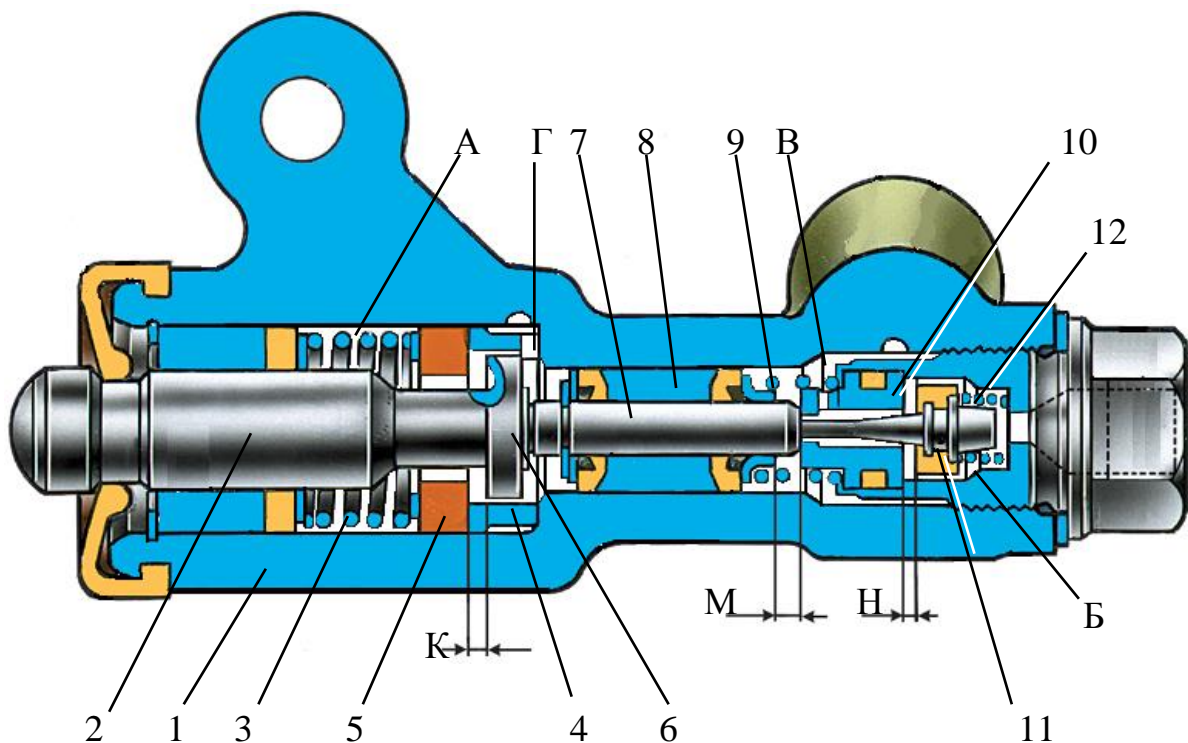


Рис. 3.27 Конструкция регулятора тормозных сил переднеприводного автомобиля с диагональным разделением тормозного привода на два контура: 1 – корпус регулятора давления; 2 – поршень; 3 – пружина; 4 – втулка корпуса; 5 – уплотнитель головки поршня; 6 – головка поршня; 7 – толкатель; 8 – втулка толкателя; 9 – пружина втулки толкателя; 10 – седло клапана; 11 – клапан; 12 – пружина клапана; А, Б – полости, соединенные с главным цилиндром; В – полость, соединенная с рабочим цилиндром правого заднего колеса; Г – полость, соединенная с рабочим цилиндром левого заднего колеса; К, М, Н – зазоры

На поршень регулятора, как и в предыдущем случае, воздействует рычаг, связанный с задним мостом автомобиля. Чем больше нагрузка на задние колеса, тем ближе балка заднего моста к кузову и тем больше сила, стремящая сдвинуть поршень внутрь корпуса. Установка регулятора на автомобиле и его подключение в гидроприводе тормозов показано на рис. 3.28.

Схема регулятора тормозных сил переднеприводных автомобилей ВАЗ для различных режимов работы приведена на рис. 3.29 – 3.35.

В начальный момент торможения, рис. 3.29, от первой секции главного цилиндра (правое переднее колесо) тормозная жидкость поступает через входное отверстие 13 в полость «А», откуда через зазор между головкой поршня 6 и ее уплотнителем 5, зазор между головкой поршня 6 и втулкой 4 поступает в полость «Г» и через выходное отверстие 14 – к рабочему цилиндру левого заднего колеса. Одновременно, от второй секции главного цилиндра (левое переднее колесо) тормозная жидкость поступает через входное отверстие 15 в полость «Б», откуда через полностью открытый

клапан 11 поступает в полость «В» и через выходное отверстие 16 – к рабочему цилиндру правого заднего колеса. Давление в рабочих цилиндрах тормозных механизмов передних и задних колес будет практически одинаковым при таком взаимном положении деталей регулятора.

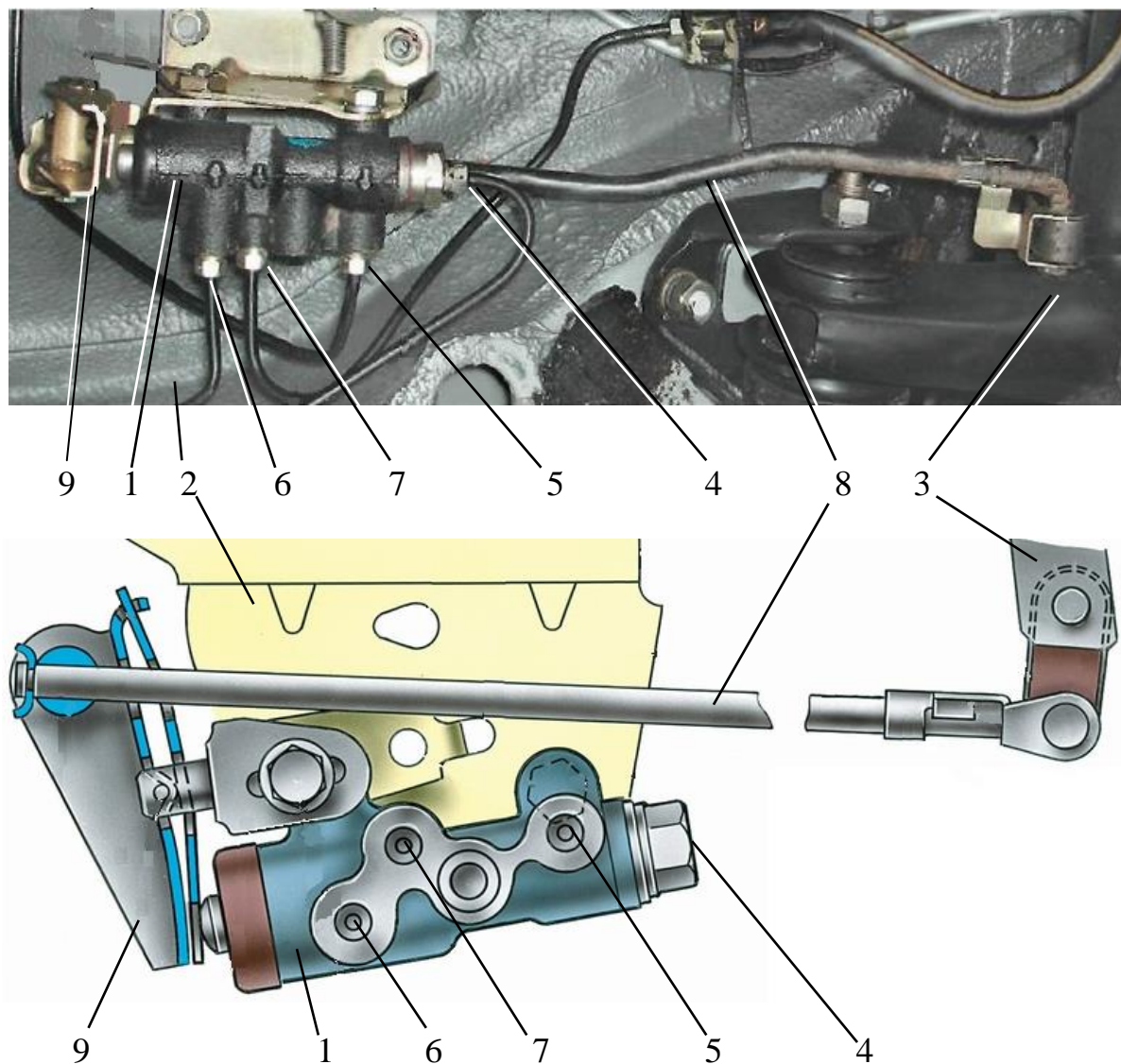


Рис. 3.28 Установка регулятора тормозных сил на переднеприводном автомобиле с диагональным разделением тормозного привода на два контура: 1 – регулятор давления; 2 – кузов автомобиля; 3 – рычаг балки заднего моста; 4 – вход от второй секции главного цилиндра (контур: левое переднее – правое заднее); 5 – выход к рабочему цилиндру правого заднего колеса; 6 – вход от первой секции главного цилиндра (контур: правое переднее – левое заднее); 7 – выход к рабочему цилиндру левого заднего колеса; 8 – упругий рычаг привода регулятора давления; 9 – рычаг привода регулятора давления

Поршень 2 регулятора находится в равновесии под действием сил:

- сила давления жидкости в полости «Г», действующая на круг доннышка головки поршня 6 влево по рисунку,

- сила давления жидкости в полости «А», действующая на кольцо доньшка головки поршня 6 вправо по рисунку,
- сила «Р» воздействия рычага привода, действующая на поршень вправо по рисунку.

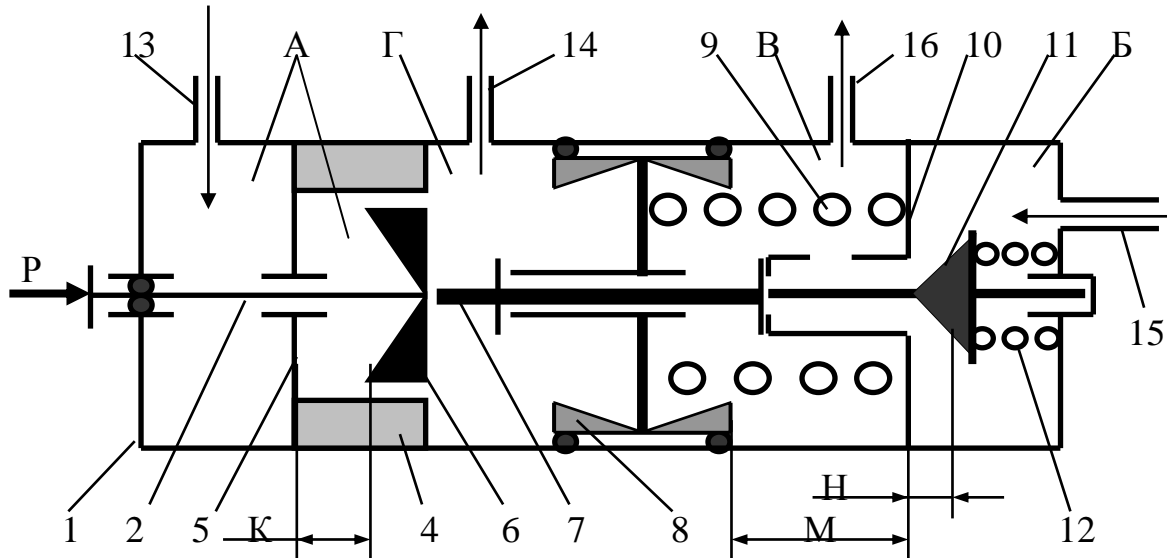


Рис. 3.29. Схема регулятора тормозных сил переднеприводного автомобиля с диагональным разделением контуров, положение в начальный момент торможения: 13 – вход от первой секции главного цилиндра (контур: правое переднее – левое заднее); 14 – выход к рабочему цилиндру левого заднего колеса; 15 – вход от второй секции главного цилиндра (контур: левое переднее – правое заднее); 16 – выход к рабочему цилиндру правого заднего колеса; Р – сила, действующая на поршень от рычага привода регулятора; остальные позиции – см. рис. 3.27

При нарастании интенсивности торможения (см. также схему на рис. 3.30) из-за продольного опрокидывающего момента увеличивается расстояние между кузовом автомобиля и балкой заднего моста, уменьшается сила «Р», и равновесие поршня 2 нарушается, зазор «К» уменьшается. Вследствие дросселирования тормозной жидкости через зазор «К», давление в полости «Г» нарастает не столь интенсивно, как в полости «А». Поэтому и давление в цилиндре левого заднего тормозного механизма будет меньше, чем в цилиндре переднего правого. Одновременно с перемещением поршня 2 под действием пружин 9 и 12 перемещаются влево по рисунку втулка толкателя 8 и клапан 12, зазор «М» увеличивается, зазор «Н» уменьшается. Из-за дросселирования тормозной жидкости через зазор «К» и увеличения объема полости «В», давление в полости «В» нарастает не столь интенсивно, как в полости «Б». Поэтому давление в цилиндре правого заднего тормозного механизма будет меньше, чем в цилиндре переднего левого. Таким образом, достигается снижение тормозной силы на задних колесах по сравнению с передними. Движение втулки толкателя 8 влево обеспечивает

равенство давлений в полостях «Г» и «В», т.е. в рабочих цилиндрах задних колес, т.к. зазоры «К» и «Н» по разному влияют на степень дросселирования тормозной жидкости.

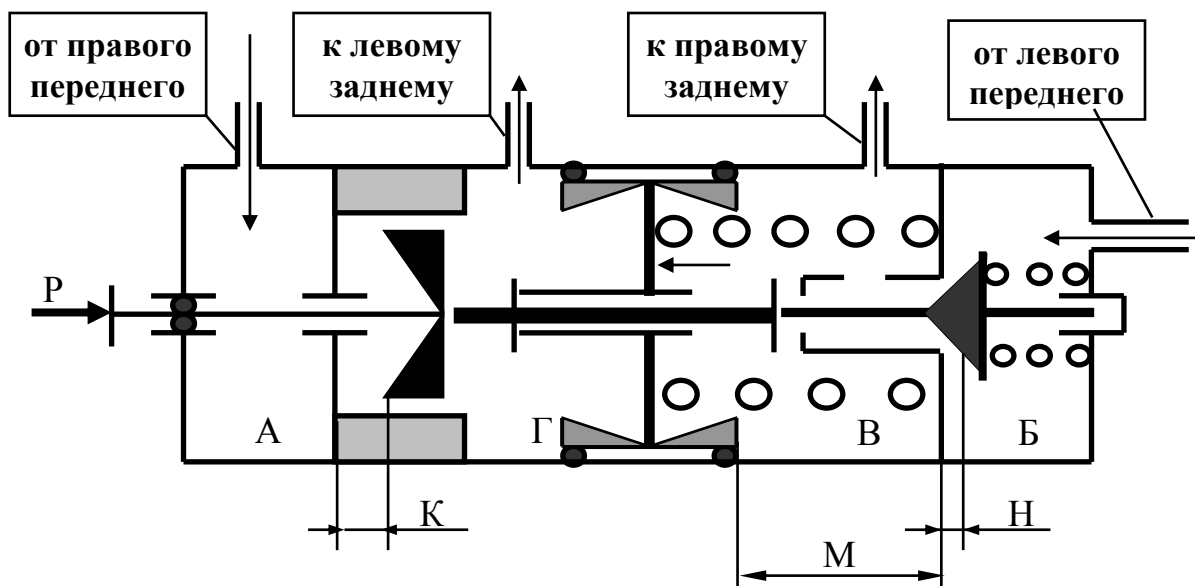


Рис. 3.30. Схема регулятора тормозных сил переднеприводного автомобиля с диагональным разделением контуров, положение при нарастании интенсивности торможения

Далее в процессе торможения наступает момент, когда клапан 11 полностью закрывается («Н» = 0), давление в полости «В» не растет, толкатель 7 и втулка 8 останавливаются, рис. 3.31.

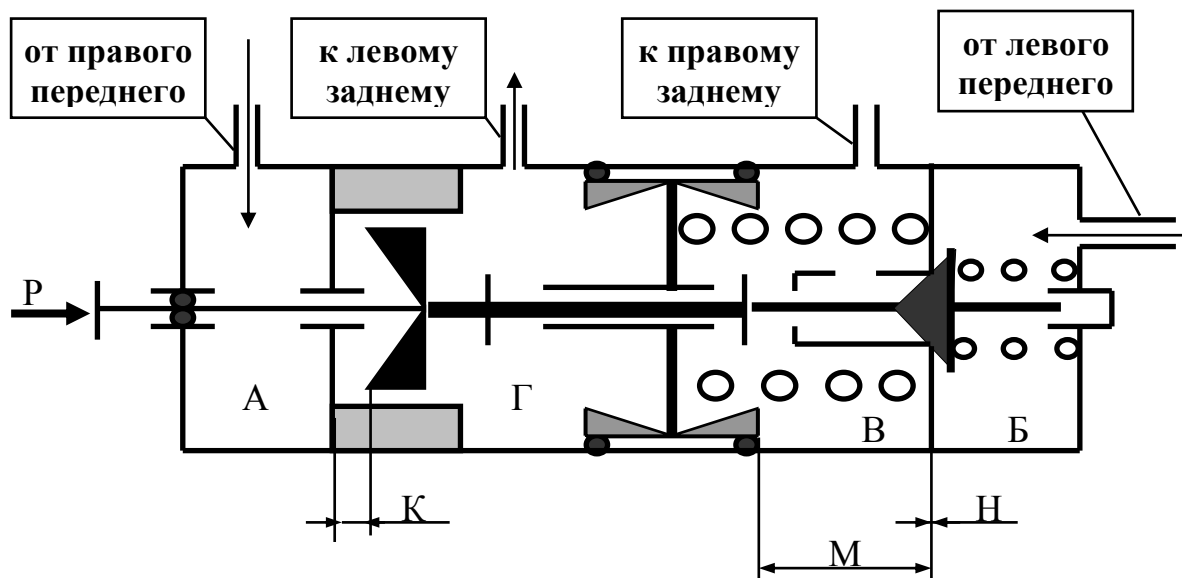


Рис. 3.31. Схема регулятора тормозных сил переднеприводного автомобиля с диагональным разделением контуров, промежуточное положение № 1

При дальнейшем увеличении усилия на педали тормоза давление в цилиндрах тормозных механизмов передних колес интенсивно нарастает (полости «А» и «Б» регулятора. Менее интенсивно (зазор «К» продолжает уменьшаться), но нарастает давление в полости «Г», что вызывает перемещение втулки 8 вправо, зазор «М» уменьшается, за счет чего обеспечивается давление в полости «В» практически равным давлению в полости «Г», рис. 3.32.

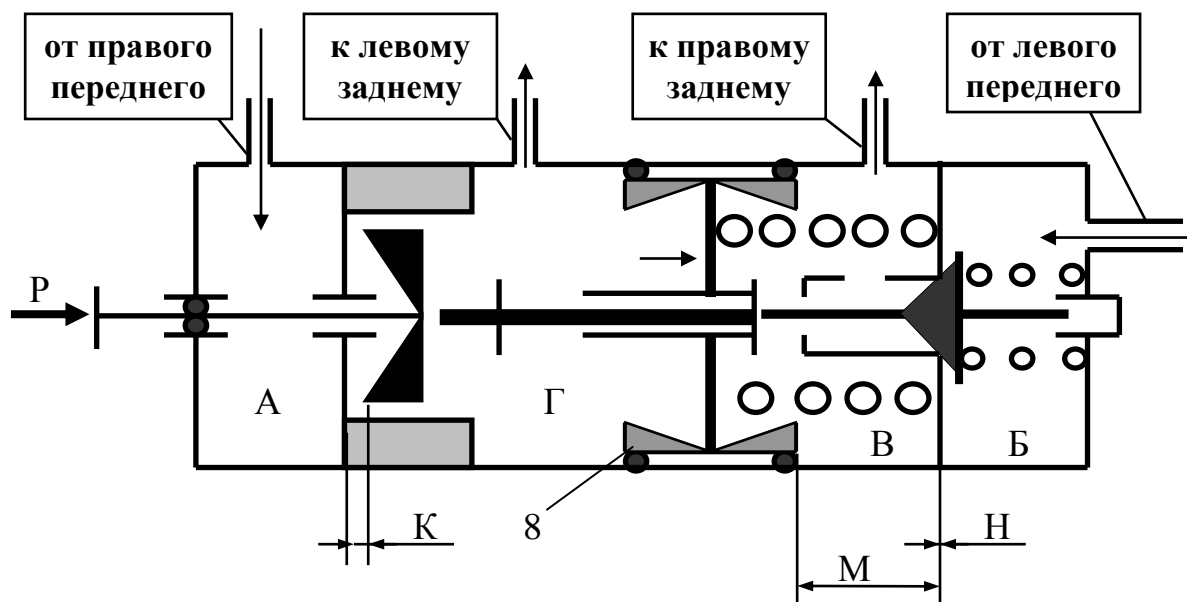


Рис. 3.32. Схема регулятора тормозных сил переднеприводного автомобиля с диагональным разделением контуров, промежуточное положение № 2; позиции см. рис. 3.29

Когда зазор «К» станет равен нулю, рис. 3.33, давление в камере «Г», а значит, и в камере «В», нарастать практически не будет, т.е. ограничится эффективность торможения задних колес, тогда как тормозная сила передних тормозных механизмов способна нарастать и далее. При увеличении нагрузки автомобиля усилие «Р» на поршень увеличивается, то есть момент касания головки поршня и уплотнителя (зазор «К» = 0) достигается при большем давлении в главном тормозном цилиндре. Таким образом, эффективность задних тормозов с увеличением нагрузки увеличивается.

При отказе контура тормозов «левый передний – правый задний тормоза» втулка 8 под давлением жидкости в полости «Г» сместится вправо до упора, рис. 3.34. Давление в левом заднем тормозе будет регулироваться частью регулятора, которая включает в себя поршень 2 с уплотнителем 5 и втулкой 4. Работа этой части регулятора, при отказе названного контура, аналогична работе при исправной системе. Характер изменения давления на выходе регулятора такой же, как и при исправной системе.

При отказе контура тормозов «правый передний – левый задний тормоза», рис. 3.35, давлением тормозной жидкости толкатель 7 с втулкой 8 смещается в сторону поршня (влево по рисунку), выдвигая его из корпуса.

Зазор «М» увеличивается, а зазор «Н» уменьшается. Когда клапан 11 коснется седла 10, рост давления в камере «В» прекращается, то есть регулятор в этом случае работает как ограничитель давления. При этом достигаемая величина давления достаточна для надежной работы заднего тормоза.

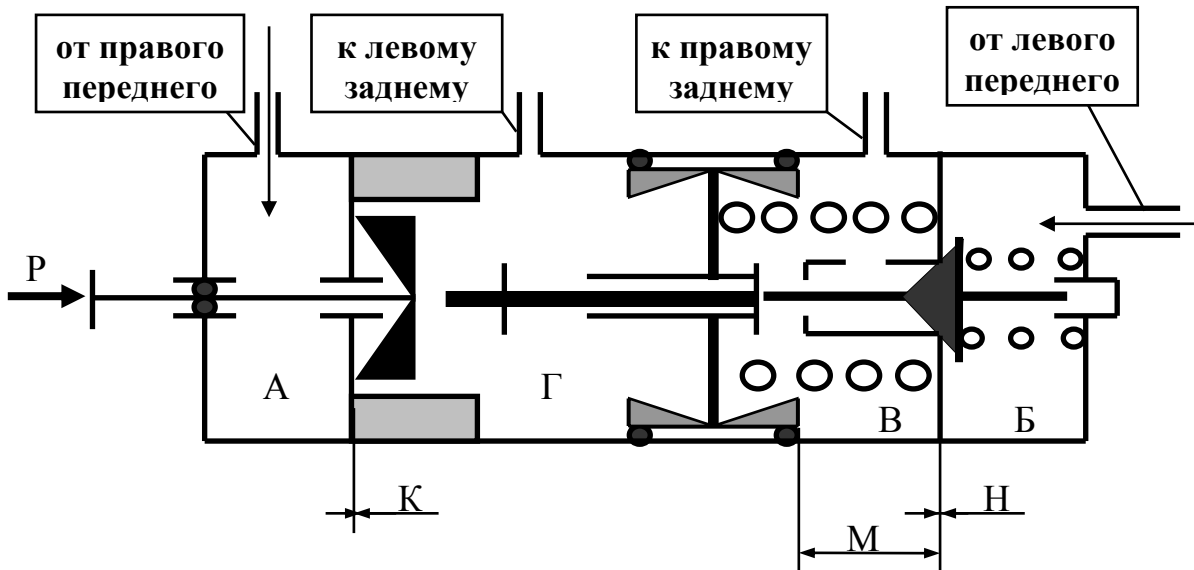


Рис. 3.33. Схема регулятора тормозных сил переднеприводного автомобиля с диагональным разделением контуров, положение при ограничении роста давления в цилиндрах задних тормозных механизмов

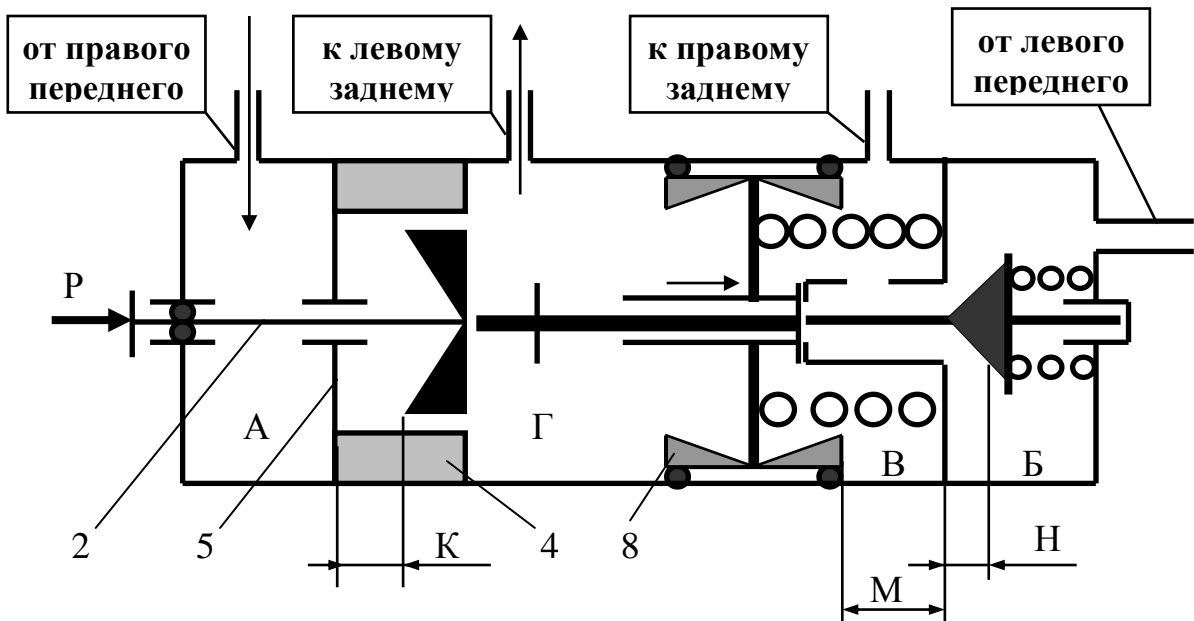


Рис. 3.34. Схема регулятора тормозных сил переднеприводного автомобиля с диагональным разделением контуров, положение при отказе контура тормозов «левый передний – правый задний тормоза»; позиции см. рис. 3.29

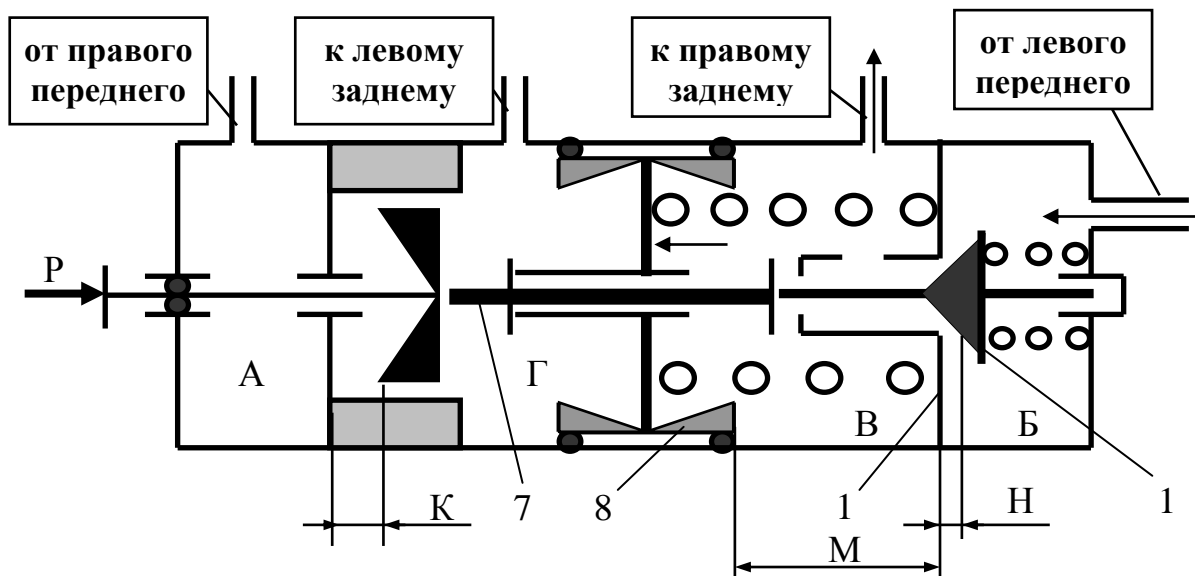


Рис. 3.35. Схема регулятора тормозных сил переднеприводного автомобиля с диагональным разделением контуров, положение при отказе контура тормозов «правый передний – левый задний тормоза»; позиции см. рис. 3.29

На рис. 3.36 показана схема тормозной системы переднеприводного автомобиля с диагональным разделением тормозного привода на два контура. Предлагается самостоятельно разобрать работу системы с учетом описаний процесса работы ее составляющих, представленных выше в настоящем разделе.

Конструкция регулятора давления с шариковым клапаном показана на рис. 3.37. При торможении малой интенсивности положение поршня 1 таково, что шариковый клапан 4 открыт управляющим конусом 3. Тормозная жидкость из главного цилиндра через входное отверстие 6, открытый шариковый клапан 4 поступает через выходное отверстие 5 к цилиндрам тормозных механизмов задних колес. При увеличении интенсивности торможения, как было показано выше, уменьшается величина силы «Р», действующей на поршень со стороны привода регулятора. Поршень перемещается влево по рисунку, что в конечном итоге приводит к закрытию шарикового клапана 4 и прекращению роста давления в цилиндрах тормозных механизмов задних колес, рис. 3.37а. При растормаживании давление во входном отверстии снижается, под действием возвратных пружин задних барабанных тормозных механизмов жидкость вытесняется из рабочих цилиндров, открывая шариковый клапан 4, рис.3.37в.

В некоторых автомобилях вместо регулятора тормозных сил задних тормозных механизмов могут использоваться клапаны-ограничители давления. Такие устройства обеспечивают при достижении определенного уровня давления в гидросистеме снижение скорости нарастания давления в рабочих цилиндрах тормозных механизмов задних колес. Также могут применяться дозирующие клапаны, предотвращающие включение дисковых тормозных механизмов до включения барабанных [11].

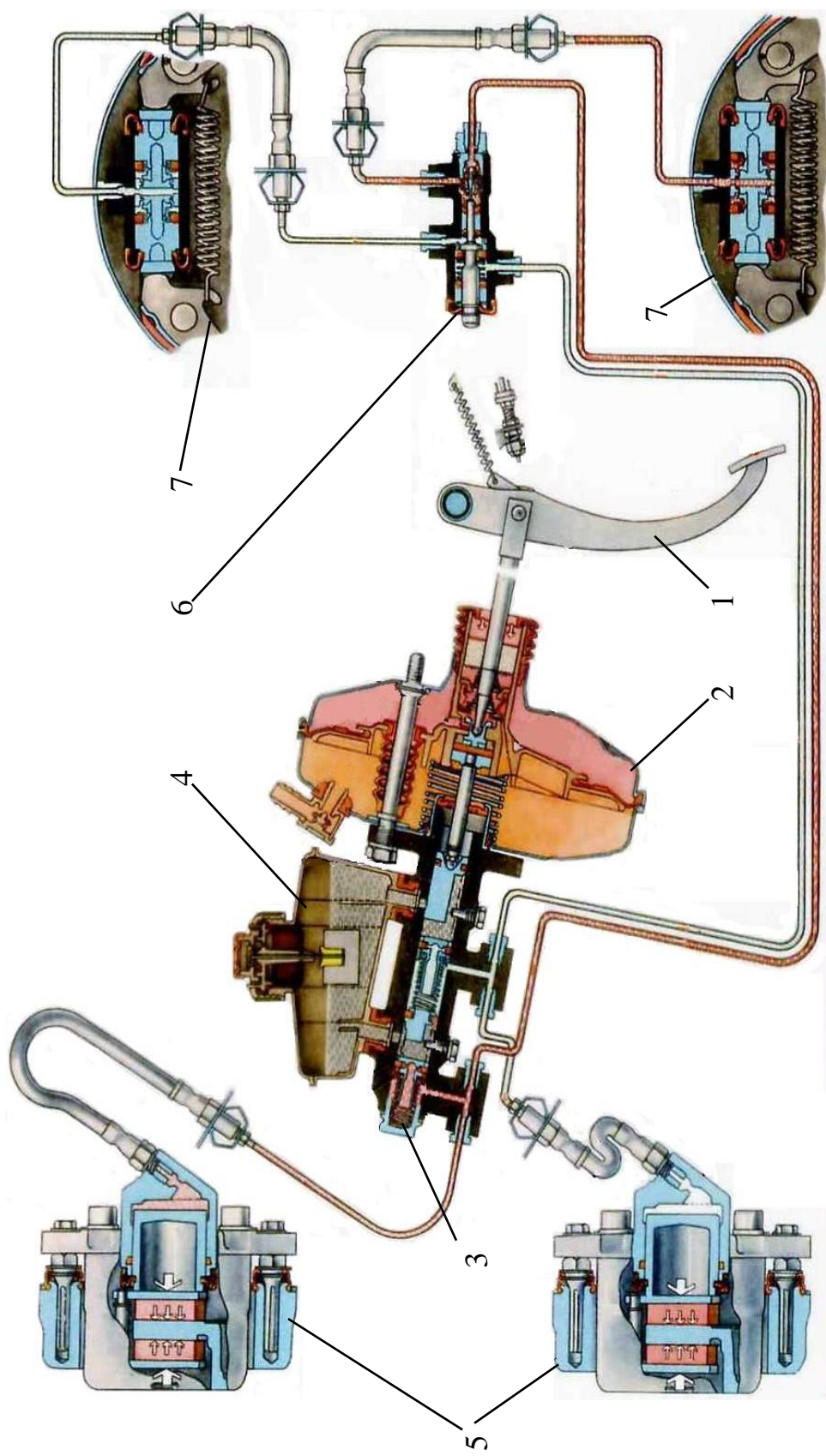


Рис. 3.36. Схема тормозной системы переднеприводного автомобиля с диагональным разделением тормозного привода на два контура: 1 – педаль тормоза; 2 – вакуумный усилитель; 3 – главный тормозной цилиндр; 4 – дополнительный бачок; 5 – тормозные механизмы передних колес; 6 – регулятор тормозных сил; 7 – тормозные механизмы задних колес

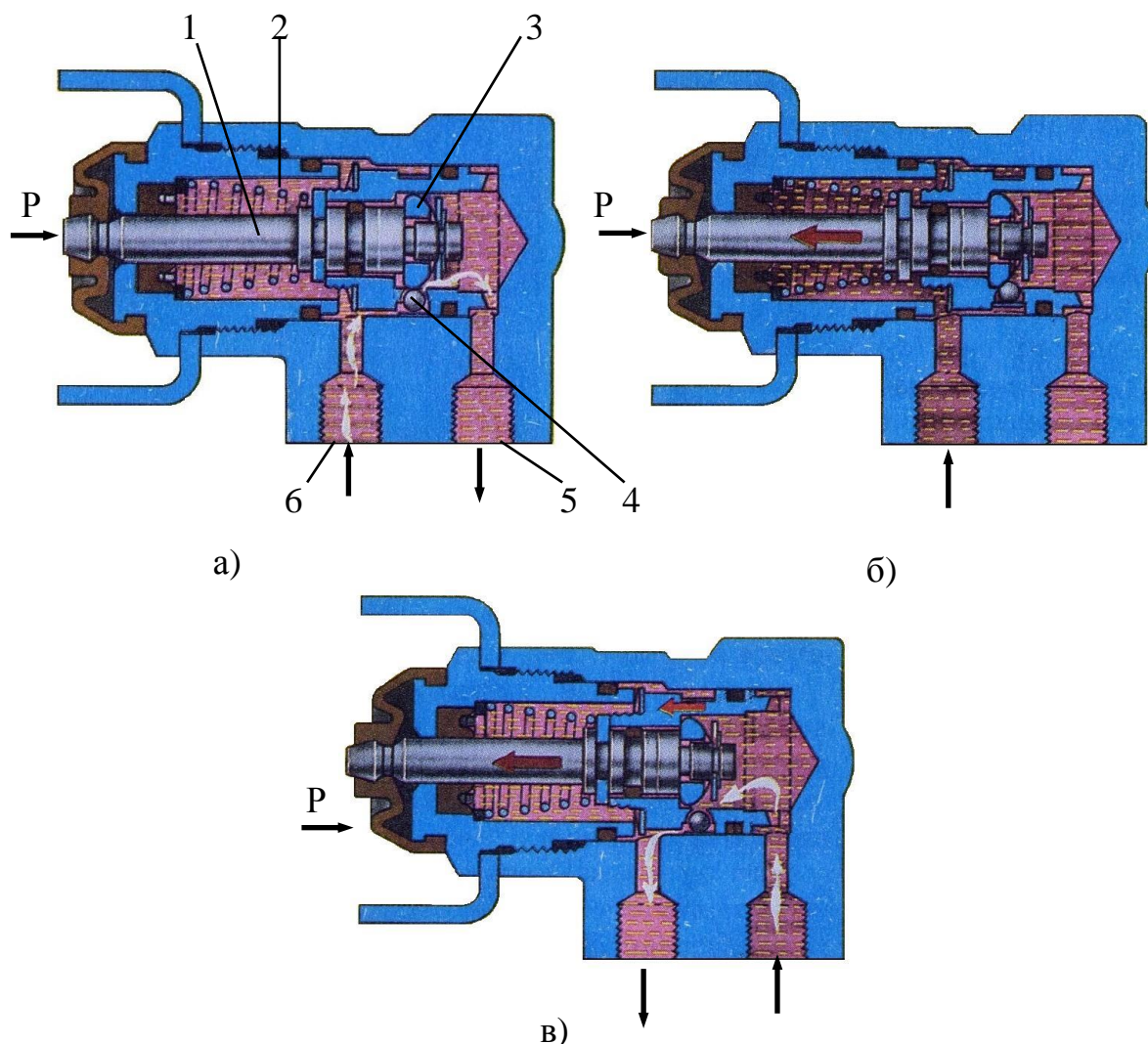


Рис. 3.37. Регулятор тормозных сил заднеприводного автомобиля с разделением тормозного привода отдельно на передние и отдельно на задние колеса: а – торможение небольшой интенсивности, б – интенсивное торможение, в – растормаживание; 1 – поршень; 2 – пружина поршня; 3 – управляющий конус; 4 – шарик; 5 – выход в цилиндры задних тормозных механизмов; б – вход от главного тормозного цилиндра; P – сила, действующая на поршень от рычага привода регулятора

3.5. Элементы сигнализирования в гидравлическом тормозном приводе

Во всех автомобилях в обязательном порядке имеются световые сигналы, расположенные на задней части кузова, предупреждающие других водителей на дороге о начале работы тормозной системы. Включаются такие сигналы выключателем, расположенным возле педали тормоза, рис. 3.8, контакты которого замыкаются даже при незначительном нажатии на педаль. Некоторые автомобили оборудуются контактными датчиками износа

тормозных колодок, что особенно актуально для дисковых тормозных механизмов.

В большинстве современных автомобилей, оборудованных гидравлическим тормозным приводом, имеется световой индикатор, сигнализирующий о критичном снижении уровня рабочей жидкости. Индикатор включается контактами, один из которых связан с поплавком в дополнительном бачке, рис. 3.37.

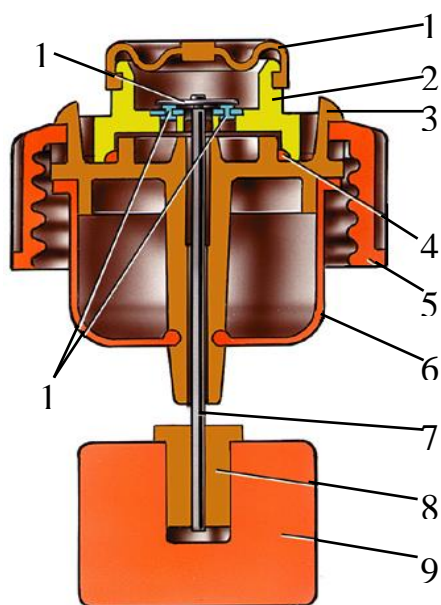


Рис. 3.38. Датчик аварийного уровня тормозной жидкости: 1 – защитный колпачок; 2 – корпус датчика; 3 – основание датчика; 4 – уплотнительное кольцо; 5 – зажимное кольцо; 6 – отражатель; 7 – толкатель; 8 – втулка; 9 – поплавок; 10 – неподвижные контакты; 11 – подвижный контакт

В некоторых автомобилях используются сигнальные устройства, предназначенные для информирования водителя о потере герметичности одного из контуров гидропривода тормозов. Принцип работы одного из таких устройств показан на рис. 3.39.

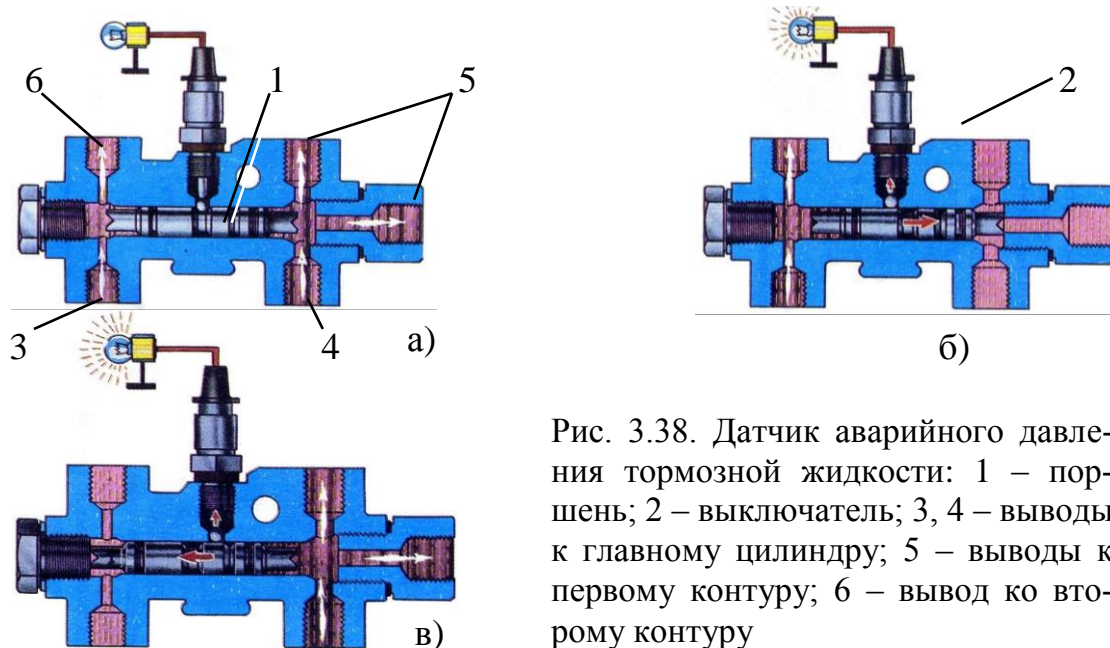


Рис. 3.39. Датчик аварийного давления тормозной жидкости: 1 – поршень; 2 – выключатель; 3, 4 – выходы к главному цилиндру; 5 – выходы к первому контуру; 6 – вывод ко второму контуру

4. ТОРМОЗНЫЕ ПРИВОДЫ. ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ТОРМОЗНЫЕ ПРИВОДЫ

В пневматических тормозных приводах усилие от органа управления на тормозные механизмы передается сжатым воздухом. Давление воздуха в приводе составляет порядка 0,7...0,8 МПа. Применяются пневмоприводы на грузовых автомобилях средней и большой грузоподъемности, автобусах, автопоездах. Схема простейшего пневматического тормозного привода представлена на рис. 4.1.

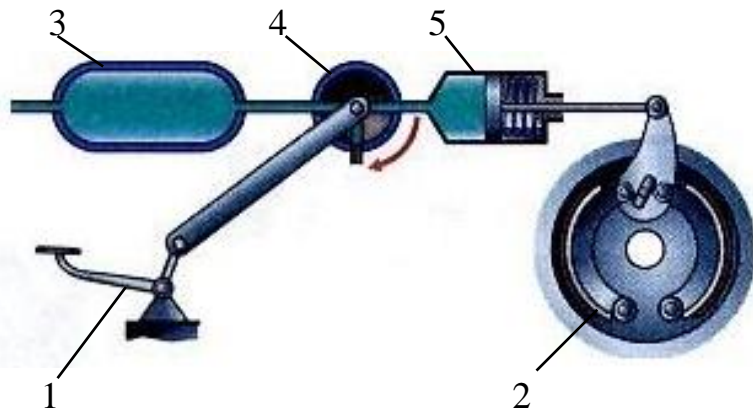


Рис. 4.1. Схема простейшего пневматического тормозного привода: 1 – педаль; 2 – тормозной механизм; 3 – емкость со сжатым воздухом (ресивер); 4 – тормозной кран; 5 – тормозная камера

Достоинства пневмопривода тормозов:

- пневмопривод более эффективен, чем тормозные приводы других типов;
- рабочее тело – сжатый воздух – используется также для других целей (подкачка шин, привод дверей, стеклоочистителей, усилителей и т.п.);
- облегчение управления тормозной системой (при небольшом усилии водителя развиваются большие тормозные силы);
- удобство привода тормозной системы прицепа (полуприцепа).

Недостатки пневмопривода тормозов:

- менее компактен;
- более сложен по конструкции;
- более сложен в обслуживании;
- большая стоимость;
- большое время срабатывания (в 5...10 раз больше, чем у гидропривода);
- затраты мощности на привод компрессора.

В состав пневматического тормозного привода входят следующие группы элементов:

- питающие устройства (компрессор, воздушные баллоны);
- управляющие устройства (тормозные краны);

- исполнительные устройства (тормозные камеры или цилиндры);
- регулирующие устройства (регуляторы давления, тормозных сил);
- улучшающие устройства, т.е. улучшающие эксплуатационные качества и увеличивающие надежность (влагоотделители, фильтры, ускоряющие, предохранительные и др. клапаны).

Конструкция элементов пневматического привода во многом определяется видом пневмопривода тягача и прицепа (полуприцепа), рис. 4.2.

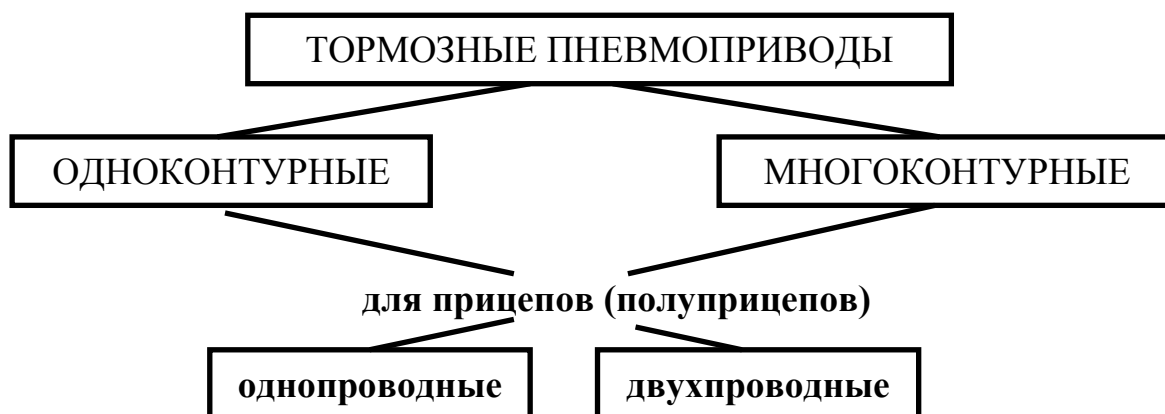


Рис. 4.2. Виды пневматического привода тормозных систем тягача и прицепа (полуприцепа)

На современных автомобилях используются многоконтурные приводы, осуществляющие управление не только рабочей тормозной системой, но и стояночной, запасной и вспомогательной. При этом привод рабочей тормозной системы разделен минимум на два контура для обеспечения требуемой надежности.

Одноконтурные пневматические приводы тормозной системы на современных автомобилях не применяются, однако знание принципов работы таких приводов позволяет освоить более сложные конструкции.

4.1. Одноконтурные пневматические тормозные приводы

Схема такого привода показана на рис. 4.3.

В состав пневматического тормозного привода входят следующие группы элементов.

1. Питающие устройства – компрессор, воздушные баллоны (на рис. 4.3 поз. 1 и 3 соответственно).
2. Управляющие устройства – тормозные краны (на рис. 4.3 поз. 4).
3. Исполнительные устройства – тормозные цилиндры или тормозные камеры колес (на рис. 4.3 поз. 5 и 6).
4. Регулирующие устройства – регуляторы тормозных сил, регуляторы давления.

5. Улучшающие устройства – влагоотделители, фильтры, ускоряющие, предохранительные и др. клапаны, т.е. устройства, улучшающие эксплуатационные качества и увеличивающие надежность тормозной системы (на рис. 4.3 такие устройства отсутствуют).
6. Сигнализирующие устройства – манометры, датчики давления в совокупности со световыми или звуковыми сигналами.
7. Устройства отбора сжатого воздуха из системы – краны, соединительные головки (если предусмотрена работа автомобиля в составе автопоезда).

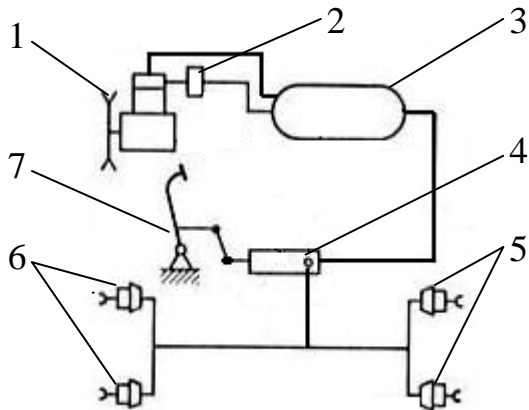


Рис. 4.3. Схема одноконтурного пневматического привода рабочей тормозной системы автомобиля: 1 – компрессор; 2 – регулятор давления; 3 – ресивер; 4 – тормозной кран; 5 – тормозные камеры задних колес; 6 – тормозные камеры передних колес; 7 – педаль

Рассмотрим конструкцию элементов тормозного привода на примере грузового автомобиля ЗИЛ-130, имеющего одноконтурный пневматический тормозной привод. Схема привода показана на рис. 4.4.

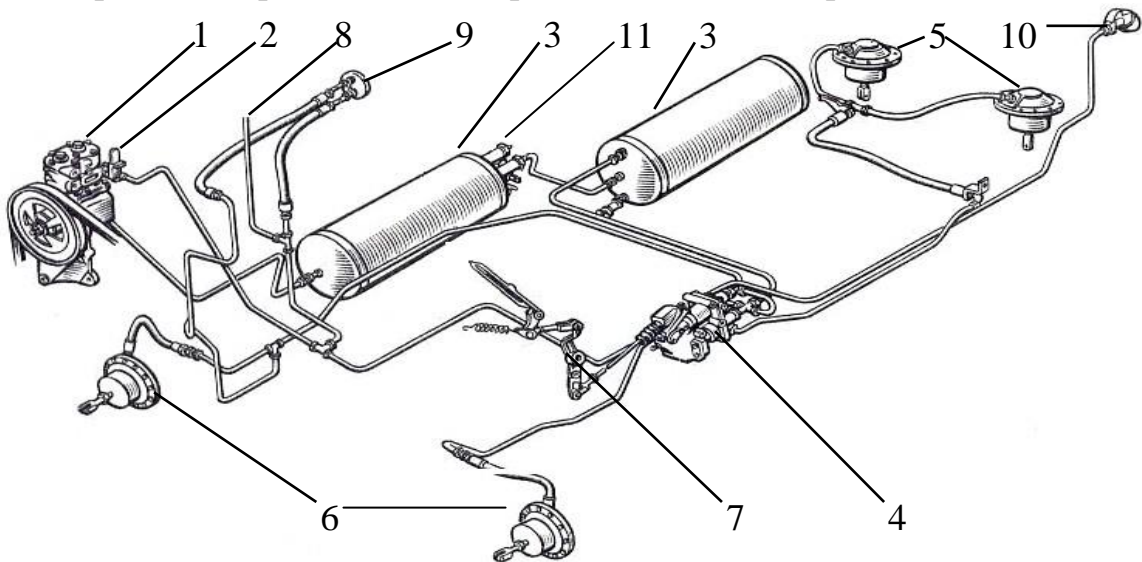


Рис. 4.4. Одноконтурный пневматический привод рабочей тормозной системы грузового автомобиля: 1 – компрессор; 2 – регулятор давления; 3 – ресиверы; 4 – тормозной кран; 5 – тормозные камеры задних колес; 6 – тормозные камеры передних колес; 7 – педаль; 8 – трубопровод отбора воздуха на привод стеклоочистителей; 9 – манометр; 10 – соединительная головка для подключения тормозной системы прицепа; 11 – предохранительный клапан

4.1.1. Питающие устройства

Конструкция компрессора тормозного привода грузового автомобиля ЗИЛ-130 показана на рис. 4.5 и 4.6.

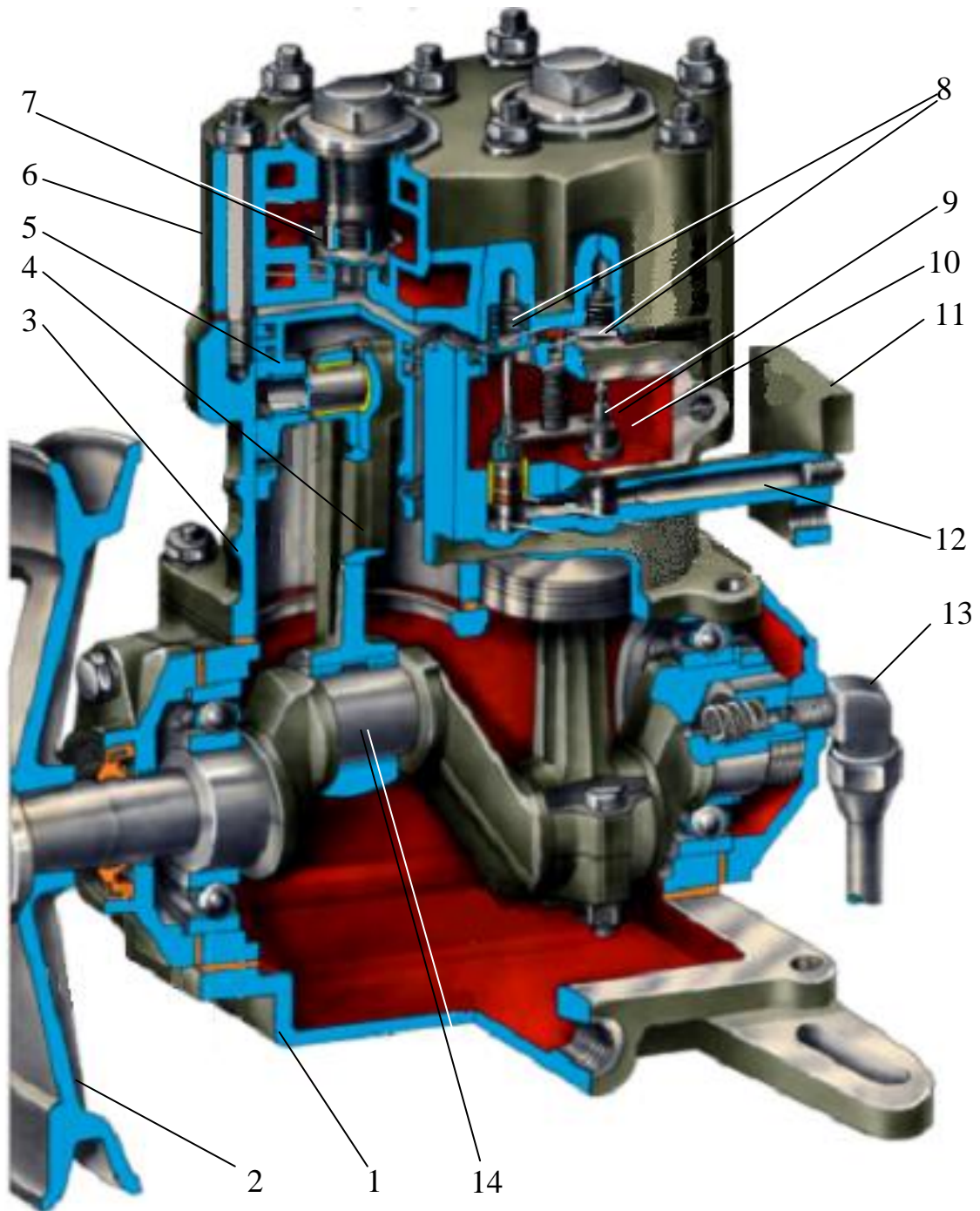


Рис. 4.5. Компрессор: 1 – картер; 2 – шкив; 3 – блок цилиндров; 4 – шатун; 5 – поршень; 6 – головка блока; 7 – нагнетательный (выпускной) клапан; 8 – впускные клапаны; 9 – плунжер регулятора давления; 10 – впускной канал; 11 – фланец крепления регулятора давления; 12 – канал от регулятора давления; 13 – штуцер подвода масла из системы смазки двигателя; 14 – коленчатый вал

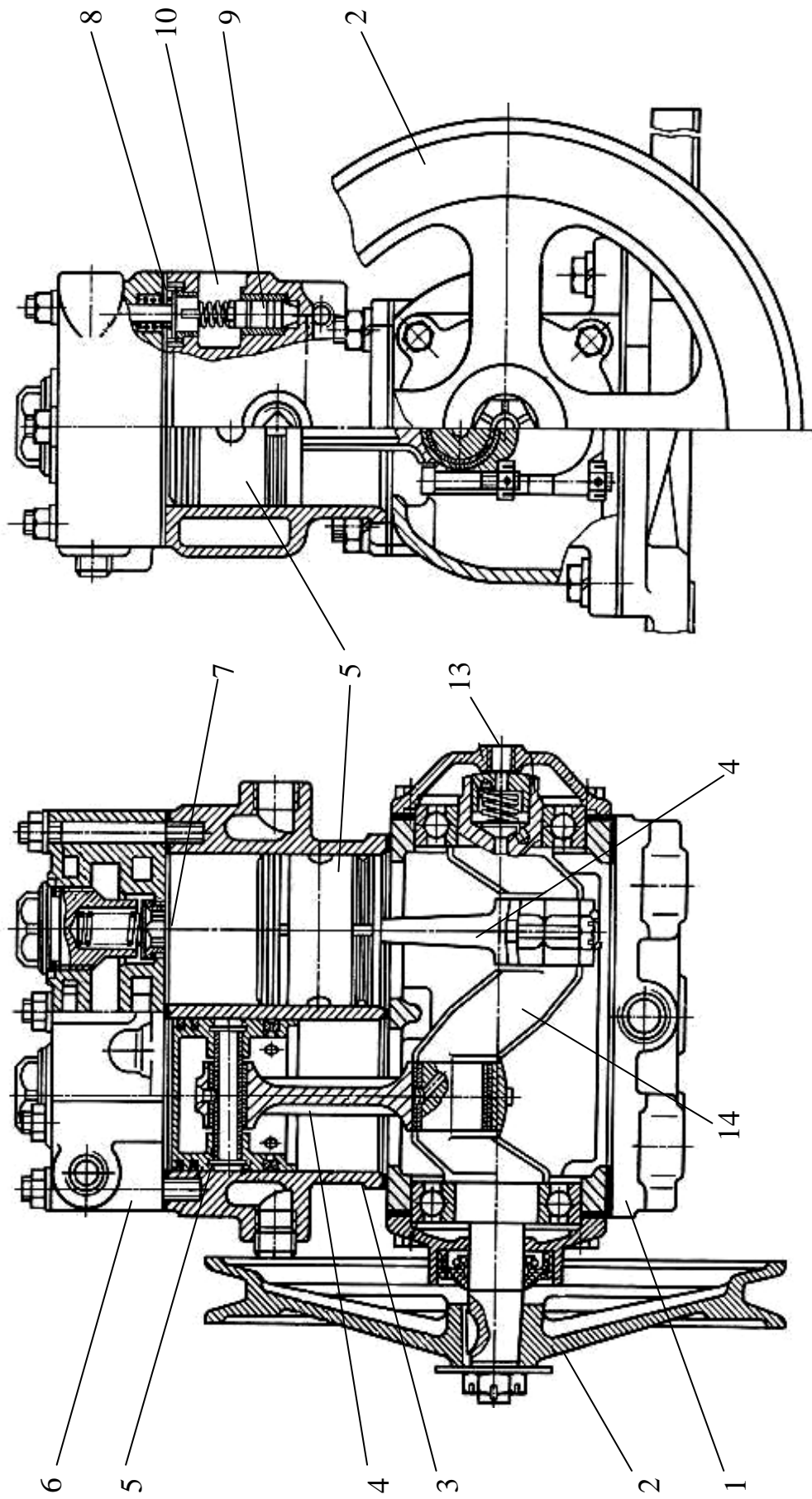


Рис. 4.6. Компрессор: 1 – картер; 2 – шкив; 3 – блок цилиндров; 4 – шатун; 5 – поршень; 6 – головка блока; 7 – нагнетательный (выпускной) клапан; 8 – впускной клапан; 9 – плунжер регулятора давления; 10 – впускной канал; 13 – отверстие подвода масла из системы смазки двигателя; 14 – коленчатый вал

Компрессор обеспечивает создание запаса сжатого воздуха. Привод компрессора – от коленчатого вала двигателя при помощи ременной передачи через шкив поз. 2. Таким образом, компрессор всегда работает при работающем двигателе.

Компрессор поршневого типа, двухцилиндровый, одноступенчатого сжатия. Системы охлаждения и смазки компрессора подключены к соответствующим системам двигателя. Воздух через воздухоочиститель и впускной трубопровод поступает в каждый цилиндр компрессора через пластинчатый впускной клапан 8, который открывается под действием разрежения, создаваемого в цилиндре при ходе поршня 5 от верхней мертвой точки (ВМТ) к нижней (НМТ). Выпускной клапан 7 (также пластинчатого типа) находится при этом в закрытом состоянии под действием его пружины и разрежения в цилиндре компрессора. В процессе движения поршня от НМТ к ВМТ клапан 8 закрывается под действием собственной пружины (см. также рис. 4.7) и повышенного давления сжимаемого поршнем воздуха. Под действием этого давления открывается пластинчатый нагнетательный клапан 7, расположенный в головке цилиндров, и сжатый воздух вытесняется в воздушные баллоны (ресиверы) через соединительные трубопроводы.

Угол между кривошипами коленчатого вала 14 компрессора составляет 180° , поэтому после окончания такта сжатия в одном цилиндре начинается сжатие во втором цилиндре, в первом цилиндре происходит такт впуска. Такое чередование работы цилиндров компрессора позволяет кроме снижения пульсации давления подаваемого в ресиверы сжатого воздуха, обеспечить отключение подачи воздуха от компрессора при давлении в ресиверах более 700 КПа.

Функцию отключения подачи воздуха от компрессора в ресиверы выполняет регулятор давления, закрепленный на фланце 11, рис. 4.5 (см. также рис. 4.4 поз. 2).

Регулятор давления, рис. 4.7, имеет впускное отверстие 19, связанное трубопроводами с ресиверами тормозной системы, поэтому давление воздуха в отверстии 19 практически соответствует давлению в ресиверах. Впускное отверстие 20 регулятора соединено с каналом 12 разгрузочного устройства в блоке цилиндров 3 компрессора. При давлении в тормозной системе ниже 560...600 КПа впускной клапан 15 регулятора закрыт, а выпускной клапан 16 закрыт, и канал 12 соединен с атмосферой через отверстие 21 регулятора. Плунжеры 9 и 14 прижаты вниз пружиной 22 и их штоки не контактируют с пластинчатыми впускными клапанами 8 и 13 компрессора. В этом случае компрессор работает в режиме нагнетания и подает сжатый воздух в ресиверы тормозной системы.

При давлении воздуха в ресиверах более 700 КПа шариковый впускной клапан 15 регулятора под действием этого давления поднимается, поднимая также шарик выпускного клапана 16 (см. дополнительно рис. 4.8).

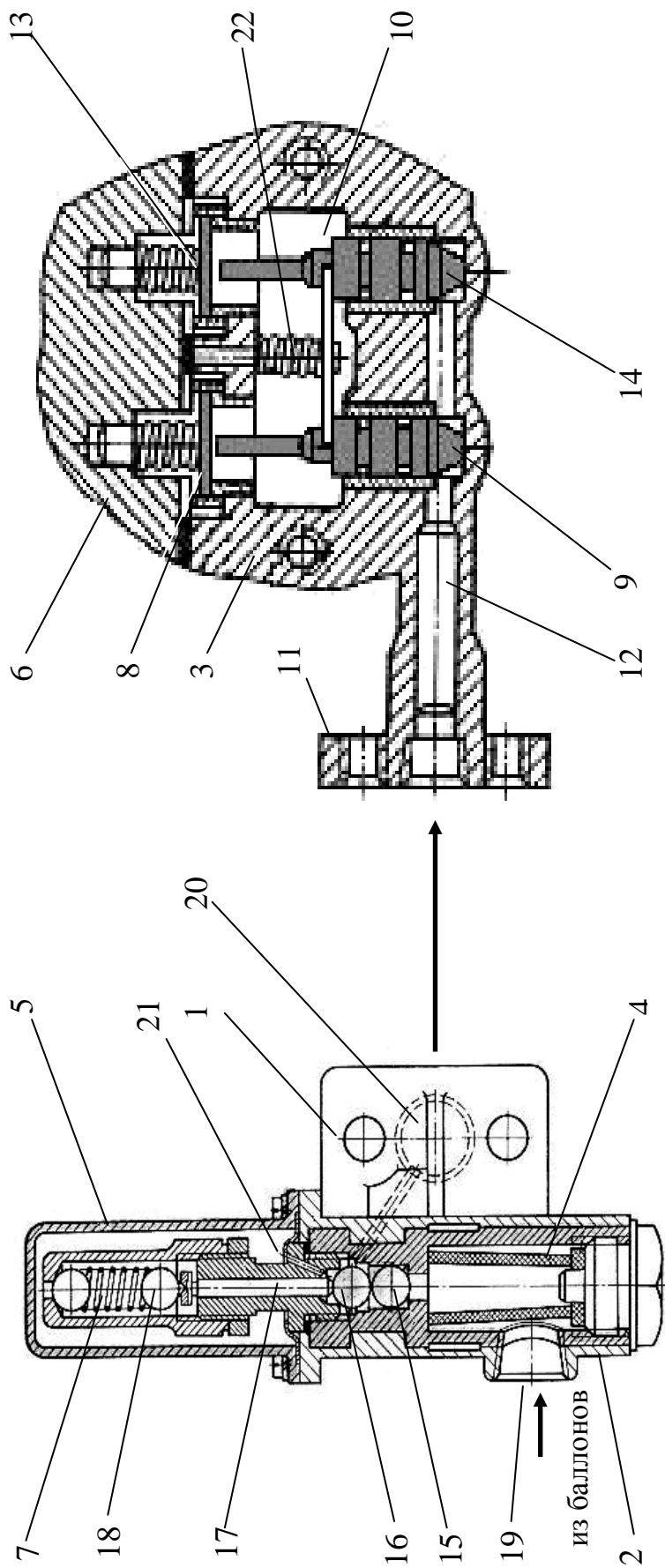


Рис. 4.7. Система регулирования давления сжатого воздуха, подаваемого в баллоны тормозного привода : 1 – фланец регулятора давления для его крепления на блоке цилиндров компрессора; 2 – корпус регулятора давления; 3 – блок цилиндров компрессора; 4 – фильтр регулятора давления; 5 – кожух регулятора давления; 6 – головка блока цилиндров компрессора; 7 – пружина регулятора давления; 8 – впускной клапан 1-го цилиндра компрессора; 9 – плунжер впускного клапана 1-го цилиндра компрессора; 10 – впускной канал компрессора; 11 – фланец на блоке цилиндров компрессора для крепления регулятора давления; 12 – канал от регулятора давления; 13 – впускной клапан 2-го цилиндра компрессора; 14 – плунжер впускного клапана 2-го цилиндра компрессора; 15 – впускной канал компрессора; 16 – выпускной клапан регулятора; 17 – выпускной клапан регулятора; 18 – шток клапанов регулятора; 19 – упорный шарик; 20 – впускное отверстие регулятора; 21 – атмосферное отверстие регулятора; 22 – пружина

Пружина 7 клапана сжимается через шток 17 и упорный шарик 18. В результате такого перемещения клапанов регулятора перекрывается соединение канала 12 с атмосферой через отверстие 21, и открывается подача сжатого воздуха в канал 12 по пути отверстие 19 – фильтр 4 – открытый клапан 15 – отверстие 20 – канал 12. Давление сжатого воздуха в канале 12 воздействует на плунжеры 9 и 14, которые поднимаются вверх и своими штоками открывают впускные клапаны 8 и 13 компрессора.

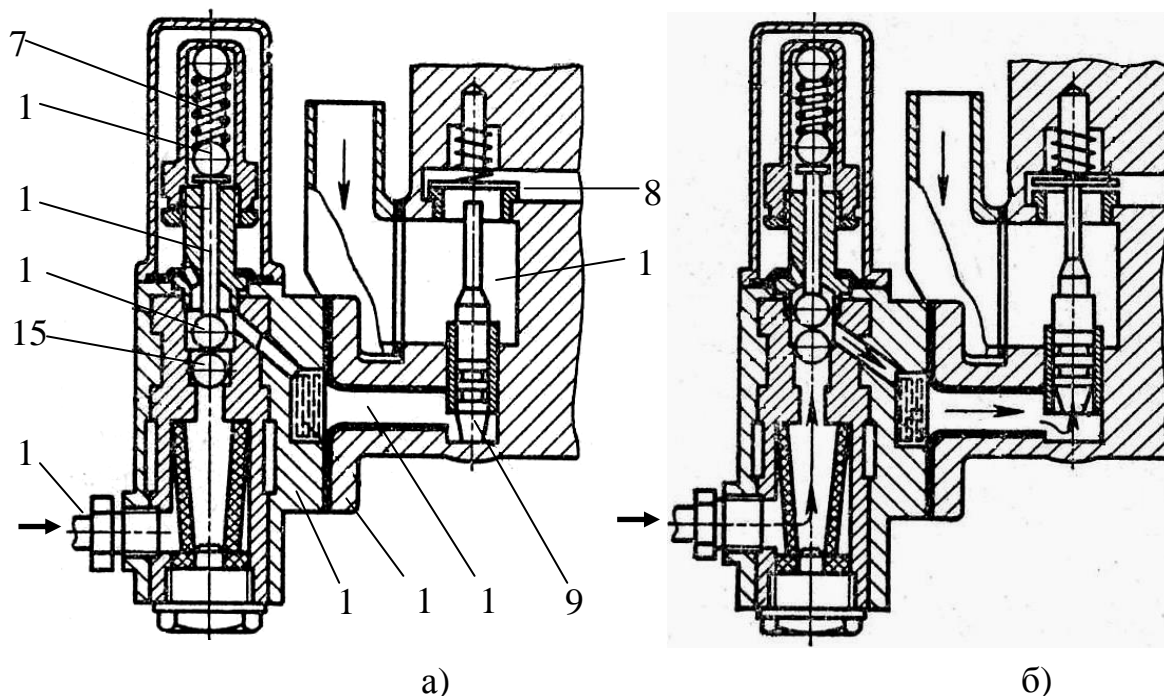


Рис. 4.8. Работа регулятора давления: а – регулятор давления закрыт, компрессор работает в режиме нагнетания; б – регулятор давления открыт, компрессор работает в холостом режиме; наименование позиций см. на рис. 4.7

При постоянно открытых впускных клапанах в обоих цилиндрах компрессора нагнетания воздуха в тормозную систему не происходит, т.к. в процессе движения поршня вверх к ВМТ в одном цилиндре (такт сжатия) воздух через впускные клапаны вытесняется в другой цилиндр, где поршень движется вниз к НМТ (такт впуска). Автоматический перевод компрессора в режим холостого хода обеспечивает снижение непроизводительных затрат энергии и увеличение ресурса компрессора. С другой стороны наличие разгрузочного устройства усложняет конструкцию и увеличивает стоимость изготовления, что не выгодно производителю. Усложнение конструкции вдобавок приводит к снижению надежности системы, поэтому достаточно распространенным способом ограничения максимального давления в пневматическом тормозном приводе является стравливание излишнего сжатого воздуха в атмосферу (см. раздел 5). Принцип работы ограничителей максимального давления становится понятным при рассмотрении конструкции предохранительного клапана тормозного привода

автомобиля ЗИЛ-130, который можно отнести к группе улучшающих устройств.

4.1.2. Улучшающие устройства

В тормозном приводе автомобиля ЗИЛ-130 к группе улучшающих устройств можно отнести только предохранительный клапан, установленный в одном из ресиверов системы (см. поз. 11 на рис. 4.4). Конструкция клапана показана на рис. 4.9.

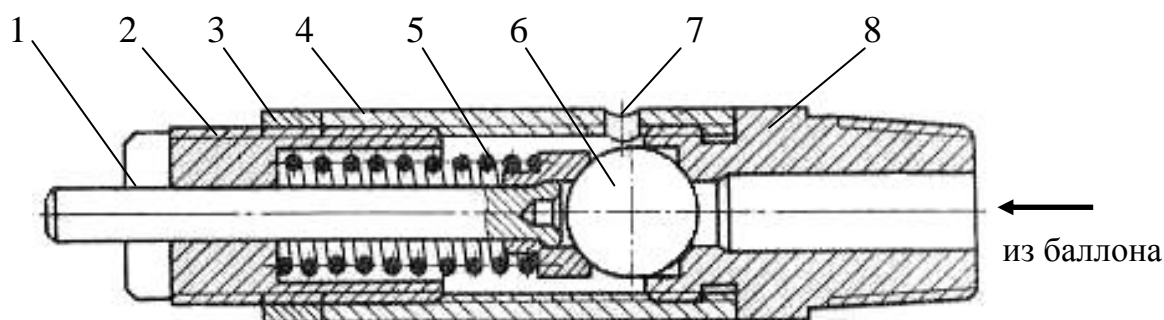


Рис. 4.9. Предохранительный клапан: 1 – упорный шток; 2 – регулировочный винт; 3 – контргайка; 4 – корпус; 5 – пружина; 6 – шарик; 7 – атмосферное отверстие; 8 – седло клапана

При давлении в ресивере (баллоне) выше 900...950 КПа шарик 6, преодолевая сопротивление пружины 5, перемещается влево по рисунку и отходит от седла клапана 8. Через образовавшийся зазор и отверстие 7 излишки воздуха выходят в атмосферу, давление в ресивере уменьшается. Усилие затяжки пружины регулируется винтом 2 и фиксируется контргайкой 3.

4.1.3. Управляющие устройства

В тормозном приводе автомобиля управляющим устройством является тормозной кран. Тормозной кран – это прибор:

- на который воздействует водитель;
- который направляет поток воздуха в необходимые магистрали;
- который обеспечивает кинематическое следящее действие;
- который обеспечивает силовое следящее действие.

Количество и типы секций крана определяются схемой пневмопривода, а именно, количеством контуров привода (одно- или двухконтурный), а также предусмотрена или нет работа автомобиля в составе автопоезда.

Тормозные краны подразделяются.

1. По принципу действия:

- прямого действия;
- обратного действия;

2. По конструкции:

- поршневые;
- мембранные.

Мембранные тормозные краны получили более широкое распространение, как впрочем, и мембранные тормозные камеры (см. ниже), т.к. имеют более простую конструкцию и дешевле в изготовлении из-за отсутствия в них поршня.

В одноконтурном тормозном приводе автомобиля, не предназначенного для работы в составе автопоезда, используются односекционные тормозные краны прямого действия. Принцип работы на примере поршневого крана показан на рис. 4.10.

При отпущенной тормозной педали 1, рис. 4.10а, атмосферный (выпускной) клапан 6 открыт, впускной клапан 7 закрыт. Рабочие полости тормозных камер 10 колес соединены с атмосферой, тормозные механизмы находятся в расторможенном состоянии (см. также раздел 4.1.4). При нажатии на тормозную педаль, толкатель 9 с уравнивающей пружиной 2 перемещается вправо по рисунку вместе с седлом 3 выпускного клапана 6, что приводит к его закрытию. Тормозные камеры колес разобщаются с атмосферой. Дальнейшее движение тормозной педали приводит к открытию впускного клапана 7, рис. 4.10б. Сжатый воздух из ресивера через клапан 7 поступает в тормозные камеры колес, начинается процесс торможения.

Если педаль 1 остановлена в промежуточном положении, рис. 4.10в, сила, действующая со стороны педали на толкатель 9, остается постоянной. Под действием давления воздуха, поступающего через клапан 7, поршень 4 перемещается влево по рисунку, клапан 7 закрывается, давление в тормозных камерах, а, следовательно, и тормозная сила, не растут. Таким образом, осуществляется кинематическое следящее действие, т.е. пропорциональность перемещения педали и тормозной силы на колесах. Равновесие элементов тормозного крана определяется характеристиками пружин 2, 5 и 8, а также величиной площади поршня 4 (в мембранных тормозных кранах функцию поршня 4 выполняет мембрана, см. рис. 4.11).

Чем больше перемещение педали 1, тем дольше до наступления положения равновесия впускной клапан 7 находится в открытом состоянии, тем выше давление воздуха не только в тормозных камерах, но и в полости под поршнем 4. В этом случае пружина 2 сжимается в большей степени, сила, действующая на педаль 1 со стороны тормозного крана, увеличивается. Таким образом, осуществляется силовое следящее действие, т.е. пропорциональность усилия на педали тормоза и тормозных сил на колесах.

В одноконтурных рабочих тормозных системах автомобилей, предназначенных для работы в составе автопоезда, а также в двухконтурных рабочих тормозных системах применяются двухсекционные тормозные краны, подробнее см. разделы 4.2.1 и 5.2.1.

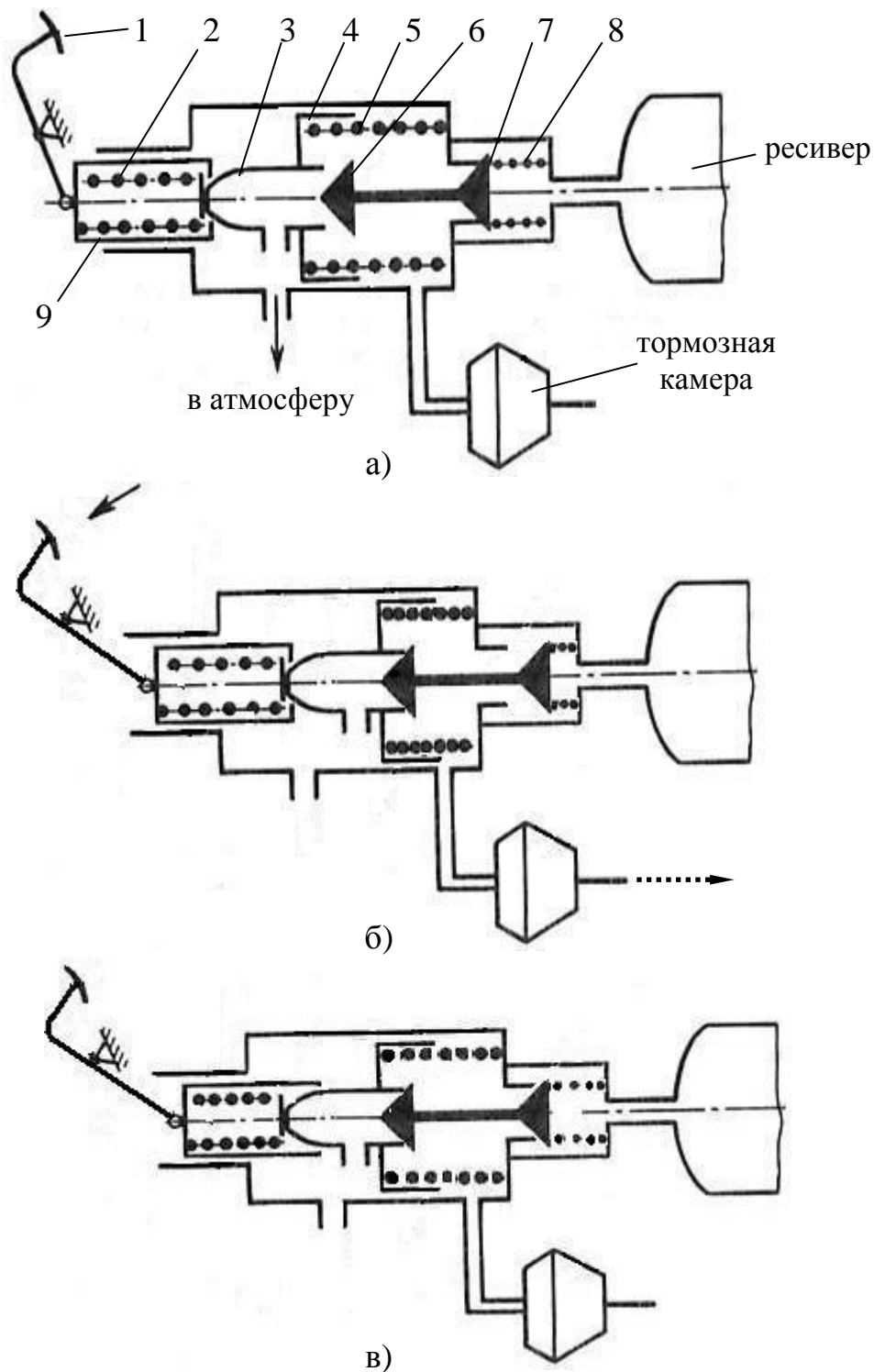


Рис. 4.10. Схема работы односекционного тормозного крана прямого действия: а – торможение отсутствует; б – торможение; в – прекращение нажатия на педаль (кинематическое следящее действие); 1 – тормозная педаль; 2 – уравнивающая пружина; 3 – седло атмосферного (выпускного) клапана; 4 – поршень; 5 – пружина поршня; 6 – атмосферный (выпускной) клапан; 7 – впускной клапан; 8 – пружина клапанов; 9 – толкатель

Конструкция односекционного тормозного крана, который устанавливался на автомобилях ЗИЛ-130, представлена на рис. 4.11. Отличия от схемы, показанной на рис. 4.10, лишь в том, что вместо поршня применяется мембрана 4. Нумерация позиций основных деталей тормозного крана одинакова на обоих рисунках. Регулировка положения холостого хода осуществляется болтом 10. При открытом впускном клапане 7 сжатый воздух воздействует на мембрану выключателя 14, которая перемещается вниз и замыкает контакты ламп стоп-сигнала.

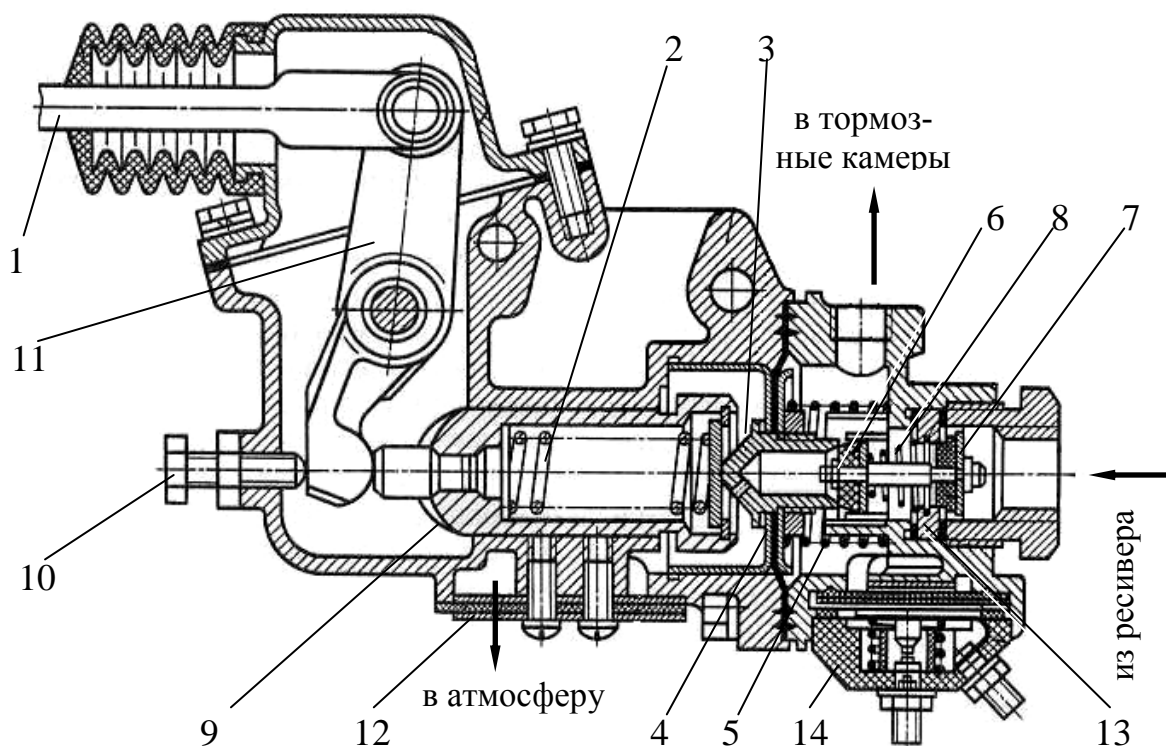


Рис. 4.11. Конструкция односекционного тормозного крана прямого действия: 1 – тяга от тормозной педали; 2 – уравнивающая пружина; 3 – седло атмосферного (выпускного) клапана; 4 – мембрана; 5 – пружина мембраны; 6 – атмосферный (выпускной) клапан; 7 – впускной клапан; 8 – пружина клапанов; 9 – толкатель; 10 – регулировочный болт; 11 – рычаг крана; 12 – клапан выпускного окна; 13 – седло впускного клапана; 14 – выключатель стоп-сигнала

4.1.4. Исполнительные устройства

Исполнительные устройства (тормозные камеры) пневматического тормозного привода преобразуют давление сжатого воздуха в перемещение штока, необходимое для приведения в действие тормозных механизмов колес, см. рис. 2.7

По конструкции тормозные камеры подразделяются на:

- поршневые;
- мембранные прямого действия;

– мембранные обратного действия (с энергоаккумуляторами).

Преимуществом поршневых тормозных камер, рис. 4.12а, является их линейная зависимость перемещения штока от давления воздуха в рабочей полости камеры. Кроме того при равных диаметрах поршневая тормозная камера имеет большую эффективную площадь по сравнению с мембранной, а при повреждении уплотнения не происходит внезапного выхода из строя контура тормозной системы, как при прорыве мембраны. Недостатками поршневых тормозных камер является худшая герметичность, наличие трущихся поверхностей, более высокая стоимость, поэтому их применяют сравнительно редко.

Мембранная тормозная камера, рис. 4.12б, имеет высокую чувствительность из-за отсутствия трения, хорошую герметичность. Нелинейность характеристики тормозной камеры этого типа связано с уменьшением эффективной площади мембраны при увеличении хода штока.

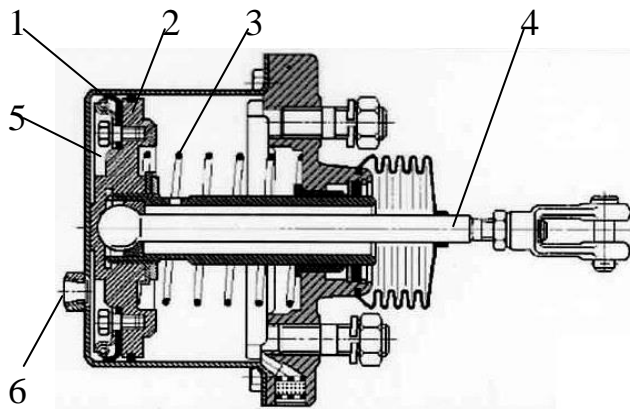


Рис. 4.12а. Конструкция поршневой тормозной камеры прямого действия: 1 – корпус; 2 – поршень; 3 – возвратная пружина; 4 – шток; 5 – рабочая полость; 6 – отверстие для подвода сжатого воздуха от тормозного крана

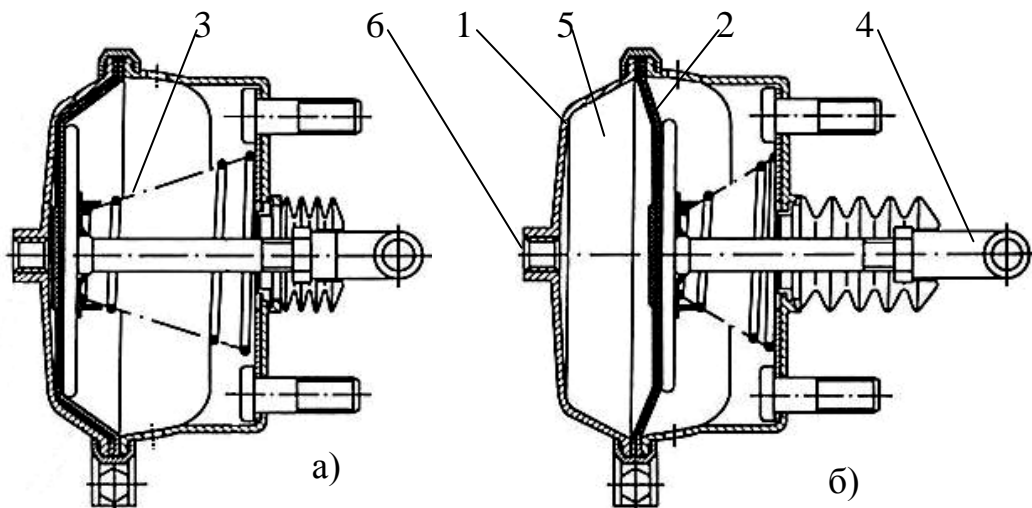


Рис. 4.12б. Конструкция мембранной тормозной камеры прямого действия: а – расторможенное состояние, б – состояние в процессе торможения; 1 – корпус; 2 – мембрана; 3 – возвратная пружина; 4 – шток; 5 – рабочая полость; 6 – отверстие для подвода сжатого воздуха от тормозного крана

4.2. Торможение автопоезда при одноконтурной тормозной системе автомобиля-тягача

Тормозная система автопоезда кроме общих требований к тормозным системам (см. раздел 1) должна обеспечить:

- более раннее начало торможения прицепа по сравнению с автомобилем во избежание складывания автопоезда;
- срабатывание тормозных механизмов прицепа при его отрыве от тягача;
- срабатывание тормозных механизмов прицепа при включении стояночной тормозной системы.

Существуют два принципиально отличающихся типа привода тормозной системы прицепа: однопроводный и двухпроводный.

При однопроводном типе тормозного привода прицеп соединен с автомобилем одной магистралью и в составе автопоезда тормозится путем **выпуска** воздуха из соединительной магистрали. Конструкция такого привода проще, чем при двухпроводной схеме.

В двухпроводном типе тормозного привода прицеп соединен с автомобилем питающей и управляющей магистралями и в составе автопоезда тормозится путем **подачи** воздуха в управляющую магистраль. Конструкция такого привода значительно сложнее, но надежность и эффективность выше.

4.2.1. Однопроводный привод тормозной системы прицепа при одноконтурной тормозной системе автомобиля-тягача

Принципиальная схема тормозной системы автопоезда с однопроводным приводом показана на рис. 4.13, компоновка элементов привода на прицепе – на рис. 4.14.

Тормозные системы автомобиля-тягача и прицепа соединяются при помощи соединительной головки 8 одним трубопроводом, выполняющим функции, как управляющей, так и питающей линий. В расторможенном состоянии, рис. 4.15а, сжатый воздух от тормозного крана 4 через соединительную головку 8 поступает в воздухораспределитель 9 прицепа и через его шариковый клапан (подробнее см. раздел 4.2.3) в ресиверы 10 прицепа. Тормозные камеры прямого действия тягача и прицепа сообщаются с атмосферой и не воздействуют на тормозные механизмы колес.

Нижняя секция тормозного крана 4 является краном прямого действия, принцип работы которого рассмотрен в разделе 4.1.3. При торможении она обеспечивает подачу воздуха в тормозные камеры тягача, соответственно срабатывание его тормозных механизмов. Верхняя секция тормозного крана 4 является краном обратного действия, раздел 4.2.2, и при торможении обеспечивает выпуск воздуха из соединительно магистрали автомобиля и

прицепа в атмосферу, рис. 4.15б. Падение давления в соединительной магистрали вызывает срабатывание клапанов воздухораспределителя 9 и поступление воздуха из ресиверов 10 прицепов в его тормозные камеры 11. Приводятся в действие тормозные механизмы колес прицепа, и осуществляется его торможение. То же самое происходит при отрыве прицепа от тягача.

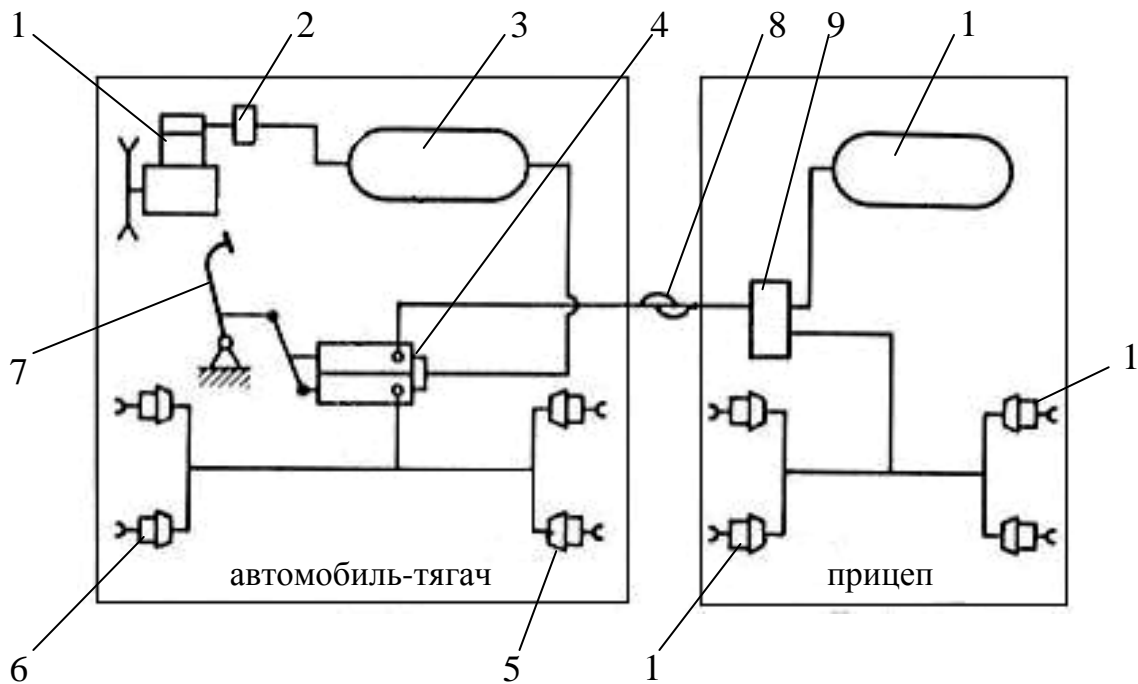


Рис. 4.13. Принципиальная схема тормозной системы автопоезда с однопроводным приводом при одноконтурной тормозной системе автомобиля-тягача: 1 – компрессор; 2 – регулятор давления; 3 – ресиверы тягача; 4 – комбинированный тормозной кран; 5 – тормозные камеры задних колес тягача; 6 – тормозные камеры передних колес тягача; 7 – тормозная педаль; 8 – соединительная головка; 9 – воздухораспределитель; 10 – ресиверы прицепа; 11 – тормозные камеры колес прицепа

Давление в тормозной системе тягача составляет $0,75 \dots 0,8$ МПа, что обеспечивается регулятором 2. Давление в тормозной системе прицепа должно быть ниже на $0,2 \dots 0,25$ МПа, что обеспечивается воздухораспределителем 9. Это необходимо для уменьшения времени срабатывания тормозных аппаратов прицепа, т.к. время удаления воздуха из аппаратов в $1,5 \dots 2$ раза больше, чем время при их заполнении. Срабатывание тормозных механизмов прицепа происходит на $0,2 \dots 0,3$ сек раньше, чем тормозных механизмов тягача, во избежание складывания автопоезда. Это обеспечивается конструкцией рычажного привода секций тормозного крана 4.

Основным недостатком однопроводной системы является ее истощаемость, что особенно проявляется при частых торможениях на затяжных спусках. Сжатый воздух из ресиверов прицепа расходуется на торможение,

давление в нем падает. В связи с тем, что управляющая и питающая магистрали объединены в одну, и воздух из нее выпускается при торможении, зарядки ресиверов прицепа в таких случаях не происходит, что может привести к отказу тормозов прицепа.

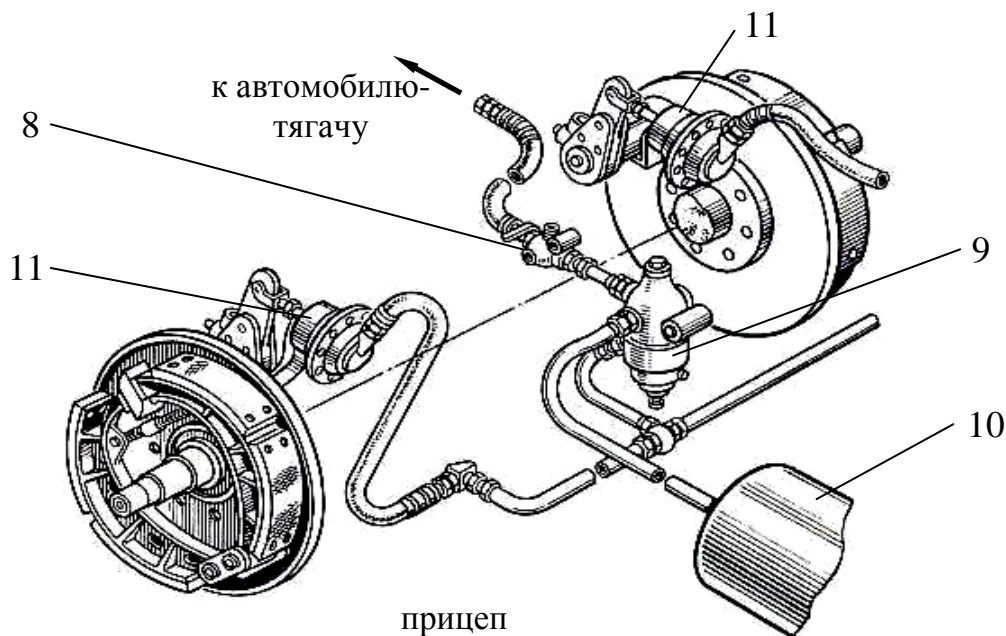


Рис. 4.14. Компоновка элементов тормозного привода на прицепе при однопроводном приводе: 8 – соединительная головка; 9 – воздухораспределитель; 10 – ресиверы прицепа; 11 – тормозные камеры колес прицепа

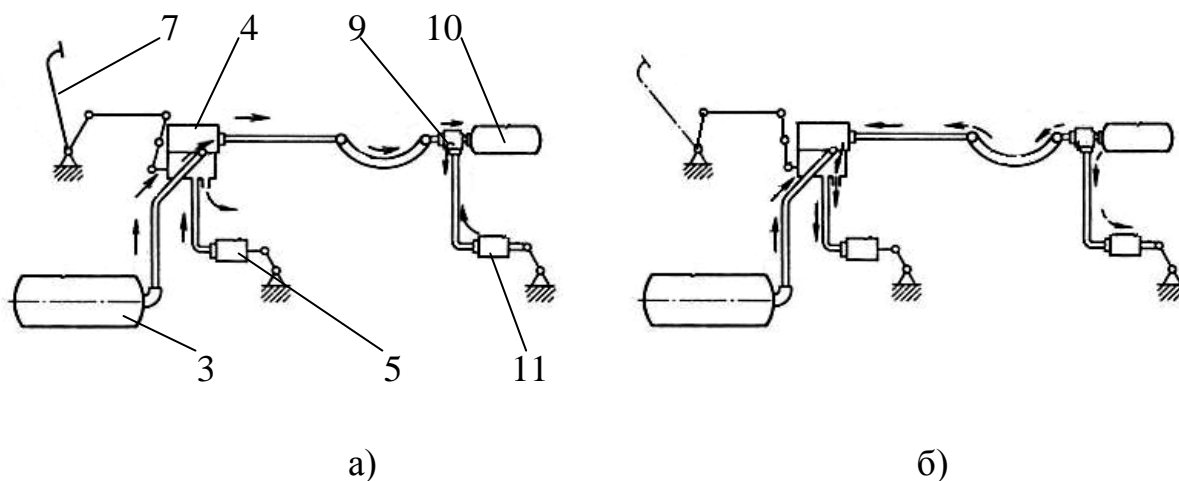


Рис. 4.15. Схема работы тормозной системы автопоезда с однопроводным приводом при одноконтурной тормозной системе автомобиля-тягача: а – расторможенное состояние; б – процесс торможения. Стрелками показаны потоки воздуха в системе, наименования позиций соответствуют рис. 4.13 и 4.14

4.2.2. Комбинированный тормозной кран

Применяется для однопроводного привода тормозной системы прицепа при одноконтурной тормозной системе автомобиля-тягача. Конструкция, примененная на автомобиле ЗИЛ-4314, представлена на рис. 4.16 и 4.17. Нижняя секция является краном прямого действия, см. раздел 4.1.3, и работает на подачу и выпуск воздуха в пневмокамеры тормозных механизмов колес тягача.

Верхняя секция является краном обратного действия и при торможении обеспечивает выпуск воздуха из магистрали, соединяющей автомобиль-тягач и прицеп. Принцип действия тормозного крана обратного действия представлен на рис. 4.18. Номера позиций аналогичных деталей одинаковы на рис. 4.10, 4.11, 4.16, 4.17 и 4.18.

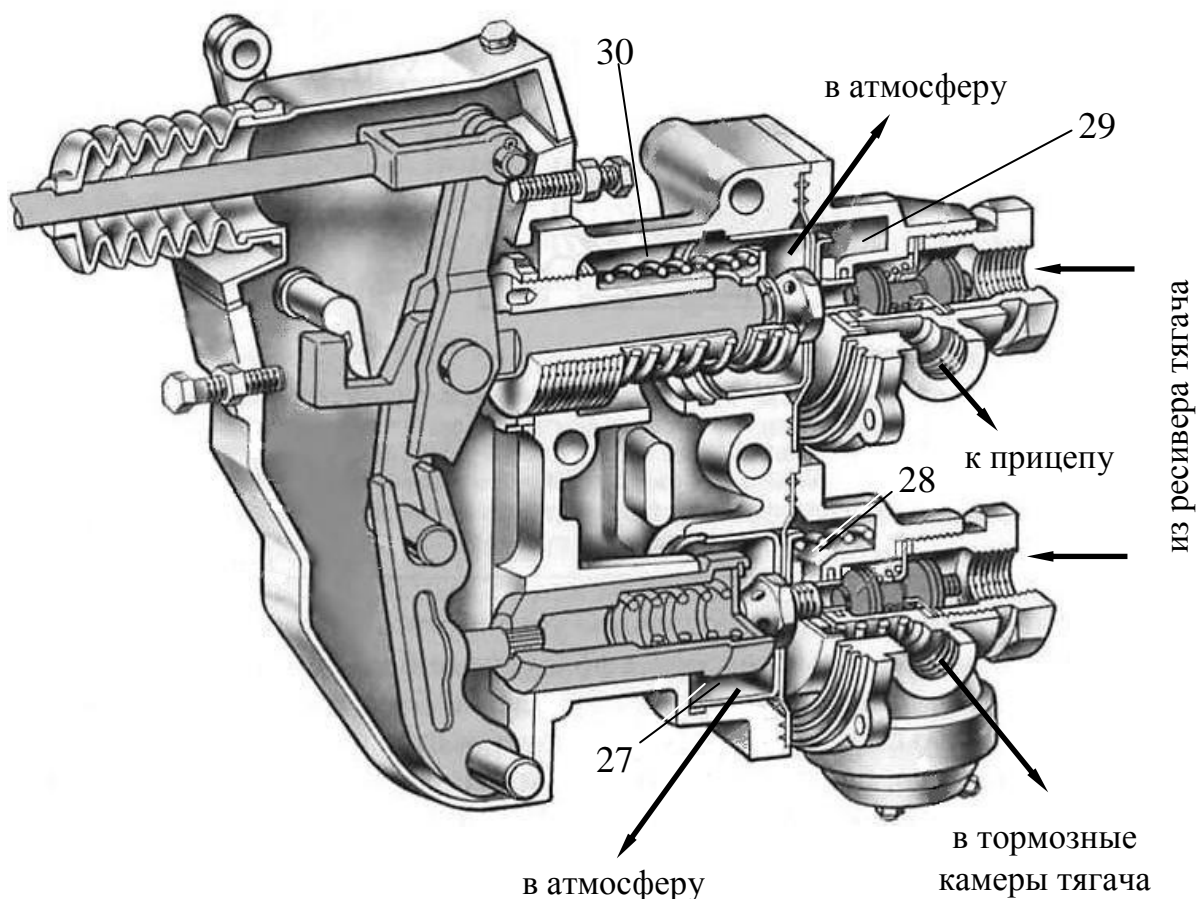


Рис. 4.16. Комбинированный тормозной кран автомобиля ЗИЛ-4314: наименования позиций – см. рис. 4.17

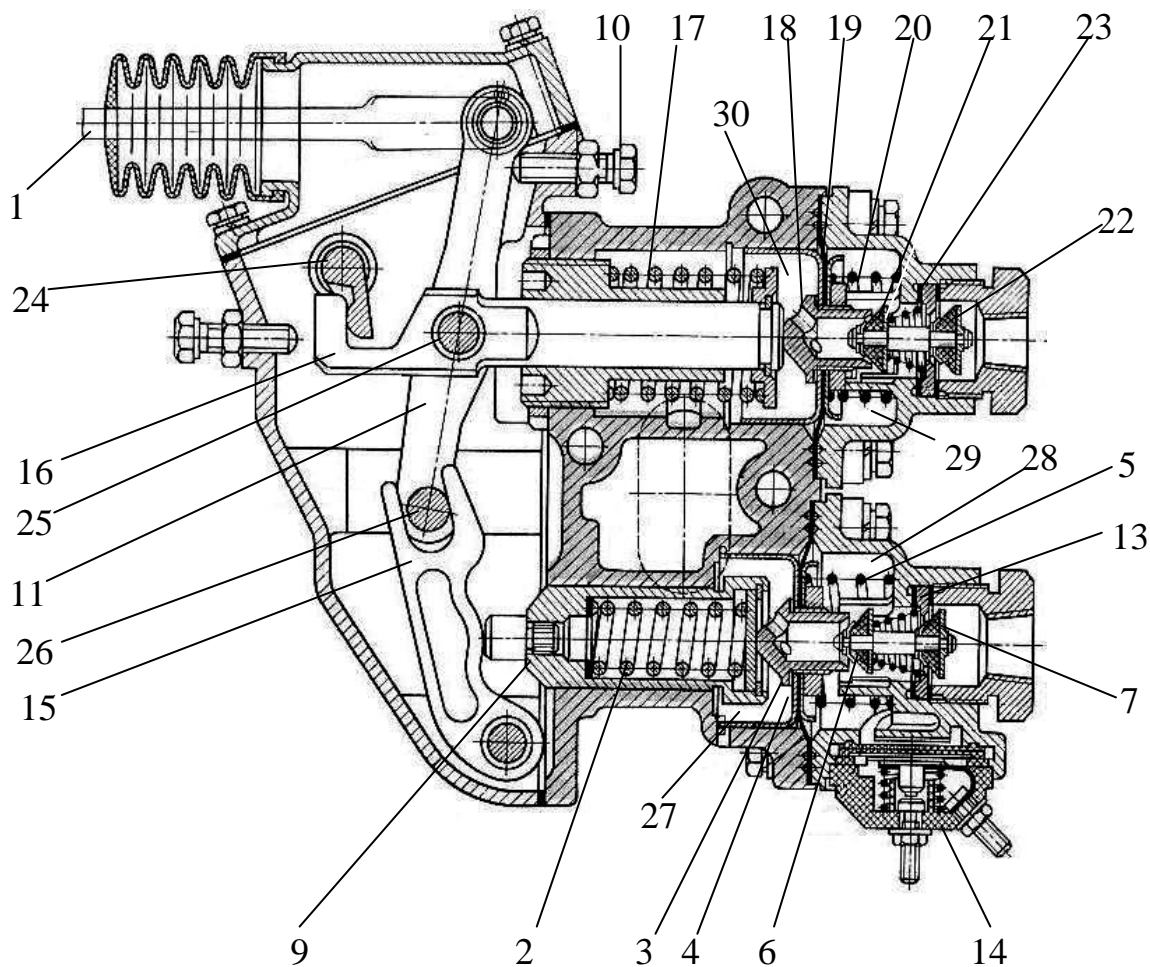


Рис. 4.17. Конструкция комбинированного тормозного крана автомобиля ЗИЛ-4314: 1 – тяга от тормозной педали; 2 – уравнивающая пружина нижней секции; 3 – седло атмосферного (выпускного) клапана нижней секции; 4 – мембрана нижней секции; 5 – пружина мембраны нижней секции; 6 – атмосферный (выпускной) клапан нижней секции; 7 – впускной клапан нижней секции; 9 – толкатель нижней секции; 10 – регулировочный болт; 11 – рычаг крана; 13 – седло впускного клапана нижней секции; 14 – выключатель стоп-сигнала; 15 – малый рычаг; 16 – шток-толкатель верхней секции; 17 – уравнивающая пружина верхней секции; 18 – седло атмосферного (выпускного) клапана верхней секции; 19 – мембрана верхней секции; 20 – пружина мембраны верхней секции; 21 – атмосферный (выпускной) клапан верхней секции; 22 – впускной клапан верхней секции; 23 – седло впускного клапана верхней секции; 24 – валик рычага ручного привода стояночного тормоза; 25 и 26 – оси; 27, 28, 29 и 30 рабочие полости крана

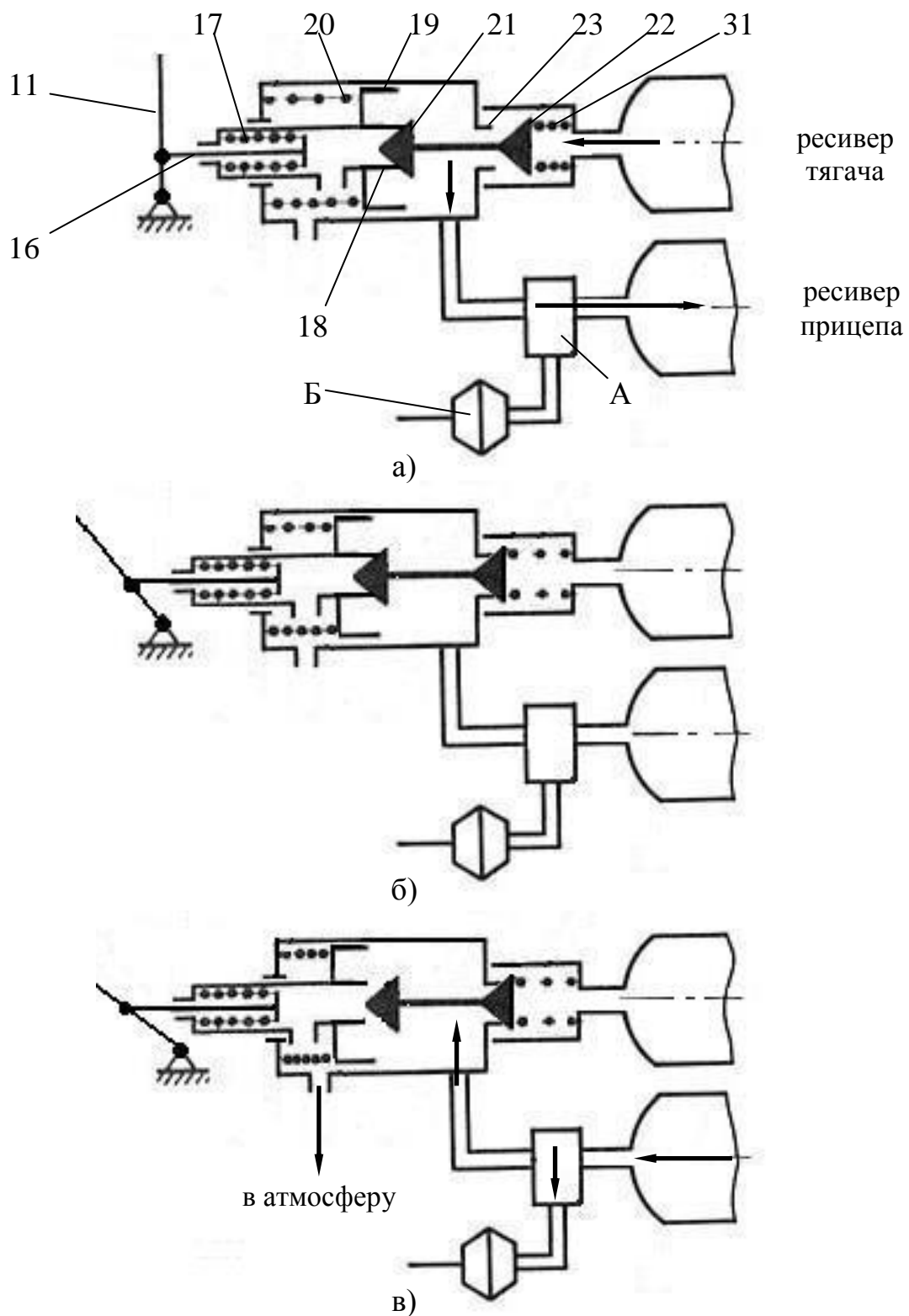


Рис. 4.18. Схема работы секции обратного действия комбинированного тормозного крана: а – торможения нет, зарядка ресиверов прицепа; б – начало торможения, а также прекращение нажатия на педаль (кинематическое следящее действие); в – торможение; А – воздухораспределитель прицепа; Б – тормозные камеры прицепа; 31 – пружина клапанов; остальные позиции см. рис. 4.17

Рассмотрим следующие режимы работы двухсекционного тормозного крана, см. рис. 4.17 и 4.18, а также рис. 4.11 для нижней секции.

1. Торможение отсутствует.

1а. *Верхняя секция.* Седло 18 удерживается пружиной 20 на упоре в толкатель 16, выпускной клапан 21 верхней секции закрыт. Впускной клапан 22 открыт, и сжатый воздух из ресиверов тягача через этот клапан и полость 29 поступает в воздухораспределитель прицепа, который направляет поток (см. раздел 4.2.3) в ресивер прицепа для его зарядки. В этом положении воздухораспределитель прицепа обеспечивает соединение тормозных камер колес прицепа с атмосферой, т.е. их расторможенное состояние.

1б. *Нижняя секция.* Седло 3 удерживается пружиной 5 на упоре в толкатель 9, выпускной клапан 6 нижней секции открыт, тормозные камеры колес тягача расторможены, т.к. через этот клапан и полость 27 сообщаются с атмосферой. Впускной клапан 7 нижней секции закрыт, воздух из ресиверов тягача в нее не поступает.

2. Процесс торможения.

2а. *Верхняя секция.* Перемещение тяги 1 влево по рисунку вызывает перемещение влево штока-толкателя 16 верхней секции, связанного осью 25 с рычагом 11. Седло 18 под действием пружины 20 перемещается влево, клапан 22 под действием его пружины (поз. 31 на рис. 4.18) закрывается. Дальнейшее перемещение тяги 1 приводит к открытию клапана 21, через который и полость 30 соединительная магистраль тягача и прицепа сообщается с атмосферой. В этом положении воздухораспределитель прицепа обеспечивает поступление сжатого воздуха из ресивера прицепа в тормозные камеры колес прицепа, т.е. их затормаживание.

2б. *Нижняя секция.* Перемещение влево тяги 1 кроме перемещения влево оси 25 вызывает перемещение вправо оси 26 и поворот по часовой стрелке малого рычага 15. При этом толкатель 9 переместится вправо, что приведет к подаче воздуха в тормозные камеры колес тягача (подробнее см. описание к рис. 4.11). Кинематика рычажной системы тормозного крана обеспечивает запаздывание срабатывания тормозных механизмов тягача относительно момента срабатывания тормозных механизмов прицепа на 0,2...0,3 с, что предотвращает складывание автопоезда при торможении.

2в. *Кинематическое следящее действие.* При остановке педали в процессе торможения давление сжатого воздуха в полости 28, действующее на мембрану 4, и в полости 29, действующее на мембрану 19, приводит к некоторому прогибу мембран влево (уравновешивающие пружины 2 и 17 сжимаются), все клапаны верхней и нижней секций оказываются в закрытом состоянии. Прекращается рост давления в тормозных камерах колес тягача и прицепа и, как следствие, возрастание тормозной силы.

2г. *Силовое следящее действие.* Чем больше перемещение штока 1, тем дольше до наступления положения равновесия впускной клапан 7 нахо-

дится в открытом состоянии, тем выше давление воздуха не только в тормозных камерах тягача, но и в полости 28. В этом случае пружина 2 нижней секции сжимается в большей степени, сила, действующая на тягу 1 от нижней секции тормозного крана, увеличивается. Сила, действующая на тягу 1 от верхней секции тормозного крана, также увеличивается, т.к. сжатие уравнивающей пружины 17 увеличивается при перемещении тяги 1 влево.

3. Включение стояночного тормоза. Приводит к повороту по часовой стрелке валика 24, рычаг которого воздействует на шток-толкатель 16, приводя в действие рабочую тормозную систему автопоезда.

4.2.3. Воздухораспределитель прицепа при однопроводном приводе тормозной системы прицепа

Предназначен:

- для управления подачей воздуха в тормозные камеры колес прицепа из ресивера прицепа при сообщении соединительной магистрали с атмосферой;
- для подачи воздуха в ресивер прицепа из тормозной системы тягача в промежутки времени, когда при движении не производится торможение.

Схема работы воздухораспределителя прицепа представлена на рис. 4.19 и 4.20. Рассмотрим следующие режимы работы воздухораспределителя прицепа.

1. Торможение отсутствует. Положение деталей воздухораспределителя показано на рис. 4.19а. Под действием давления сжатого воздуха из соединительной магистрали прицепа и тягача шариковый клапан 2 открыт, и воздух поступает в полость «А» и далее в ресивер прицепа. На поршень 3 с обеих сторон действует одинаковое давление, но снизу воздействует также пружина 4, поэтому поршень 3 находится в крайнем верхнем положении, когда шток 6 не соприкасается с клапаном 7. Тормозные камеры колес прицепа через отверстия в штоке 7 сообщаются с полостью «Б» и через фильтр 9 с атмосферой.

2. Процесс торможения.

2а. Начало торможения. Положение деталей воздухораспределителя показано на рис. 4.19б. При выпуске воздуха из соединительной магистрали прицепа и тягача шариковый клапан 2 под действием своей пружины закрывается, давление воздуха, действующее снизу на поршень 3, уменьшается, а сверху, в полости «А», остается равным давлению воздуха в ресивере прицепа. Под действием этого давления поршень 3 перемещается вниз, шток 6 касается клапана 7, осевое отверстие штока перекрывается, тормозные камеры колес прицепа разобщаются с атмосферой.

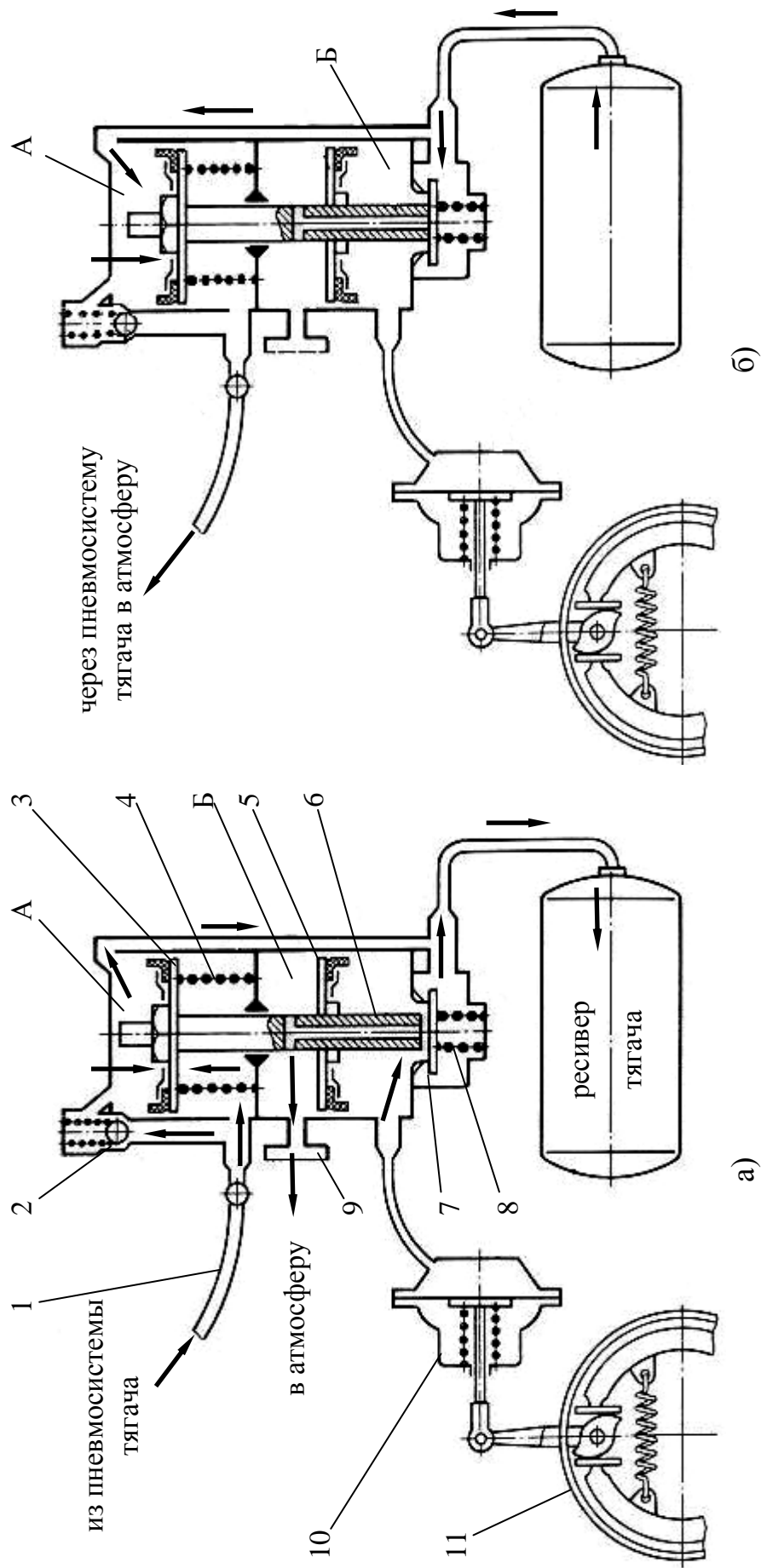


Рис. 4.19. Схема работы воздухораспределителя прицепа при однопроводном приводе тормозной системы: а – торможение отсутствует, б – начало торможения; 1 – соединительная пневмомагистраль тягача и прицепа; 2 – шариковый клапан; 3 – верхний поршень; 4 – пружина верхнего поршня; 5 – нижний поршень; 6 – шток; 7 – пластинчатый клапан; 8 – пружина клапана; 9 – фильтр; 10 – тормозные камеры прицепа; 11 – тормозные механизмы прицепа; А и Б – полости воздухораспределителя

2б. *Торможение продолжается.* Положение деталей воздухораспределителя показано на рис. 4.20. Дальнейшее перемещение поршня 3 вниз вместе со штоком 6 приводит к открытию клапана 7. Воздух из ресивера тягача через клапан 7 поступает в тормозные камеры колес прицепа, тормозные механизмы срабатывают.

2в. *Остановка тормозной педали. Кинематическое следящее действие.* При остановке педали в процессе торможения прекратится выпуск воздуха из соединительной магистрали. Через короткий промежуток времени в воздухораспределителе уравниваются силы, направленные вверх (от давления снизу на поршни 3 и 5, силы пружины 4), и силы, направленные вниз (от давления сверху на поршень 3). Детали воздухораспределителя займут положение, соответствующее рис. 4.19б, поступление воздуха в тормозные камеры колес прицепа прекратится, величина тормозных сил на колесах прицепа зафиксируется.

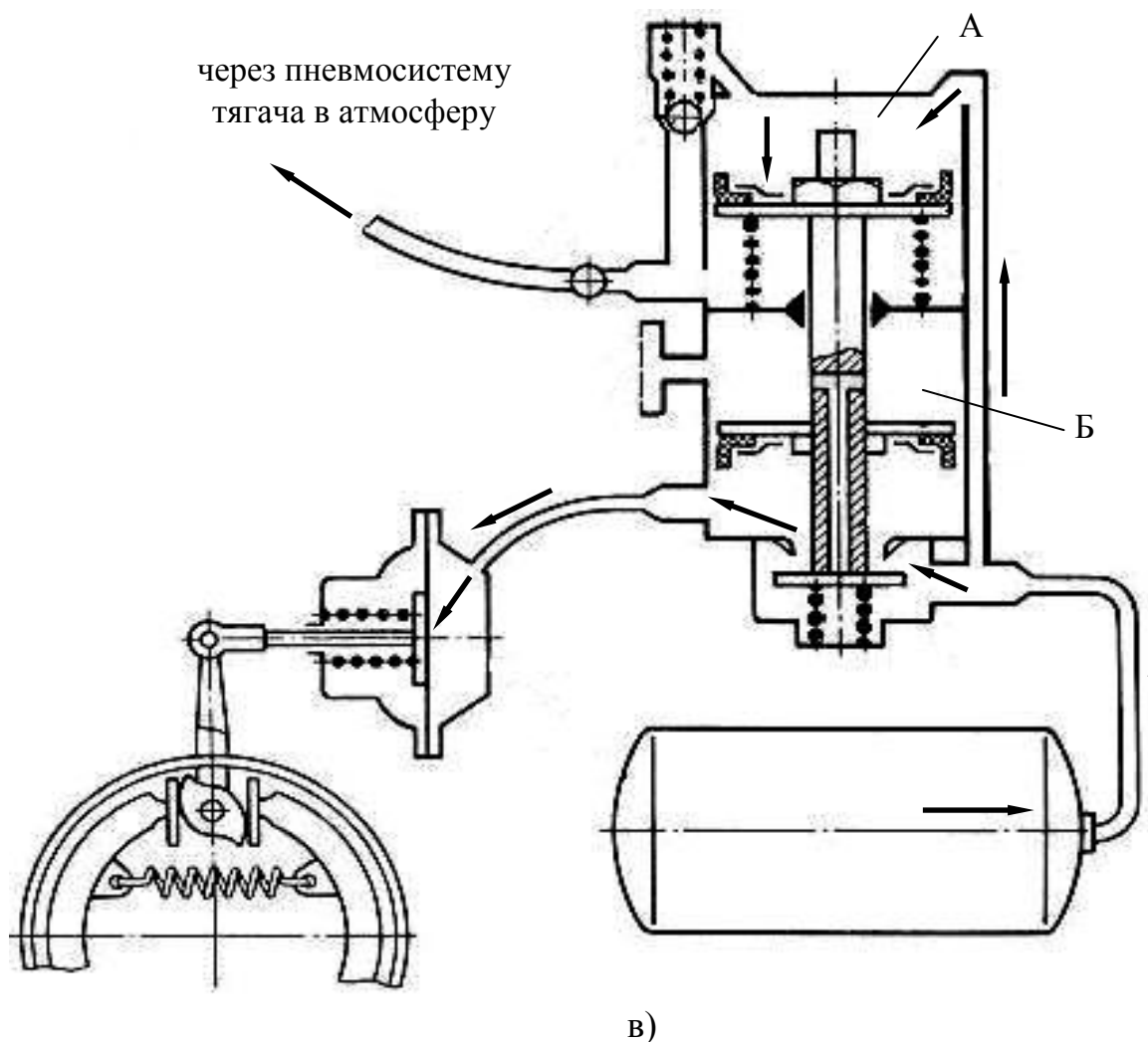


Рис. 4.20. Схема работы воздухораспределителя прицепа при однопроводном приводе тормозной системы: в – торможение прицепа

4.3. Двухпроводный привод тормозной системы прицепа при одноконтурной тормозной системе автомобиля-тягача

Принципиальная схема тормозной системы автопоезда с двухпроводным приводом показана на рис. 4.21.

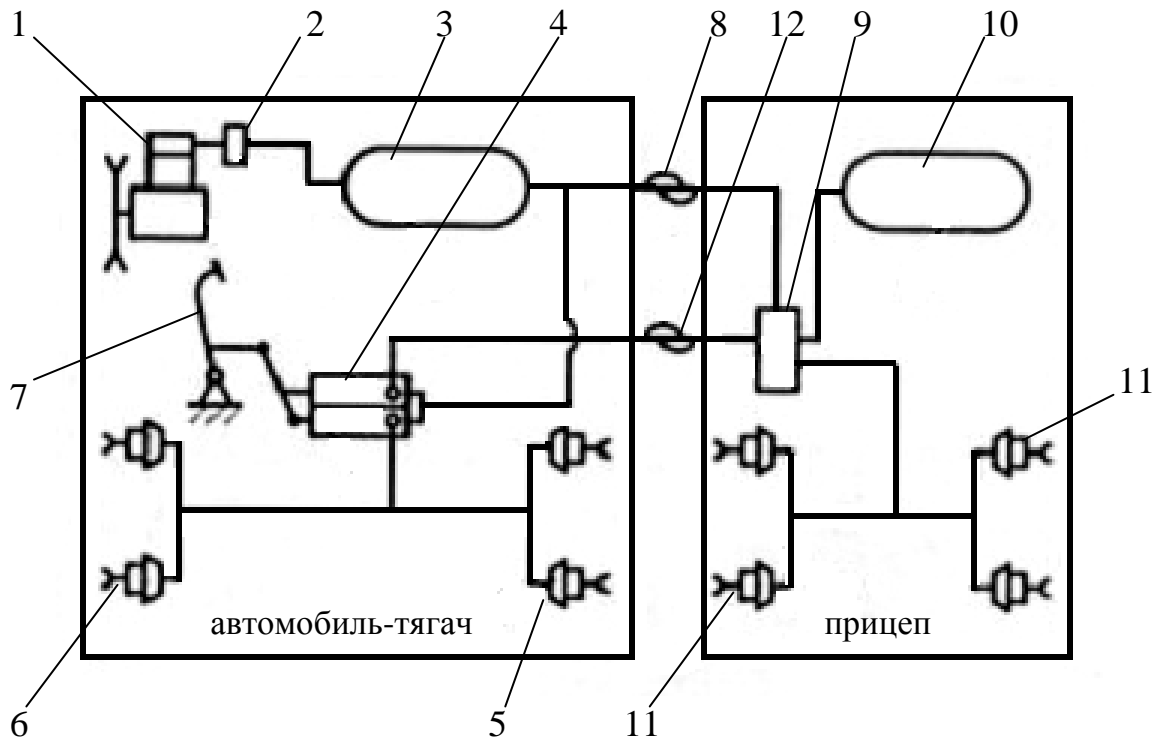


Рис. 4.21. Принципиальная схема тормозной системы автопоезда с двухпроводным приводом при одноконтурной тормозной системе автомобиля-тягача: 1 – компрессор; 2 – регулятор давления; 3 – ресиверы тягача; 4 – двухсекционный тормозной кран; 5 – тормозные камеры задних колес тягача; 6 – тормозные камеры передних колес тягача; 7 – тормозная педаль; 8 – соединительная головка питающей магистрали; 9 – воздухораспределитель; 10 – ресиверы прицепа; 11 – тормозные камеры колес прицепа; 12 – соединительная головка управляющей магистрали

Тормозные системы автомобиля-тягача и прицепа соединяются при помощи соединительных головок 8 и 12 двумя трубопроводами, один из которых является питающей магистралью, другой – управляющей магистралью. Через питающую магистраль (соединительная головка 8) воздух из тормозной системы тягача **постоянно** поступает через воздухораспределитель 9 в ресивер 10 прицепа. Через управляющую магистраль (соединительная головка 12) от тормозного крана тягача путем подачи или выпуска воздуха осуществляется воздействие на элементы воздухораспределителя 9 прицепа.

В расторможенном состоянии, рис. 4.22а, управляющая магистраль через соответствующую секцию тормозного крана 4 сообщается с атмосфе-

рой. При этом воздухораспределитель 9 обеспечивает сообщение с атмосферой тормозных камер прямого действия колес прицепа. Обе секции тормозного крана **прямого** действия и в процессе торможения обеспечивают **подачу** воздуха в тормозные камеры колес тягача и через управляющую магистраль к воздухораспределителю 9 прицепа. При таком воздействии воздухораспределитель обеспечивает подачу воздуха из ресивера 10 тягача в тормозные камеры 11 тягача, соответственно срабатывание его тормозных механизмов.

Двухпроводный привод имеет следующие преимущества перед однопроводной схемой привода:

- снижение расхода воздуха из системы прицепа при частых торможениях;
- уменьшение времени срабатывания тормозов прицепа в 1,5...2 раза;
- повышение эффективности тормозов прицепа вследствие равенства давления в ресиверах прицепа и тягача;
- обеспечение лучшего согласования торможения прицепа и тягача.

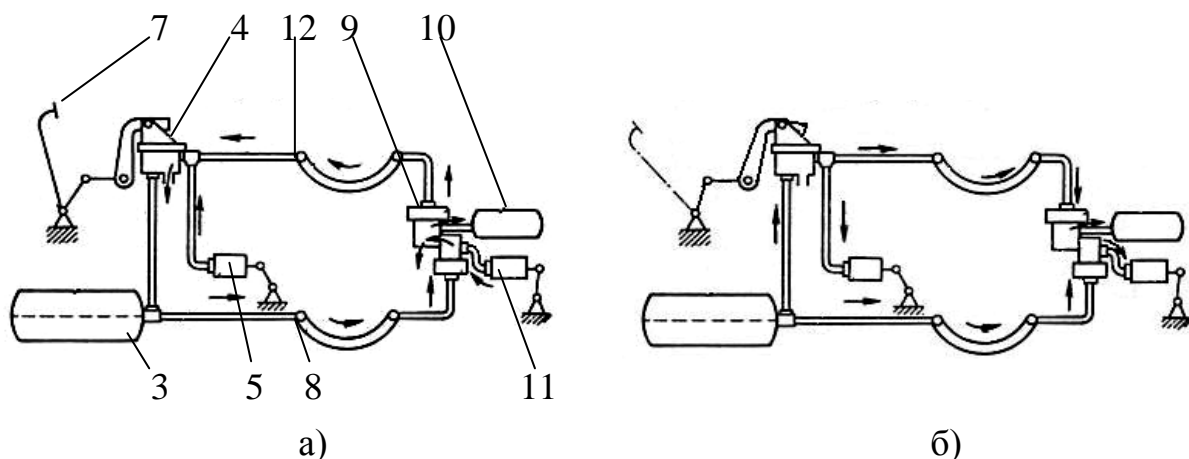


Рис. 4.22. Схема работы тормозной системы автопоезда с двухпроводным приводом при одноконтурной тормозной системе автомобиля-тягача: а – расторможенное состояние; б – процесс торможения. Стрелками показаны потоки воздуха в системе; наименования позиций соответствуют рис. 4.21

Управление подачей сжатого воздуха в тормозной системе прицепа осуществляется посредством воздухораспределителя, конструкция которого значительно сложнее, чем аналогичного устройства для однопроводного привода.

4.3.1. Воздухораспределитель прицепа при двухпроводном приводе тормозной системы прицепа

Воздухораспределитель должен обеспечить следующие режимы работы тормозной системы прицепа:

- расторможенное состояние;
- торможение;
- растормаживание;
- равновесное состояние (кинематическое следящее действие);
- затормаживание прицепа в случае отрыва его от тягача;
- ручное растормаживание заторможенного прицепа;
- работу тормозной системы прицепа при подключении его к тягачу по однопроводной схеме, т.е., когда секция тормозного крана тягача, управляющая работой тормозной системы прицепа, является краном обратного действия.

Схема воздухораспределителя в состоянии отсутствия торможения представлена на рис. 4.23.

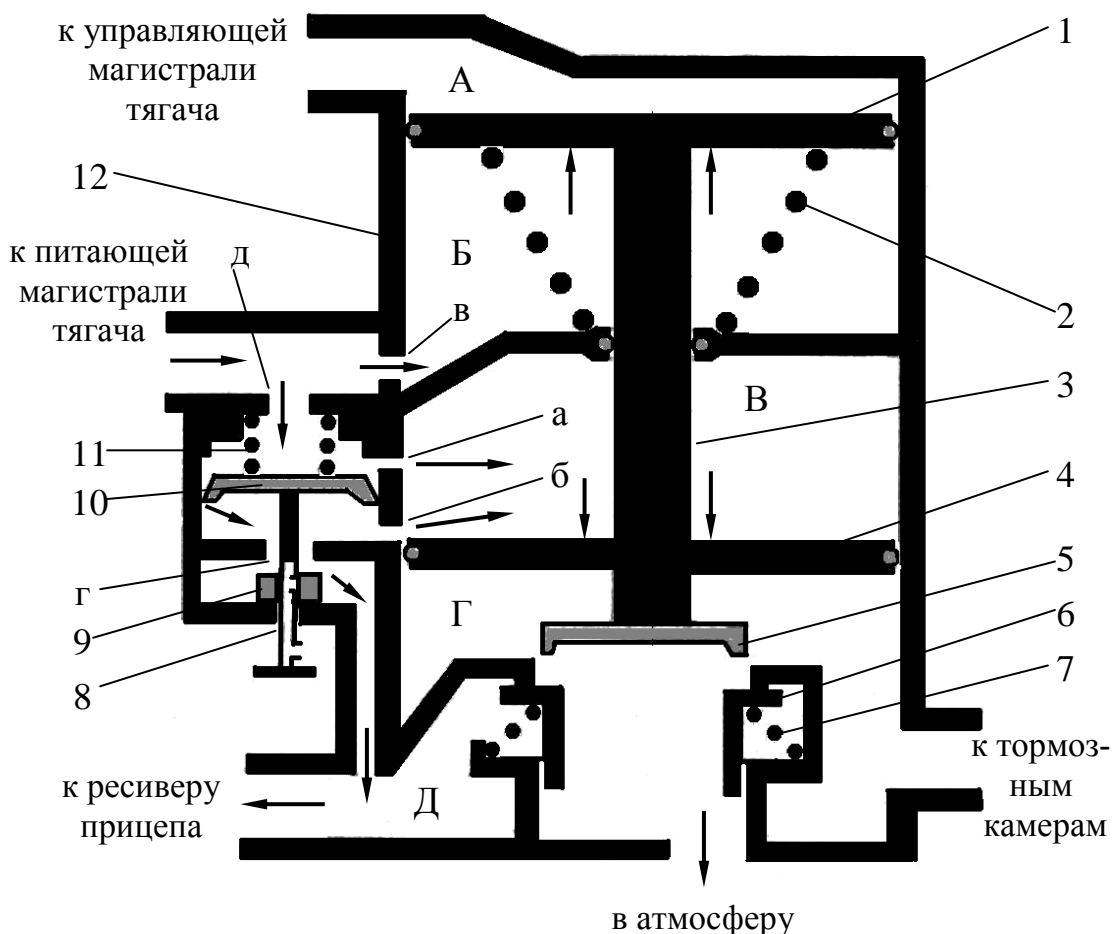


Рис. 4.23. Схема воздухораспределителя прицепа с двухпроводным приводом в состоянии отсутствия торможения: 1 – верхний поршень; 2 – пружина поршней; 3 – шток; 4 – нижний поршень; 5 – выпускной клапан; 6 – перепускной клапан; 7 – пружина перепускного клапана; 8 – шток крана растормаживания; 9 – манжета; 10 – обратный клапан; 11 – пружина обратного клапана; 12 – корпус; а, б, в, г, д – отверстия

Воздух из питающей магистрали через отверстие «в» поступает в полость «Б», а через отверстия «д» и «а» – в полость «В». Также воздух через загнутые вниз кромки обратного клапана 10 через отверстие «г» проходит в полость «Д» и поступает в ресивер прицепа для его зарядки. Из полости под обратным клапаном 10 воздух через отверстие «б» попадает в полость «В». Поршни 1 и 4, соединенные штоком 3 находятся в верхнем положении под действием сил давления воздуха на поршни и силы сжатой пружины 2. Выпускной клапан 5 открыт, тормозные камеры прицепа сообщаются с атмосферой, тормозные механизмы колес прицепа расторможены.

Схема воздухораспределителя в состоянии начала торможения представлена на рис. 4.24.

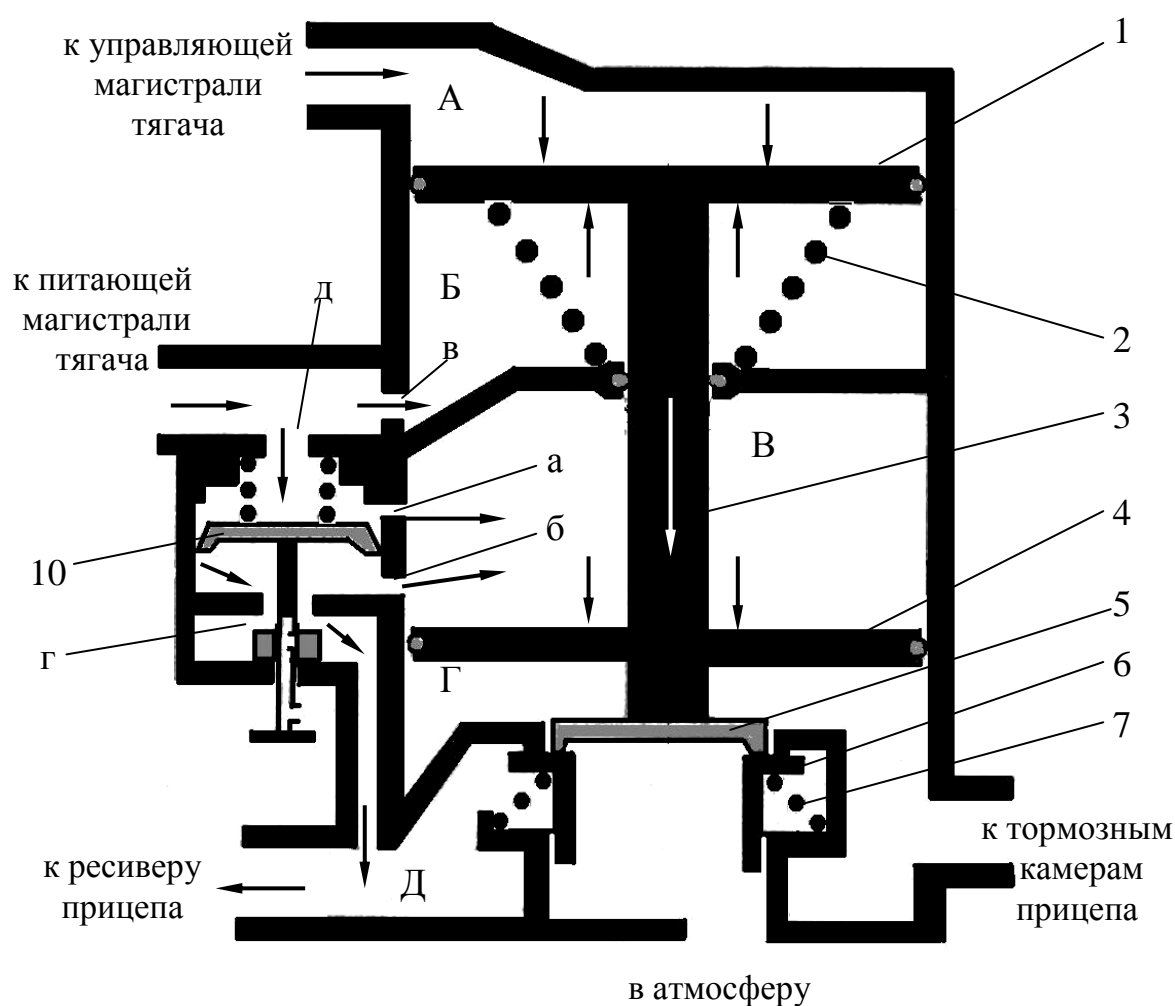


Рис. 4.24. Схема воздухораспределителя прицепа с двухпроводным приводом в состоянии начала торможения: наименование позиций см. на рис. 4.23

При торможении от тормозного крана тягача воздух подается в управляющую магистраль, откуда он поступает в полость «А». Давление воздуха начинает воздействовать на поршень 1 с верхней его стороны, и он вме-

сте со штоком 3, поршнем 4 и выпускным клапаном 5 перемещается вниз. Клапан 5 закрывается, тормозные камеры прицепа разобщаются с атмосферой. Поток воздуха через обратный клапан 10 в полость «Д» остается неизменным по отношению к состоянию, отраженному на рис. 4.23.

Схема воздухораспределителя в состоянии торможения представлена на рис. 4.25.

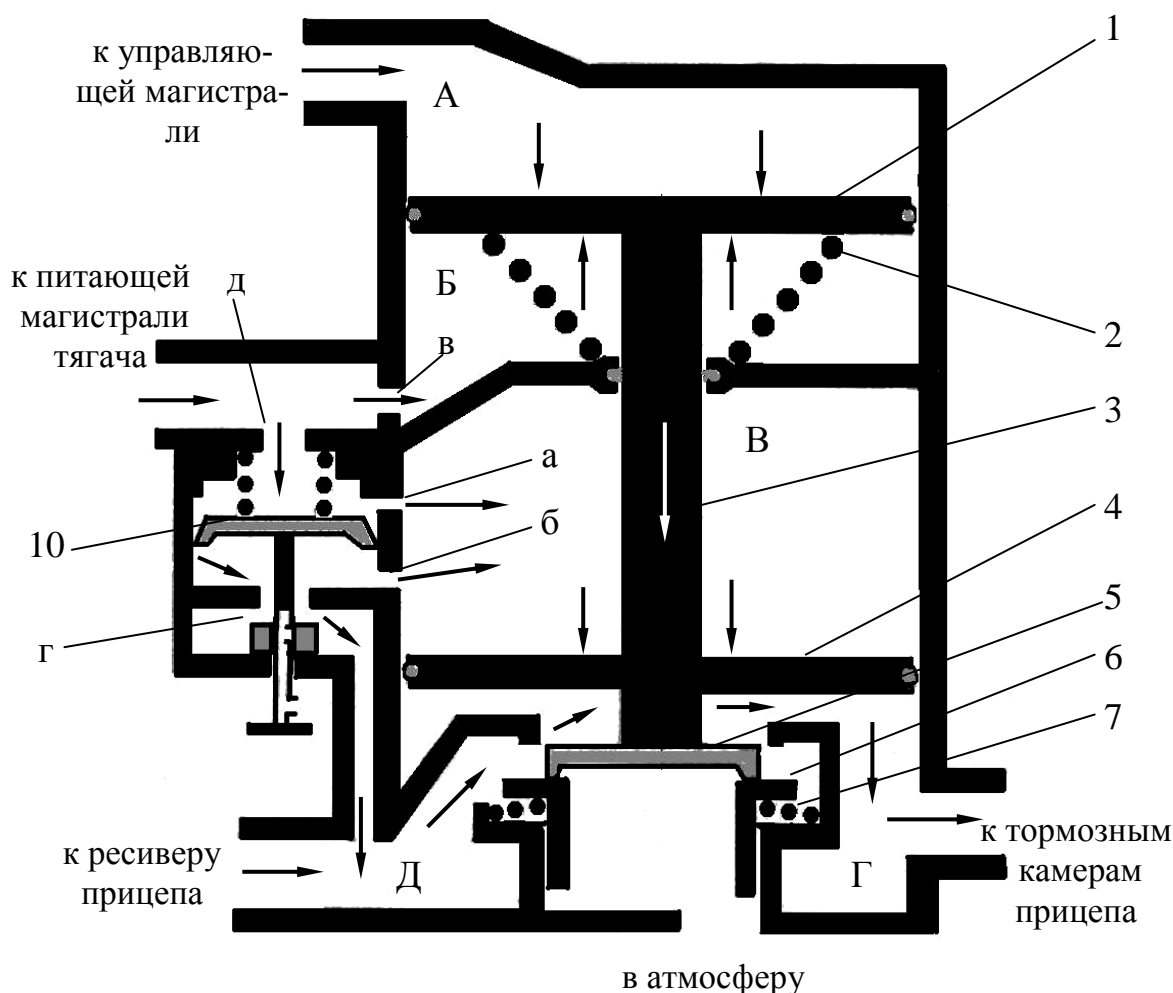


Рис. 4.25. Схема воздухораспределителя прицепа с двухпроводным приводом в состоянии торможения: наименование позиций см. на рис. 4.23

В процессе торможения продолжение подачи воздуха в управляющую магистраль приводит к дальнейшему росту давления в полости «А». Поршень 1 вместе со штоком 3, поршнем 4 и выпускным клапаном 5 продолжает перемещаться вниз, открывая перепускной клапан 6. Сжатый воздух из полости «Д» через клапан 6 поступает в полость «Г» и далее к тормозным камерам тормозных механизмов колес прицепа, затормаживая их. Поток воздуха через обратный клапан 10 в полость «Д» остается неизменным по отношению к состоянию, отраженному на рис. 4.23.

Схема воздухораспределителя в состоянии начала растормаживания представлена на рис. 4.26. При растормаживании воздух, как было отмечено выше, выпускается из управляющей магистрали тягача, давление в полости «А» снижается. В то же время на нижнюю сторону поршня 5 действует сила давления воздуха полости «Г», направленная вверх, что приводит к перемещению штока 3 с поршнями вверх, закрытию клапана 7, разобщению полостей «Д» и «Г» и прекращению подачи воздуха в тормозные камеры колес прицепа.

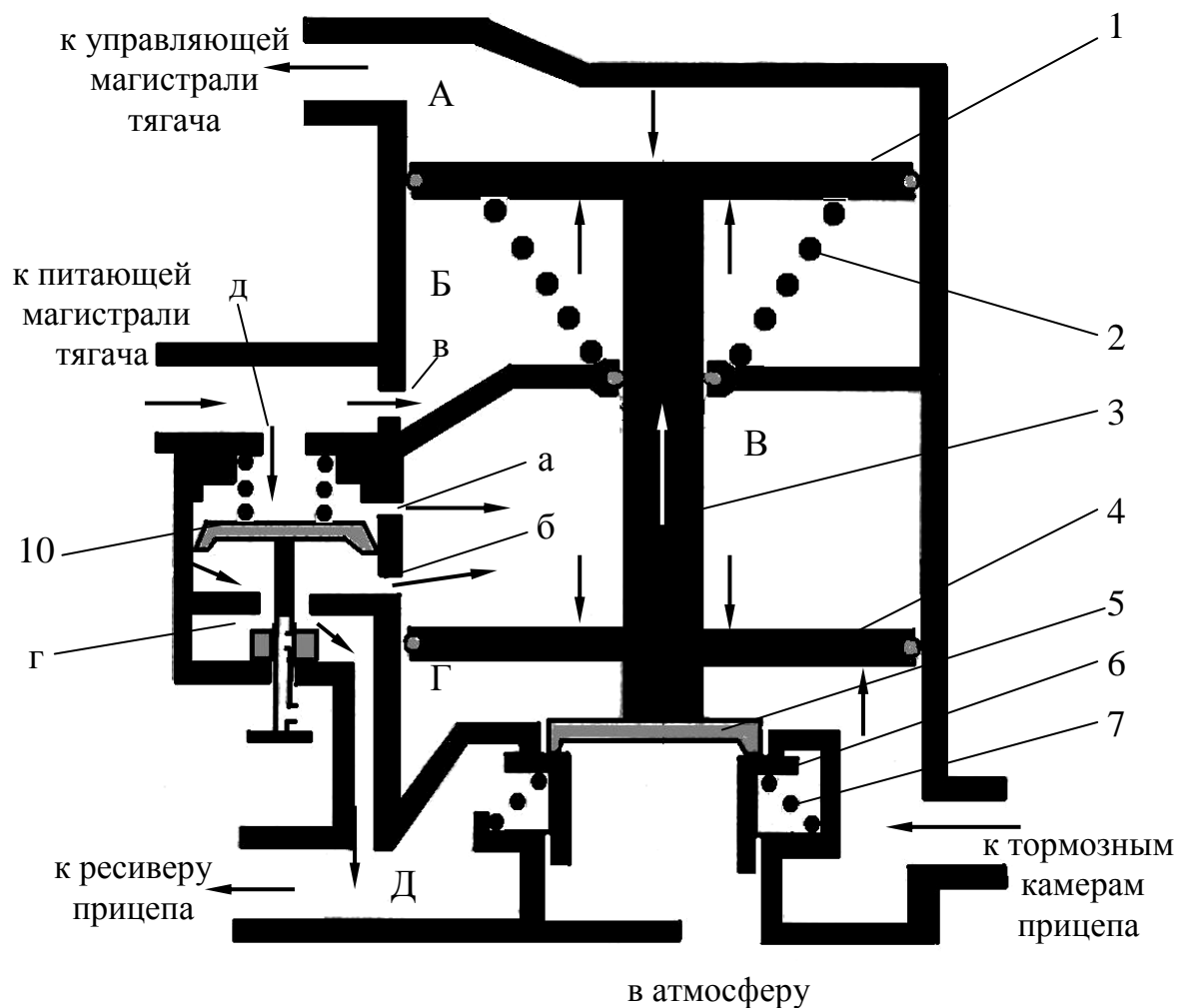


Рис. 4.26. Схема воздухораспределителя прицепа с двухпроводным приводом в состоянии начала растормаживания: наименование позиций см. на рис. 4.23

При остановке педали тормоза, как в процессе торможения, так и в процессе растормаживания, возникает равновесное состояние, при котором детали воздухораспределителя занимают такое же положение, что и на рис. 4.26. Давление в полости «Г», а следовательно и в тормозных камерах колес прицепа, стабилизируется, тормозные силы не изменяются, т.е. реализуется кинематическое следящее действие.

В случае продолжения растормаживания (водитель продолжает отпускать тормозную педаль) давление в управляющей магистрали тягача (и полости «А») продолжает снижаться вплоть до атмосферного. Перемещение штока 3 с поршнями вверх приводит к открытию выпускного клапана 5 и соединению полости «Г» с атмосферой. Воздух удаляется из тормозных камер колес прицепа, что вызывает их растормаживание, рис. 4.27. Поток воздуха через обратный клапан 10 в полость «Д» остается неизменным по отношению к состоянию, отраженному на рис. 4.23.

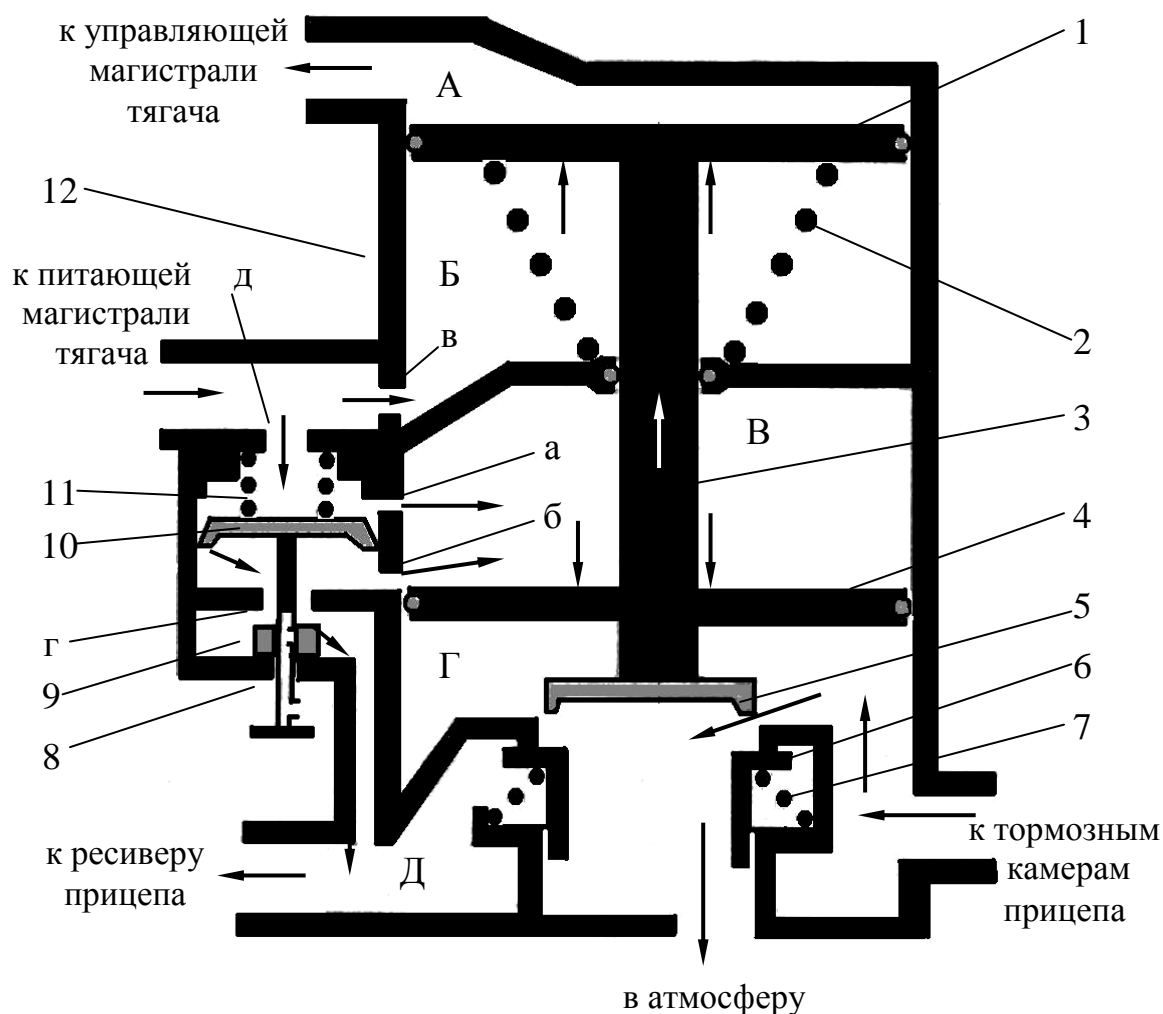


Рис. 4.27. Схема воздухораспределителя прицепа с двухпроводным приводом в состоянии окончания растормаживания: наименование позиций см. на рис. 4.23

При отрыве прицепа от тягача во время движения (тормозные механизмы колес прицепа расторможены) и воздухораспределитель срабатывает следующим образом. В момент отрыва, рис. 4.28а, воздух выходит из обеих соединительных магистралей в атмосферу. Давление над обратным клапаном 10 снижается, клапан под действием давления воздуха из ресивера прицепа перемещается вверх по рисунку и разобцает полость «В» и питающую магистраль тягача.

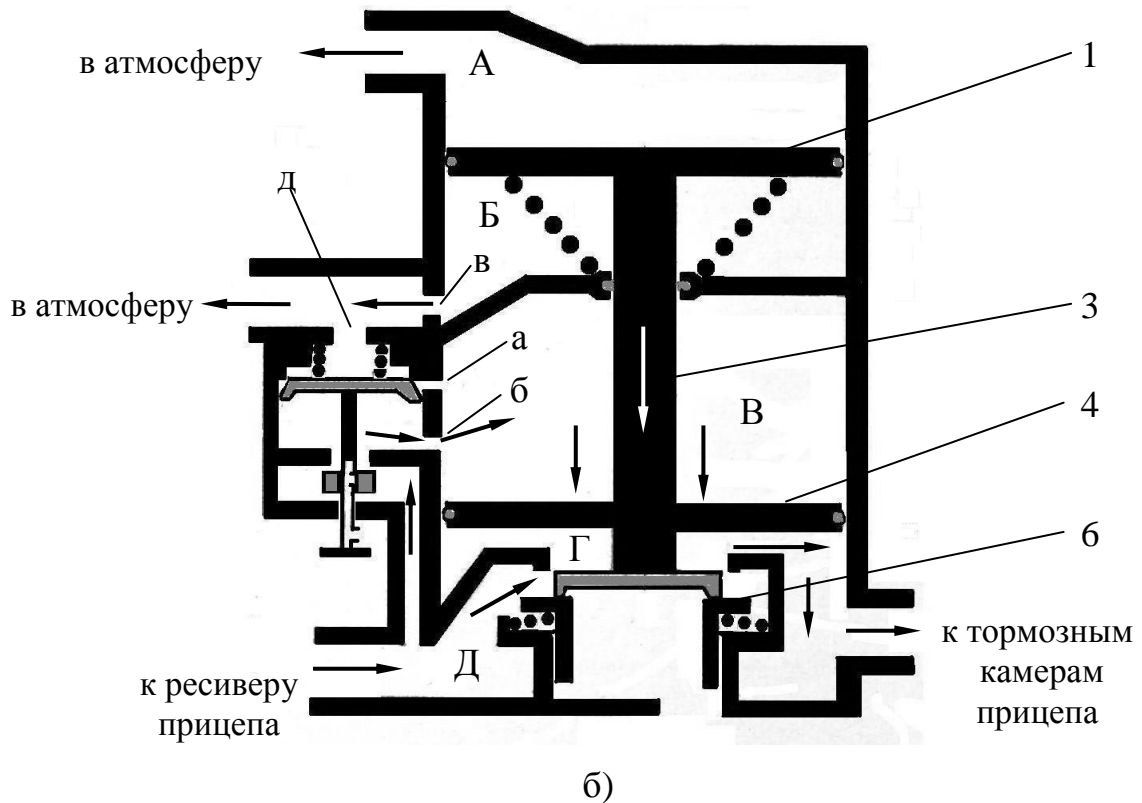
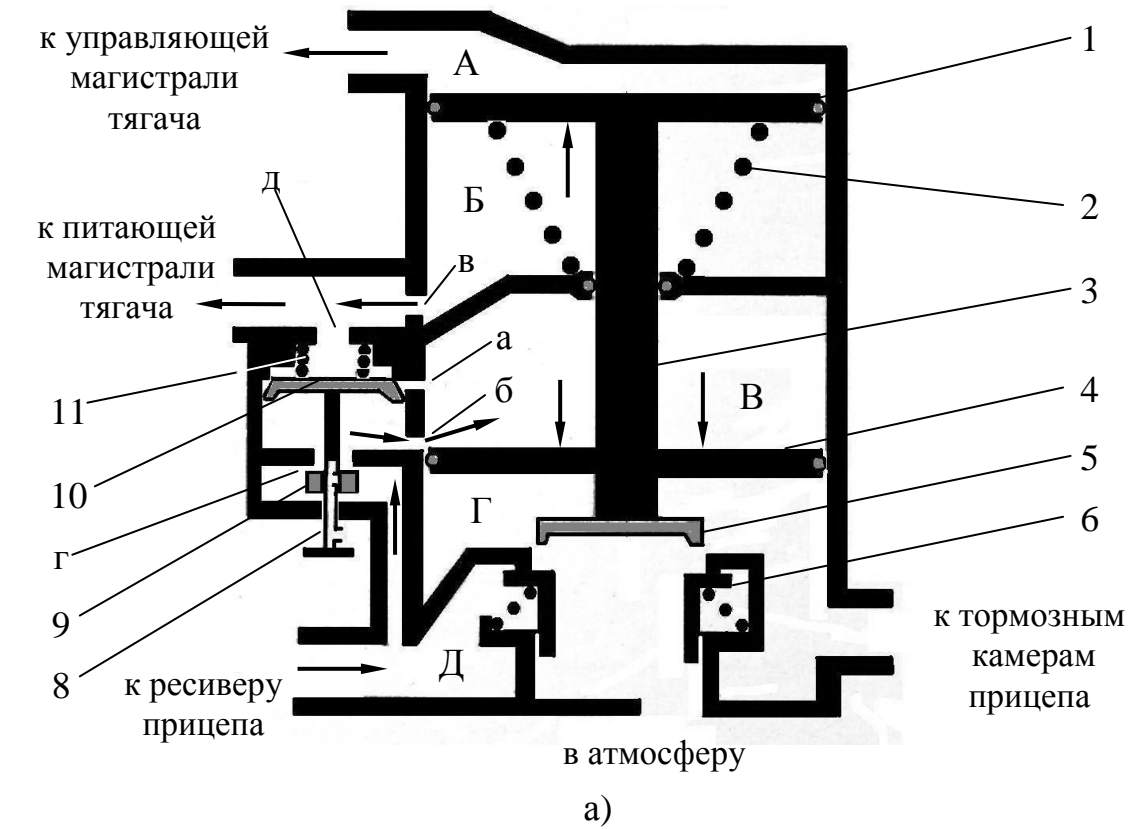


Рис. 4.28. Схема воздухораспределителя прицепа с двухпроводным приводом: а – в состоянии на момент отрыва прицепа от тягача, б – в состоянии полного затормаживания прицепа при отрыве. Наименование позиций см. на рис. 4.23

При этом в полость «В» продолжает поступать воздух через отверстия «г» и «б» из ресивера прицепа. Давление в полости «Б» снижается, т.к. воздух из этой полости вытекает через отверстие «в» и питающую магистраль в атмосферу. Баланс сил, удерживающих шток 3 с поршнями 4 и 1 в состоянии, показанном на рис. 4.28а, нарушается, и шток с поршнями перемещается вниз, перепускной клапан 6 принудительно открывается, рис. 4.28б. Сжатый воздух из полости «Д», связанной с ресивером прицепа, через клапан 6 поступает в полость «Г» и далее к тормозным камерам тормозных механизмов колес прицепа, затормаживая их.

После отрыва прицепа от тягача и его полной остановки может возникнуть необходимость растормаживания колес прицепа для проведения дальнейших работ (например, для вытаскивания прицепа на полотно дороги из кювета). Конструкция рассматриваемого воздухораспределителя предусматривает возможность принудительного выпуска воздуха из тормозных камер колес прицепа, рис. 4.29.

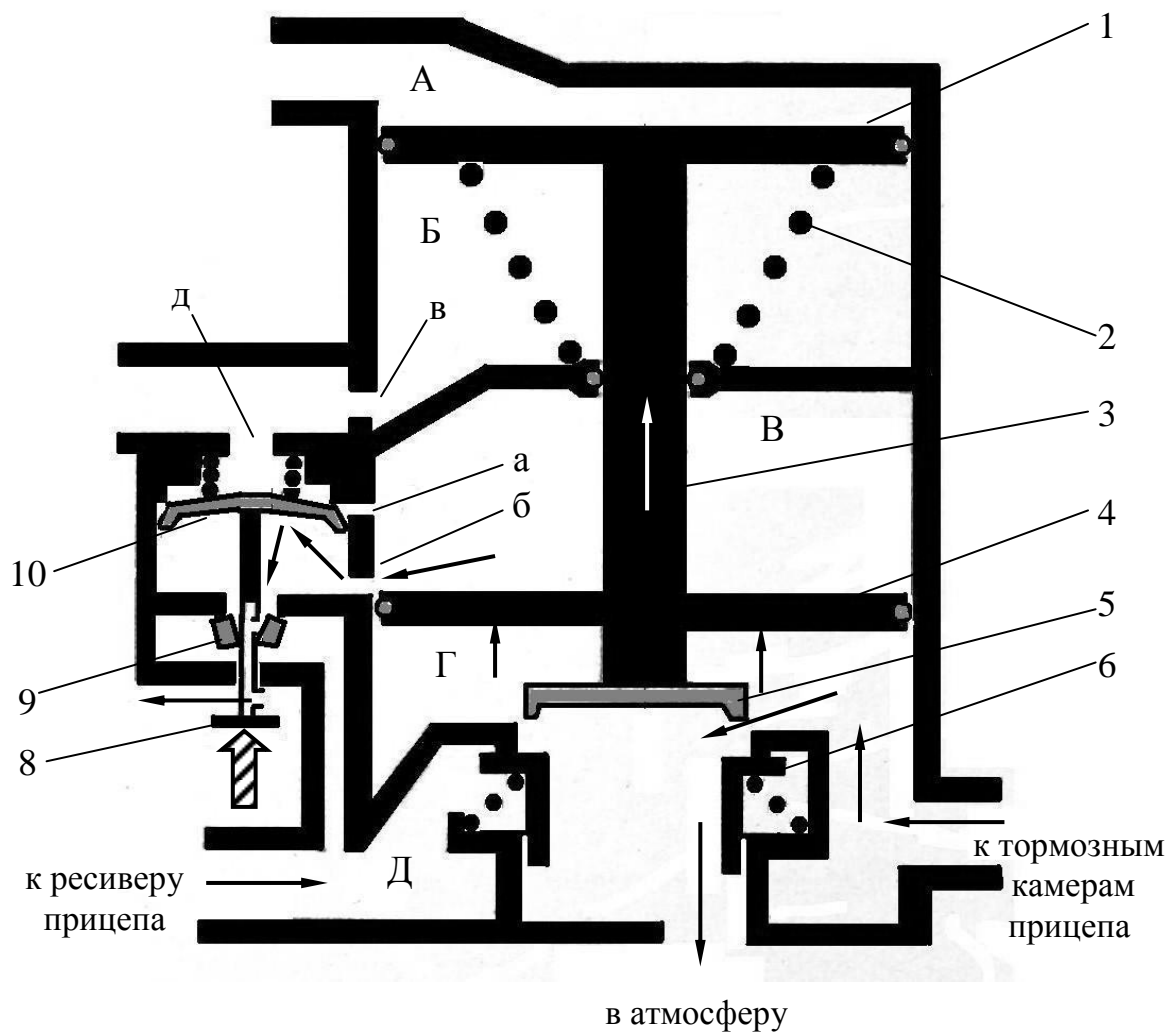


Рис. 4.29. Схема воздухораспределителя прицепа с двухпроводным приводом в состоянии ручного растормаживания: наименование позиций см. на рис. 4.23

Для этого необходимо вручную надавить на шток крана растормаживания 8, в результате чего шток переместится вверх по рисунку, манжета 9 деформируется, открывая радиальное отверстие в штоке 8, воздух из полости «В» вытекает через отверстие «б» и полый шток 8 в атмосферу. На поршень 4 снизу действует давление воздуха, находящегося в полости «Г», связанной с тормозными камерами колес прицепа. Под действием этого давления поршень 4 со штоком 3 и выпускным клапаном 5 перемещается вверх, перепускной клапан 6 закрывается, разобщая тормозные камеры колес прицепа с ресивером. Через открывшийся выпускной клапан 5 сжатый воздух удаляется из тормозных камер, колеса прицепа растормаживаются.

4.3.2. Воздухораспределитель прицепа при подключении к тормозной системе тягача по однопроводной схеме

В некоторых конструкциях тягач имеет только один выход для подключения тормозной системы прицепа, т.е. подключение прицепа по однопроводной схеме. В таком случае подключение производится к нижнему входу воздухораспределителя, рис. 4.30а. В расторможенном состоянии сжатый воздух поступает в полости «Б» и «В», обеспечивая положение клапана 5 в открытом состоянии и соединение с атмосферой тормозных камер колес прицепа. Также сжатый воздух, проходя через клапан 10 и отверстие «г», поступает в ресивер прицепа.

При торможении, рис. 4.30б, производится выпуск воздуха из соединительной магистрали, что приводит к уменьшению давления в полости «Б». Полость «В» находится под давлением воздуха из ресивера прицепа, а закрывшийся клапан 10 изолирует полость «В» от отверстия «д». Шток 3 в сборе с поршнями 1 и 4 перемещается вниз, выпускной клапан 5 закрывается, перепускной клапан 6 открывается, воздух из ресивера прицепа поступает к тормозным камерам колес прицепа.

5. МНОГОКОНТУРНЫЕ ПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ТОРМОЗНЫЕ ПРИВОДЫ

В современных грузовых автомобилях рабочая тормозная система должна иметь не менее двух независимых контуров привода [11]. Кроме рабочей в общую систему пневмопривода объединены приводы и других видов тормозных систем. Рассмотрим конструкцию и функционирование многоконтурного тормозного привода на примере трехосных автомобилей-тягачей КАМАЗ. Компоновка такого привода показана на рис. 5.1, общая схема привода – на рис. 5.2. Контурные тормозного привода объединены в общую пневмосистему, но их независимость обеспечивается специальными защитными клапанами и клапанами управления тормозными механизмами прицепа.

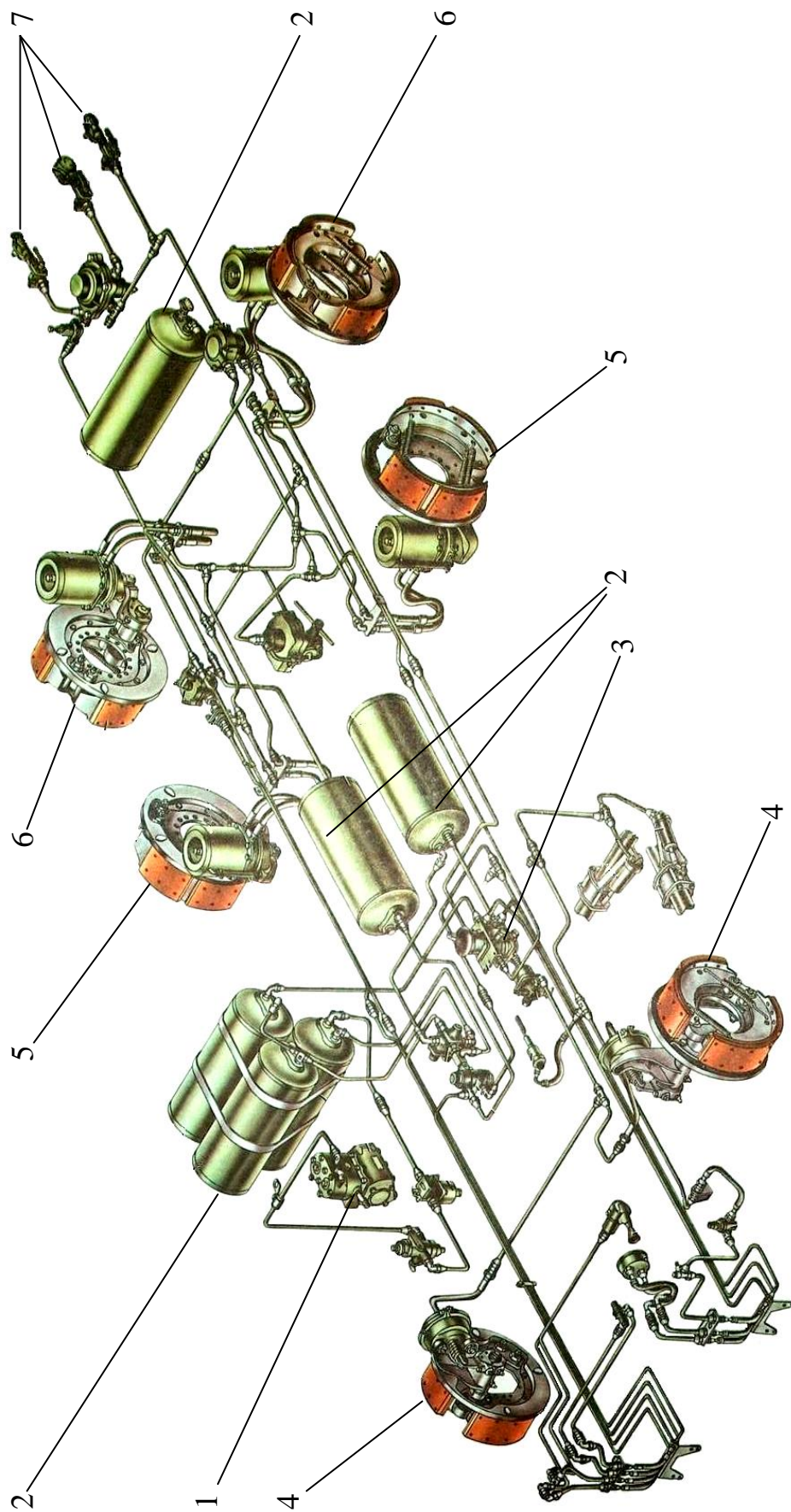


Рис. 5.1. Тормозная система трехосного автомобиля-тягача КАМАЗ: 1 – компрессор; 2 – ресиверы; 3 – тормозной кран; 4 – тормозные механизмы колес переднего моста; 5 – тормозные механизмы колес среднего моста; 6 – тормозные механизмы колес заднего моста; 7 – соединительные головки для подключения тормозной системы прицепа

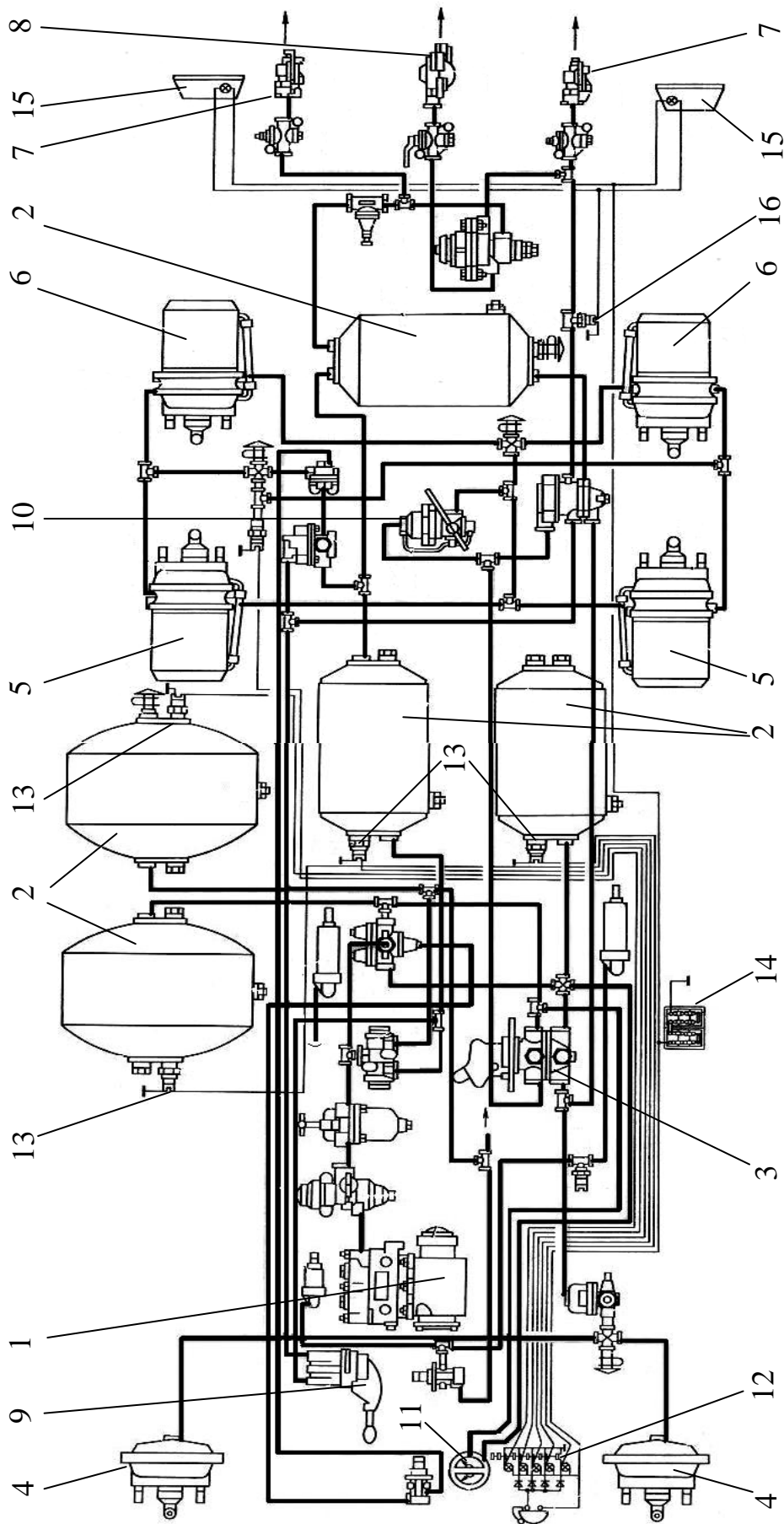


Рис. 5.2. Схема тормозной системы трехосного автомобиля-тягача КАМАЗ: 1 – компрессор; 2 – ресиверы; 3 – тормозной кран; 4 – тормозные камеры колес переднего моста; 5 – тормозные камеры колес среднего моста; 6 – тормозные камеры колес заднего моста; 7 – соединительные головки для двухпроводного привода; 8 – соединительная головка для однопроводного привода; 9 – кран управления стояночной и запасной системами; 10 – регулятор тормозных сил; 11 – манометр; 12 – контрольные лампы; 13 – датчики падения давления; 14 – АКБ; 15 – фонарь; 16 – датчик

Тормозной привод включает собственно пневмосистему и приборы сигнализации и контроля давления воздуха в контурах. В состав последней группы входят следующие элементы (рис. 5.2):

- аккумуляторная батарея 14 (АКБ) автомобиля;
- контрольные лампы 12;
- датчики падения давления 13, установленные в большинстве ресиверов 2;
- фонари заднего хода 15;
- датчик 16 включения фонарей заднего хода;
- соединительные провода (на рис. 5.2 показаны более тонкими линиями).

Пневматическая система состоит из агрегатов, устройств, приборов тормозного привода, воздушных баллонов (ресиверов) и соединительных трубопроводов. В состав данной системы входят:

- участок питания;
- пять тормозных контуров, рис. 5.3.



Рис. 5.3. Состав пневматической системы тормозного привода грузового автомобиля-тягача КАМАЗ-5320

В части ресиверов установлены клапаны контрольного вывода для замера давления при диагностировании и для отбора сжатого воздуха.

5.1. Участок питания многоконтурного пневматического тормозного привода

Участок питания выполняет следующие функции:

- получение сжатого воздуха;
- осушение сжатого воздуха;
- ограничение максимального давления сжатого воздуха;
- распределение сжатого воздуха по тормозным контурам;
- отключение тормозного контура от общей системы в случае его разгерметизации.

В состав участка питания входят:

- компрессор аккумуляторная батарея 14 (АКБ) автомобиля;
- регулятор давления;
- устройство, предназначенное для удаления воды и масла из сжатого воздуха;
- предохранительные клапаны.

Рассмотрим конструкцию участка питания на примере автомобилей КАМАЗ, рис. 5.4.

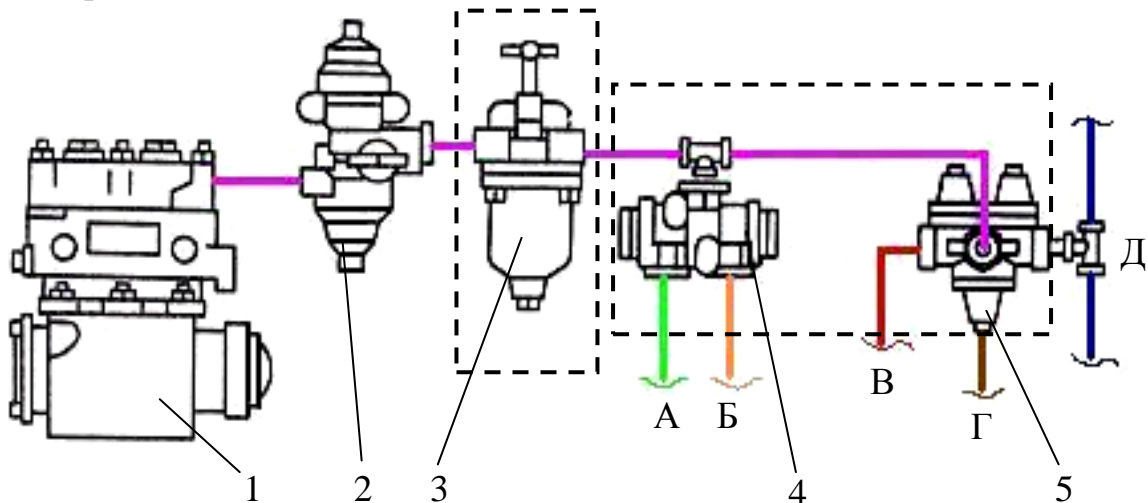


Рис. 5.4. Схема участка питания пневматической системы тормозного привода грузового автомобиля-тягача КАМАЗ-5320: 1 – компрессор; 2 – регулятор давления; 3 – предохранитель от замерзания конденсата; 4 – двойной защитный клапан; 5 – тройной защитный клапан; А – соединение с контуром III привода тормозов стояночной и запасной тормозных систем и прицепа, а также питания комбинированного привода тормозов прицепа; Б – соединение с контуром IV привода вспомогательной тормозной системы и питания потребителей; В – соединение с контуром I привода тормозов рабочей тормозной системы передних колес и прицепа; Г – соединение с контуром V привода системы аварийного растормаживания тормозов стояночной тормозной системы; Д – соединение с контуром II привода тормозов рабочей тормозной системы задней тележки и прицепа

Следует отметить, что в более поздних моделях автомобилей вместо предохранителя от замерзания конденсата (поз. 3 на рис. 5.4) устанавливается водоотделитель (см. рис. 5.10), а вместо двойного и тройного защитных клапанов (поз. 4 и 5 на рис. 5.4) устанавливается четырехконтурный защитный клапан (см. рис. 5.19).

5.1.1. Компрессор

Компрессор грузового автомобиля КАМАЗ по конструкции аналогичен компрессору грузовых автомобилей ЗИЛ, рис. 5.5, с той лишь разницей, что регулирование давления осуществляется путем стравливания лишнего воздуха в атмосферу в отдельном устройстве – регуляторе давления. Поэтому на компрессоре КАМАЗ отсутствует система принудительного открытия впускных клапанов.

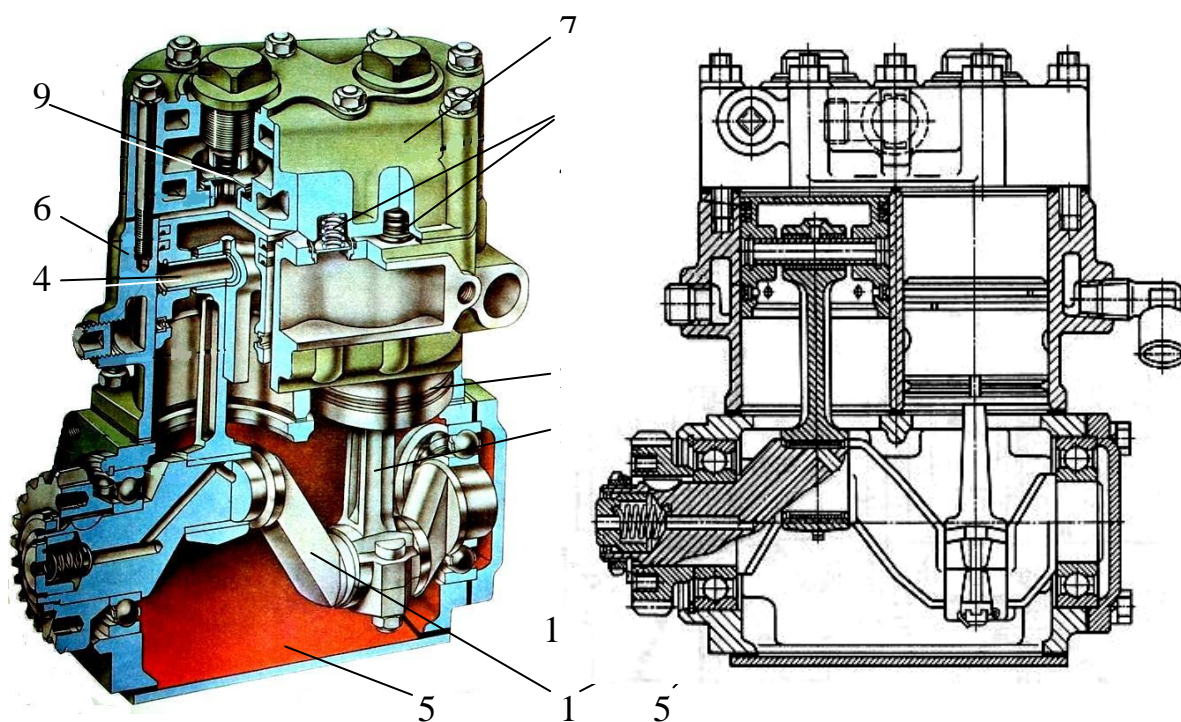


Рис. 5.5. Компрессор грузового автомобиля-тягача КАМАЗ-5320: 1 – коленчатый вал; 2 – поршень; 3 – шатун; 4 – поршневой палец; 5 – картер; 6 – блок цилиндров; 7 – головка блока цилиндров; 8 – впускные клапаны; 9 – выпускной клапан; 10 – штуцер подвода охлаждающей жидкости; 11 – шестерня привода

5.1.2. Регулятор давления

Регулятор давления предназначен для автоматического поддержания давления сжатого воздуха в системе.

Режимы работы регулятора давления:

- при возрастании давления в пневмосистеме до 700...750 КПа регулятор давления сообщает компрессор с атмосферой, подача воздуха в пневмосистему прекращается;
- при падении давления в пневмосистеме до 620...650 КПа регулятор давления разобщает компрессор с атмосферой, подача воздуха в пневмосистему возобновляется;
- при аварийном возрастании давления в пневмосистеме до 1000...1350 КПа регулятор давления сообщает компрессор с атмосферой, подача воздуха в пневмосистему прекращается.

Конструкция регулятора представлена на рис. 5.6, схема работы на рис. 5.7 и 5.8.

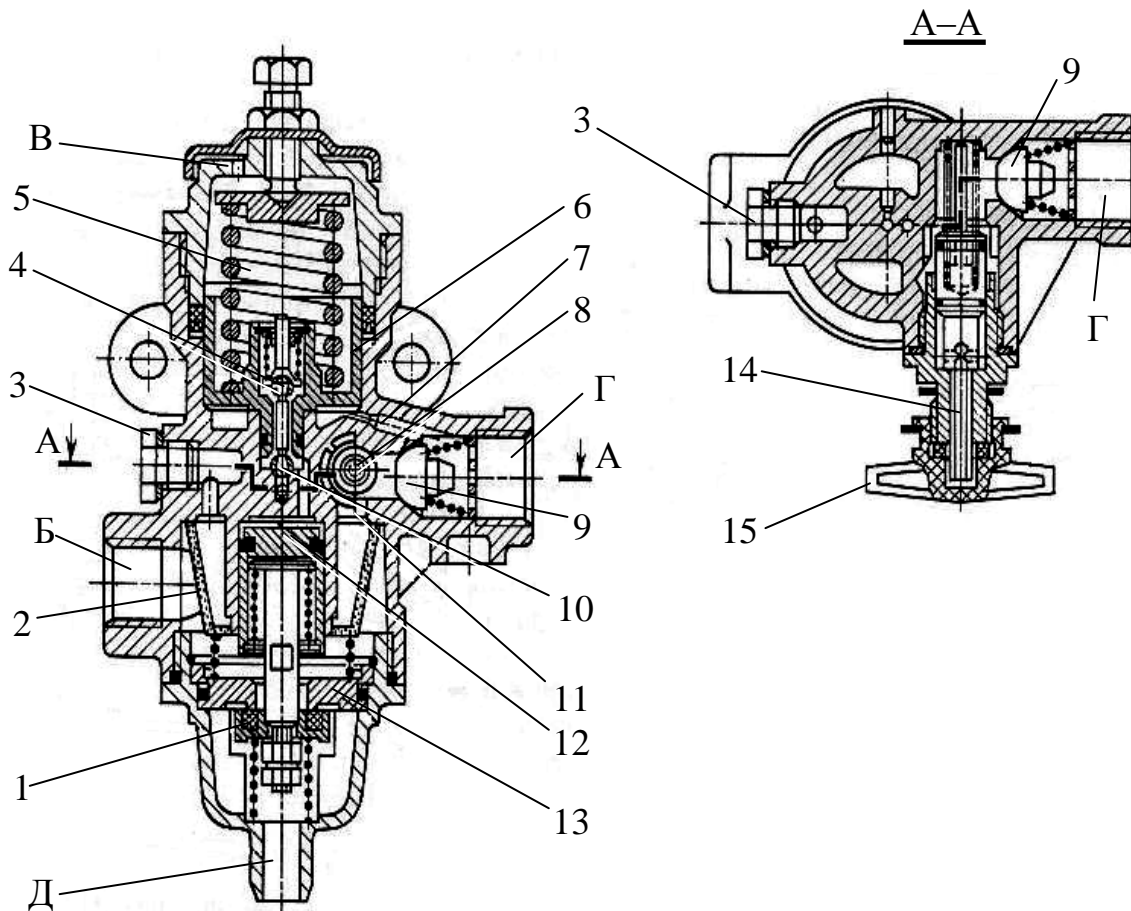


Рис. 5.6. Регулятор давления тормозного привода грузового автомобиля-тягача КАМАЗ-5320: 1 – разгрузочный клапан; 2 – фильтр; 3 – пробка; 4 – выпускной клапан; 5 – уравнивающая пружина; 6 – следящий поршень; 7 и 11 – каналы; 8 – кольцевой канал; 9 – обратный клапан; 10 – впускной клапан; 12 – разгрузочный поршень; 13 – седло клапана 1; 14 – клапан для отбора воздуха при накачивании шин; 15 – колпачок; Б – вывод для подключения компрессора; В и Д – выходы в атмосферу; Г – вывод в пневмосистему

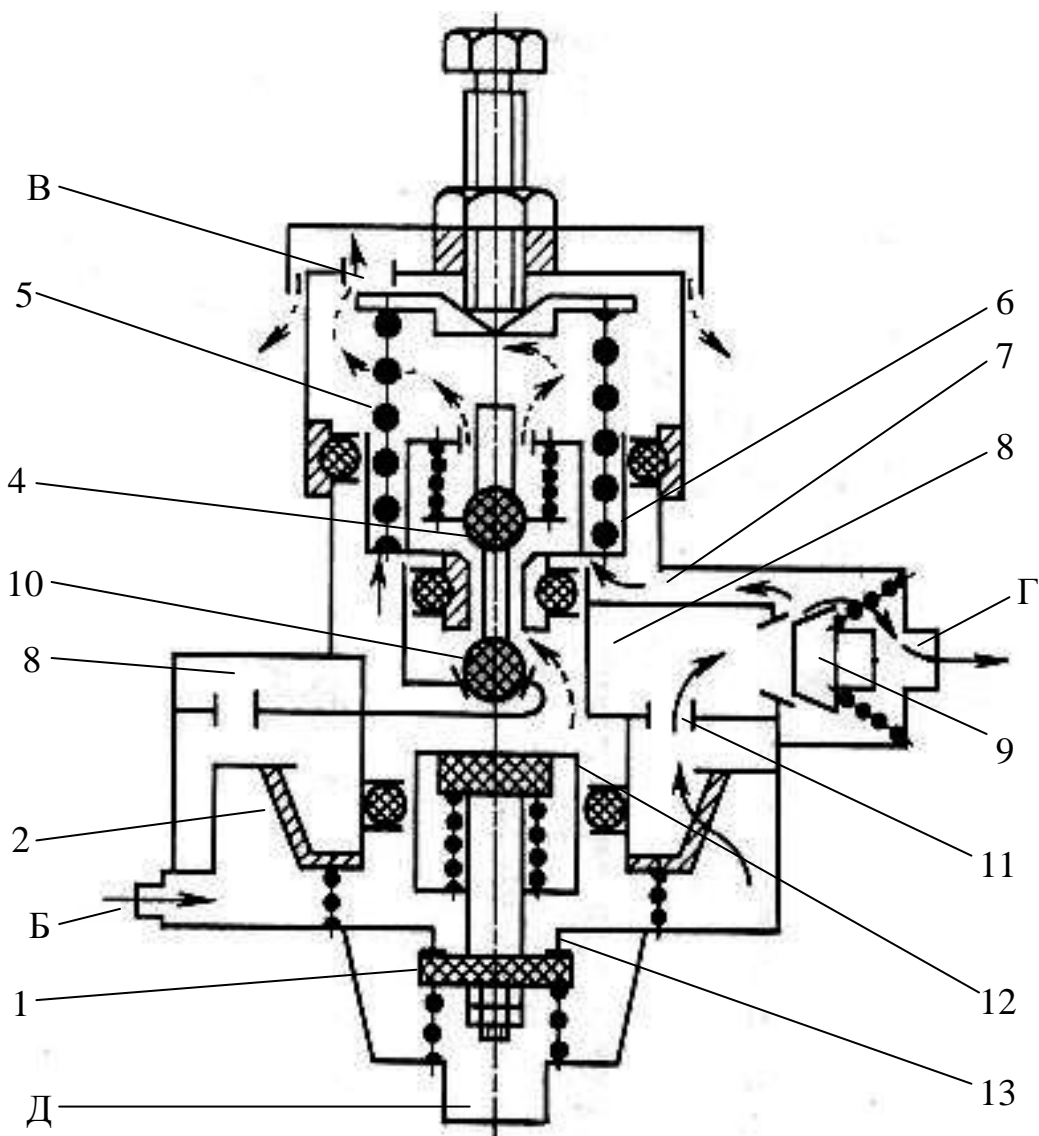


Рис. 5.7. Схема регулятора давления тормозного привода грузового автомобиля-тягача КАМАЗ-5320, режим подачи сжатого воздуха в систему: наименование позиций см. на рис. 5.6;

— — — — — путь сжатого воздуха;

- - - - - путь соединения полостей клапана с атмосферой

При падении давления в пневмосистеме (в выводе «Г») до 620...650 КПа элементы регулятора давления находятся в состоянии, показанном на рис. 5.7, а именно:

- впускной клапан 10 закрыт;
- выпускной клапан 4 открыт;
- разгрузочный клапан 1 закрыт;
- обратный клапан 9 открыт под действием давления от компрессора.

Воздух от компрессора поступает через вывод «Б», проходит через фильтр 2, канал 11, кольцевую полость 8 и через открытый клапан 9 и вы-

вод «Г» поступает в пневмосистему. Также сжатый воздух через канал 7 поступает под поршень 6, который находится в нижнем положении под действием суммарной силы от давления воздуха на его днище и силы упругости пружины 5. При таком положении поршня 6 клапан 10 закрыт, а клапан 4 открыт. Полость над поршнем 12 через клапан 4 и вывод «В» соединена с атмосферой, разгрузочный клапан под действием его пружины закрыт, воздух от компрессора, как уже упоминалось, идет через фильтр 2.

При возрастании давления в пневмосистеме до 700...750 КПа возрастает сила, действующая на днище поршня 6, которая превышает по величине силу упругости пружины 5. В результате поршень 6 начинает перемещаться вверх, закрывая клапан 4. При дальнейшем перемещении поршень 6 перемещает вверх за собой клапан 4 и связанный с ним стержнем клапан 10, открывая отверстие, сообщающее кольцевой канал 8 с полостью над поршнем 12, рис. 5.8а.

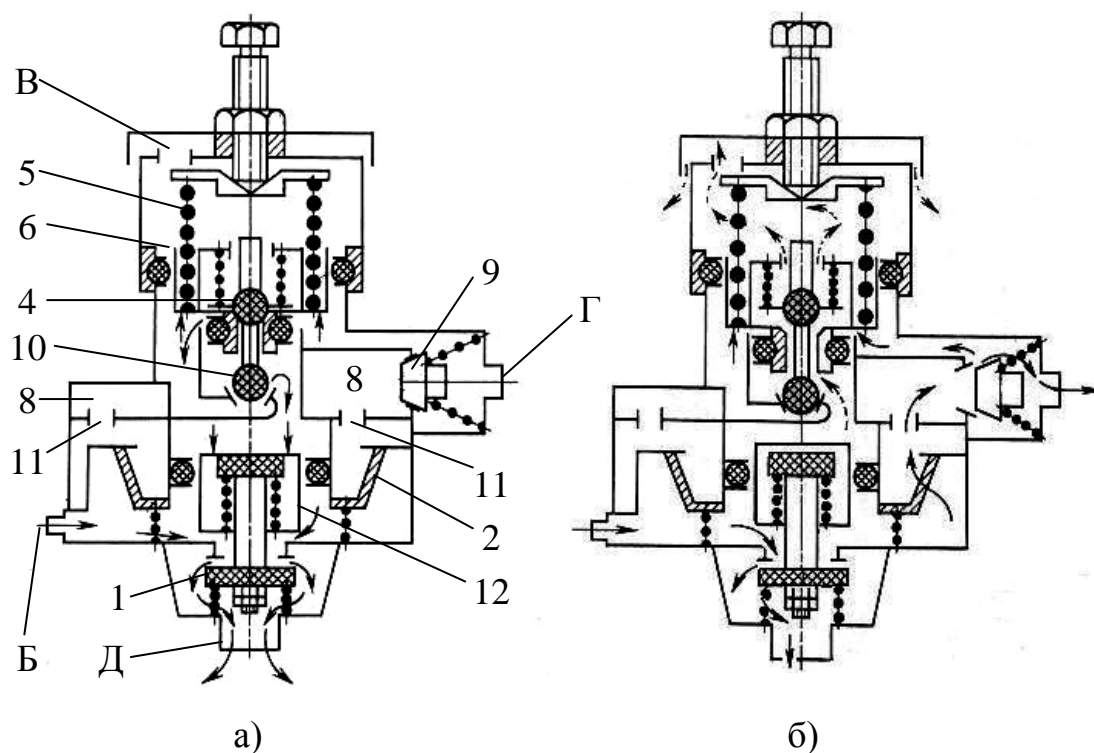


Рис. 5.8. Схема регулятора давления тормозного привода грузового автомобиля-тягача КАМАЗ-5320: а – режим выпуска в атмосферу сжатого воздуха при возрастании давления в пневмосистеме до 700...750 КПа; б – режим выпуска в атмосферу сжатого воздуха при аварийном возрастании давления в пневмосистеме до 1000...1350 КПа; наименование позиций см. на рис. 5.6, обозначение стрелок – на рис. 5.7

Сжатый воздух из полости 8 через клапан 10 поступает в полость над поршнем 12, в результате чего поршень перемещается вниз и открывает разгрузочный клапан 1. Воздух от компрессора через вывод «Б», клапан 10

и вывод «Д» выходит в атмосферу, давление в полости 8 снижается, клапан 9 закрывается, отделяя пневмосистему тормозного привода от компрессора.

В процессе торможения расходуется воздух из пневмосистемы, давление в выводе «Г», а следовательно, и в канале 7 снижается. Под действием пружины 5 поршень 6 перемещается вниз, элементы регулятора давления занимают положение, изображенное на рис. 5.7, воздух вновь начинает поступать в пневмосистему.

В случае заклинивания поршня 6 в нижнем положении сброса излишнего воздуха при давлении в пневмосистеме 700...750 КПа не происходит. Для предотвращения повреждений пневмосистемы предусмотрен, как уже отмечалось, аварийный режим работы регулятора давления. При возрастании давления в выводе «Б» до 1000...1350 КПа открывается клапан 1, и излишний воздух стравливается в атмосферу через вывод «Д», рис. 5.8б.

5.1.3. Предохранитель от замерзания

Предохранитель от замерзания предназначен для защиты от замерзания конденсата, т.е. паров воды, которые присутствуют в сжатом воздухе, путем насыщения воздуха парами спирта. Конструкция представлена на рис. 5.9.

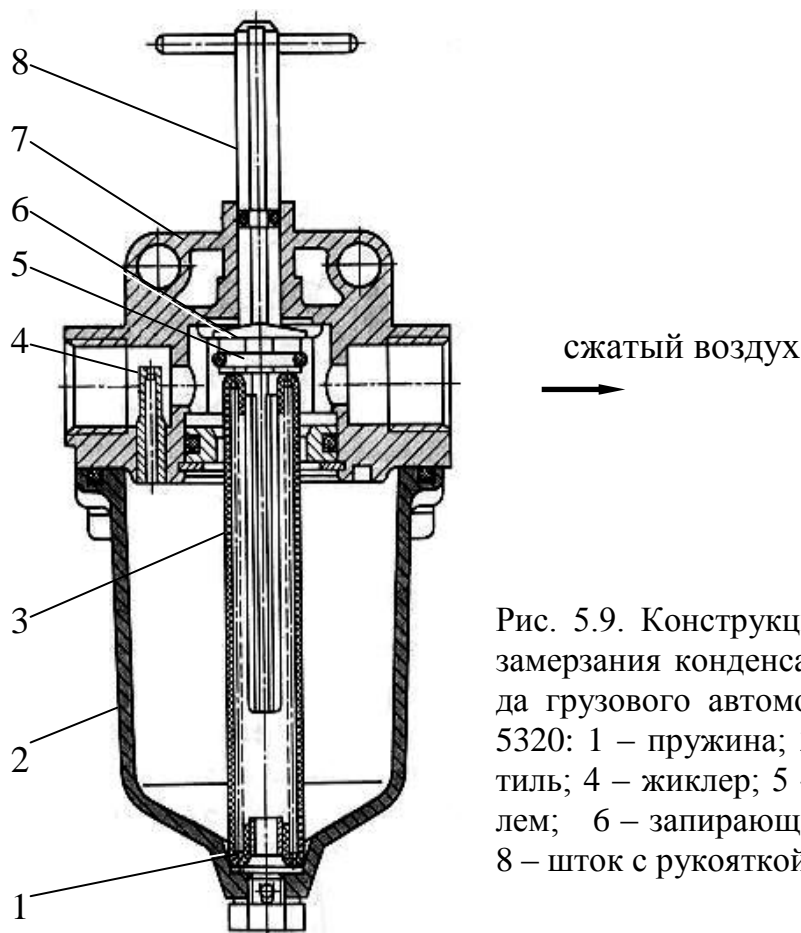


Рис. 5.9. Конструкция предохранителя от замерзания конденсата тормозного привода грузового автомобиля-тягача КАМАЗ-5320: 1 – пружина; 2 – корпус; 3 – фитиль; 4 – жиклер; 5 – пробка с уплотнителем; 6 – запирающий штифт; 7 – корпус; 8 – шток с рукояткой

В корпус 2 заливается 1000 мл этилового спирта. При верхнем положении штока 8 под действием пружины 1 распрямляется фитиль 3, часть которого выходит в воздушный канал. По фитилю спирт попадает в сжатый воздух, смешивается с парами воды, в итоге температура замерзания конденсата понижается. Жиклер 4 выравнивает давление в воздушном канале и полостью корпуса 2. При опускании штока 8 фитиль 3 утапливается, а отверстие между полостью корпуса и воздушным каналом перекрывается пробкой 5. В нижнем положении шток 8 фиксируется штифтом 6 при повороте рукоятки штока.

5.1.4. Водоотделитель

В более поздних моделях автомобилей КАМАЗ вместо предохранителя от замерзания конденсата устанавливается водоотделитель, рис. 5.10. Водоотделитель предназначен для выделения из сжатого воздуха конденсата и автоматического удаления его из питающей части привода. Устанавливается водоотделитель, в отличие от предохранителя от замерзания, между компрессором и регулятором давления.

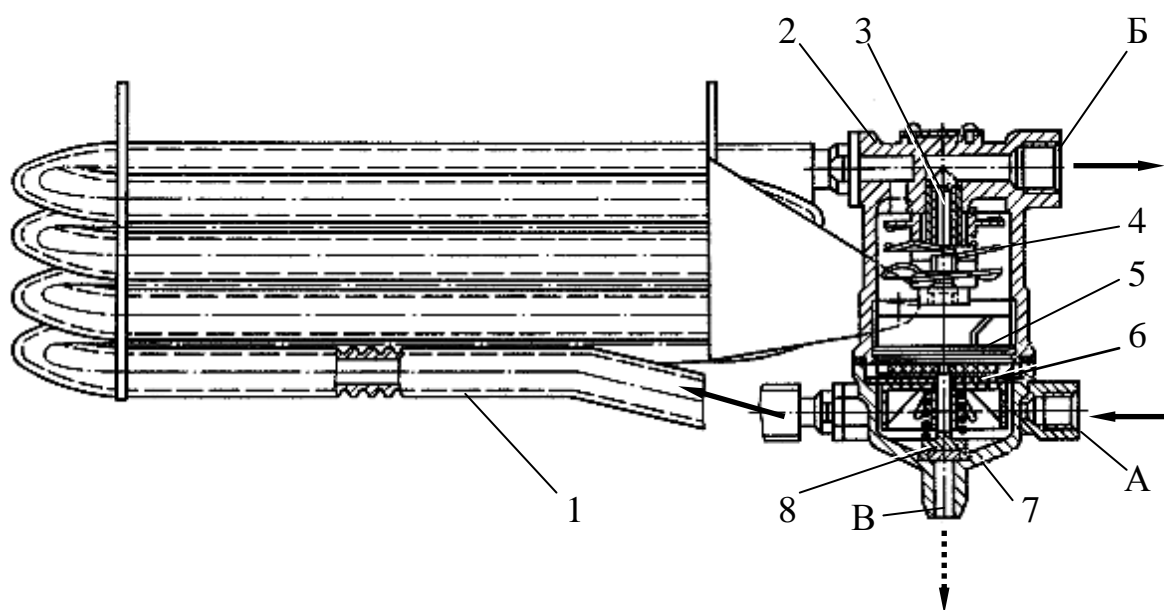


Рис. 5.10. Водоотделитель питающей части тормозного привода грузового автомобиля-тягача КАМАЗ: 1 – радиатор с ребристыми трубками; 2 – корпус; 3 – пустотелый винт; 4 – направляющий аппарат; 5 – фильтр; 6 – мембрана; 7 – крышка; 8 – клапан слива конденсата; А – ввод от компрессора; Б – вывод к регулятору давления; В – атмосферный вывод

Сжатый воздух от компрессора через ввод «А» подается в радиатор 1 с ребристыми трубками, где охлаждается потоком встречного воздуха, затем проходит по направляющему аппарату 4, через центральное отверстие в стержне винта 3, через вывод «Б» к регулятору давления.

Выделившаяся влага, стекая через фильтр 5, скапливается в нижней крышке 7. При срабатывании регулятора в полости водоотделителя давление падает, при этом мембрана 6 перемещается вверх. Клапан 8 слива конденсата открывается, смесь воды и масла через атмосферный вывод «В» удаляется.

5.1.5. Двойной защитный клапан

Предназначен:

- для распределения сжатого воздуха по двум контурам (контур III стояночной и запасной ТС, контур IV вспомогательной ТС);
- для изоляции поврежденного контура (III или IV) и поддержания давления в неповрежденном контуре 520...540 КПа;
- для выпуска лишнего воздуха (функция предохранительного клапана).

Конструкция клапана показана на рис. 5.11, клапан симметричен относительно вертикальной плоскости, перпендикулярной плоскости чертежа.

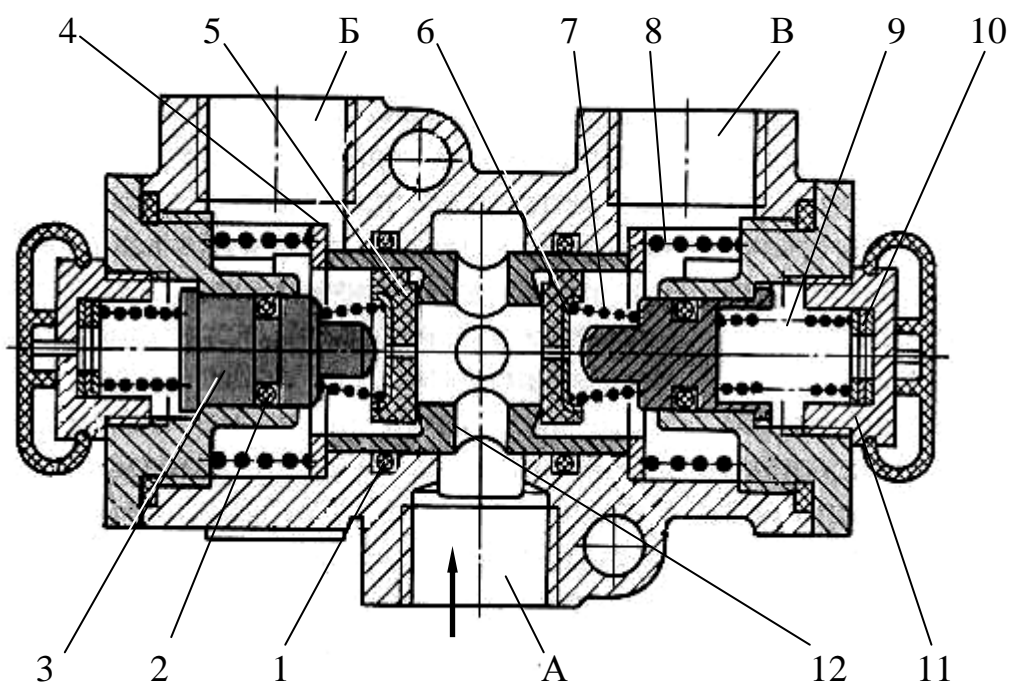


Рис. 5.11. Двойной защитный клапан питающей части тормозного привода грузового автомобиля-тягача КАМАЗ-5320 (регулятор давления отключил компрессор от пневмосистемы): 1 и 2 – уплотнительные кольца; 3 – упорный поршень; 4 – упорное кольцо; 5 и 6 – клапаны; 7, 8 и 9 – пружины; 10 – регулировочные шайбы; 11 – пробка; 12 – центральный поршень; А – ввод от компрессора; Б – вывод в контур IV вспомогательной ТС; В – вывод в контур III стояночной и запасной ТС

Если давление в контурах III и IV достигает значения, при котором регулятор давления отключает компрессор от пневмосистемы, клапаны 5 и 6 находятся в закрытом состоянии. При падении давления в контурах III и IV за счет давления в выводе «А» эти клапаны открываются, воздух через выходы «Б» и «В» поступает в ресиверы контуров вспомогательной и стояночной (запасной) тормозных систем соответственно, рис. 5.12.

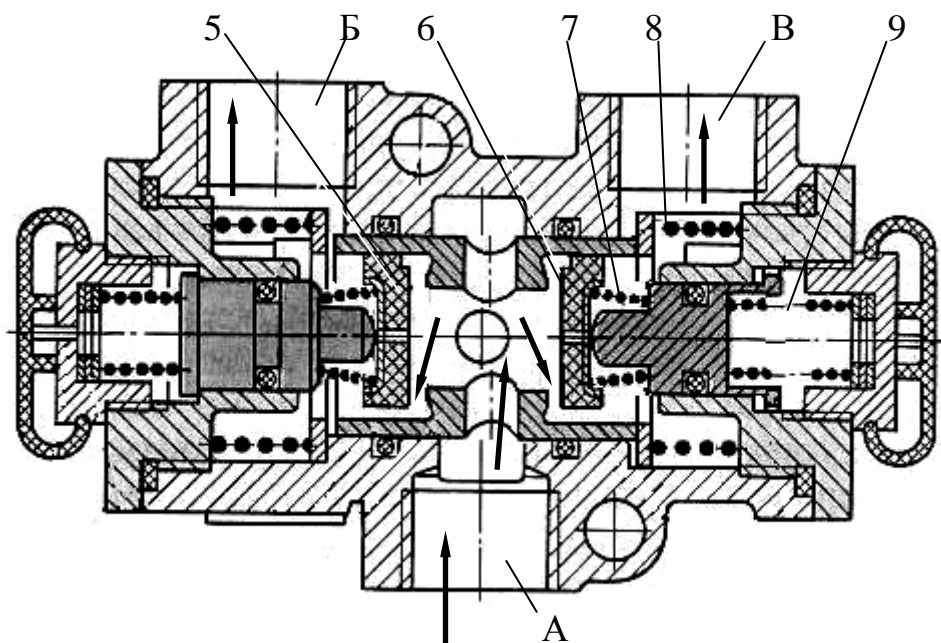


Рис. 5.12. Двойной защитный клапан тормозного привода грузового автомобиля-тягача КАМАЗ-5320 (зарядка ресиверов контуров III и IV): наименование позиций – см. рис. 5.11

В случае разгерметизации одного из контуров, либо повышенного расхода воздуха в нем (например, в контуре III, вывод «В»), поршень 12 переместится вправо под действием давления в выводе «Б», рис. 5.13а. Клапан 6 прижмется к правому упорному поршню и окажется в закрытом состоянии, изолировав поврежденный контур III. При чрезмерном повышении давления в контуре IV клапан 6 открывается, продвигая упорный поршень и сжимая пружину 9. Излишки воздуха выйдут через поврежденный контур III, рис. 5.13б.

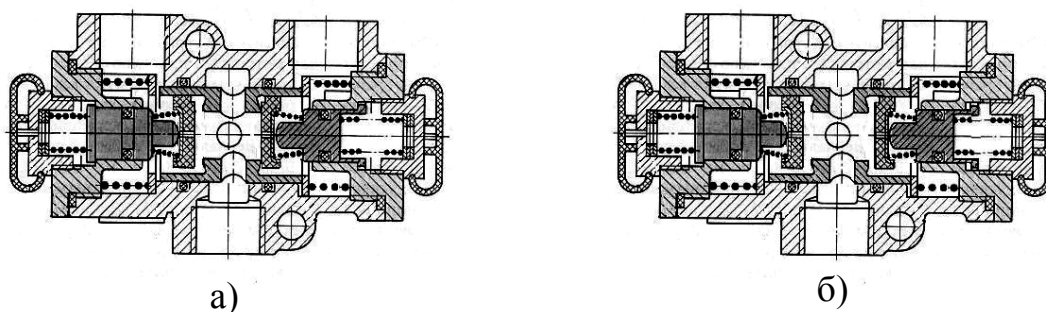


Рис. 5.13. Двойной защитный клапан, режимы работы – см. в тексте

5.1.6. Тройной защитный клапан

Предназначен:

- для распределения сжатого воздуха по трем контурам (контур I привода тормозов рабочей тормозной системы передних колес и прицепа, контур II привода тормозов рабочей тормозной системы задней тележки и прицепа, контур V системы аварийного растормаживания тормозов стояночной тормозной системы);
- для изоляции поврежденного контура и поддержания давления в неповрежденных контурах до 520 КПа;
- для выпуска лишнего воздуха (функция предохранительного клапана).

Общий вид клапана показан на рис. 5.14, конструкция – на рис. 5.15.

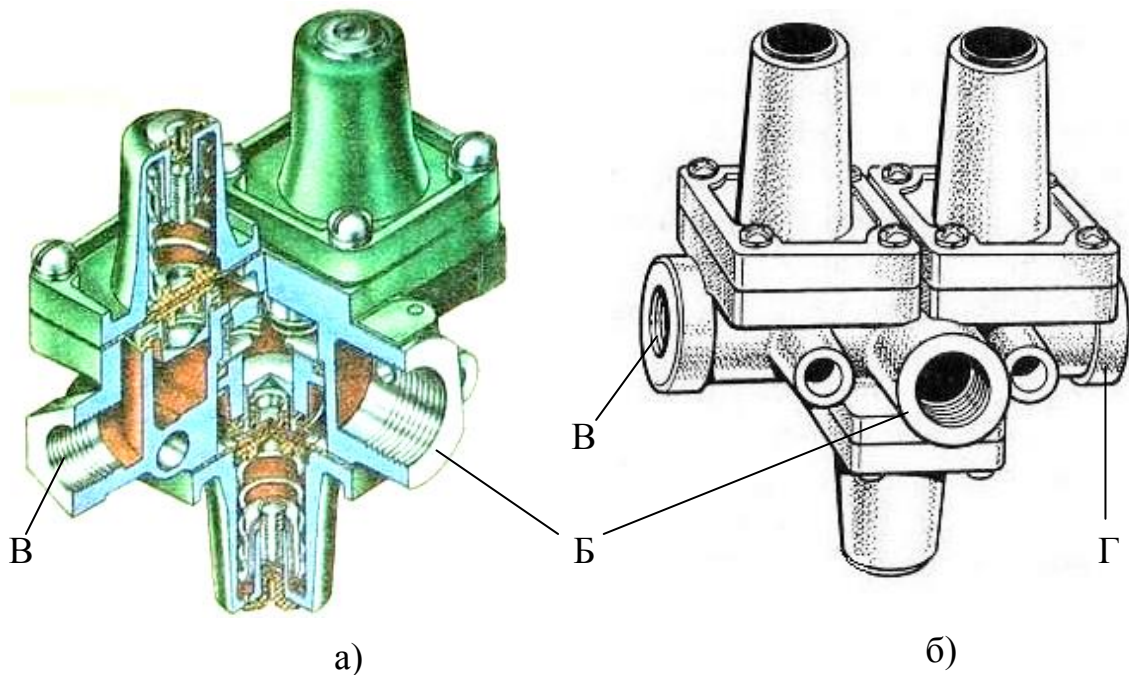
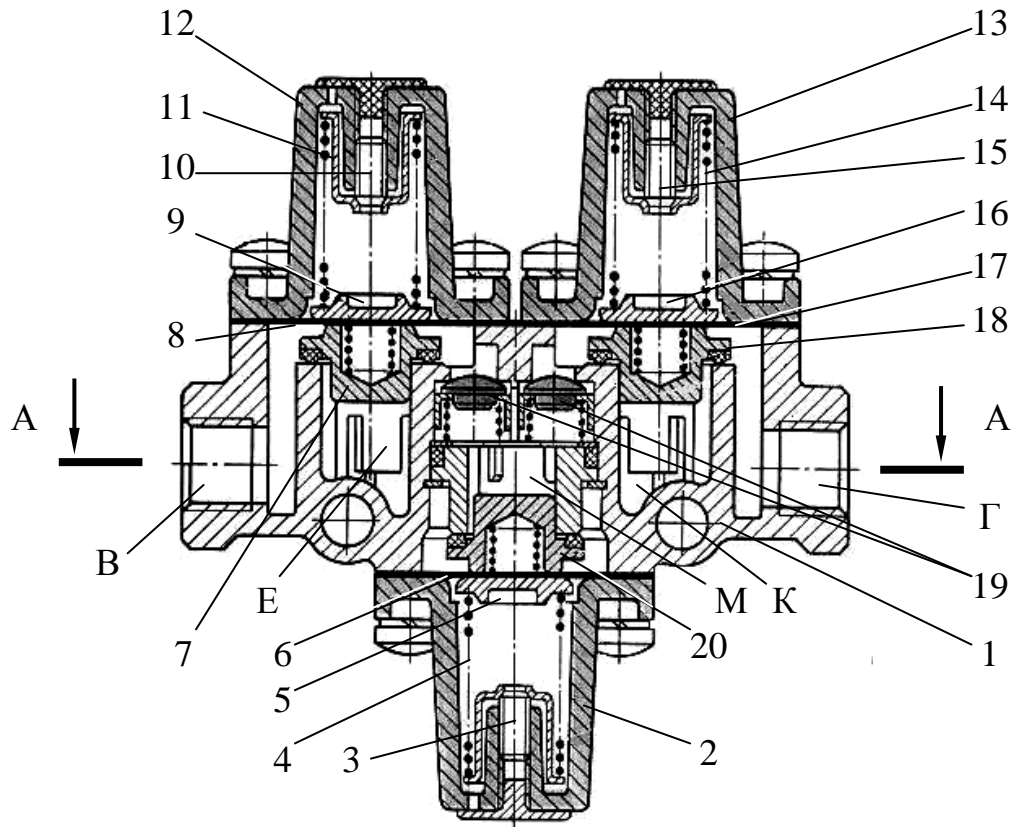


Рис. 5.14. Тройной защитный клапан питающей части тормозного привода грузового автомобиля-тягача КАМАЗ-5320: а – клапан в разрезе, б – общий вид; Б – ввод от компрессора; В – вывод в контур I привода тормозов рабочей тормозной системы передних колес и прицепа; Г – вывод в контур II привода тормозов рабочей тормозной системы задней тележки и прицепа

Сжатый воздух от компрессора поступает через ввод «Б» в полости «Е» и «К». При достижении давления 520 КПа клапаны 7 и 18 открываются, преодолевая сопротивление пружин 11 и 14, мембраны 8 и 17 прогибаются, и воздух поступает через выходы «В» и «Г» в контуры I и II соответственно, рис. 5.16.



A-A

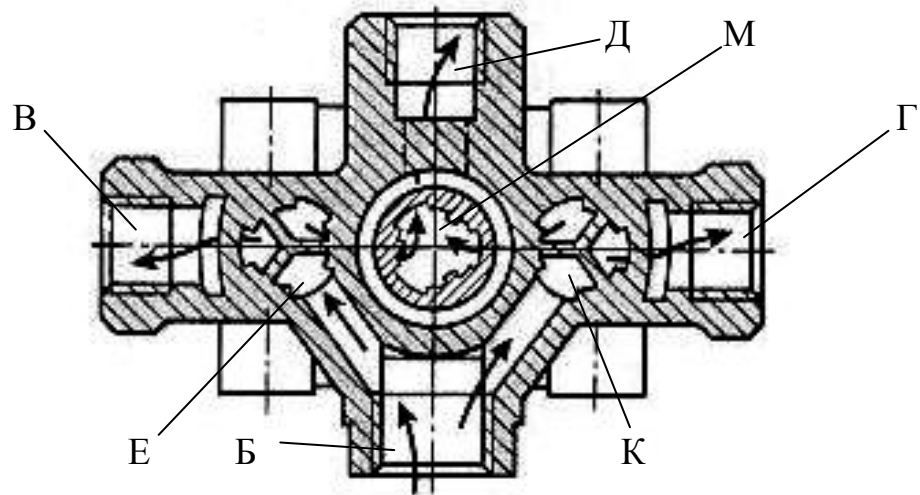


Рис. 5.15. Конструкция тройного защитного клапана: 1 корпус; 2, 12 и 13 – колпаки; 3, 10 и 15 – регулировочные винты; 4, 11 и 14 – пружины клапанов; 5, 9 и 16 – опорные диски; 6, 8 и 17 – мембраны; 7, 18 и 20 – клапаны; 19 – перепускные клапаны; Б – ввод от компрессора; В – вывод в контур I привода тормозов рабочей тормозной системы передних колес и прицепа; Г – вывод в контур II привода тормозов рабочей тормозной системы задней тележки и прицепа; Д – вывод в контур V аварийного растормаживания; Е, К и М - полости

Через открытые клапаны 7 и 18 воздух попадает также к перепускным клапанам 19 и открывает их, поступая в полость «М». Под действием давления в полости «М» открывается клапан 20, мембрана 6 прогибается, сжатый воздух проходит к выводу «Д» и далее в контур V.

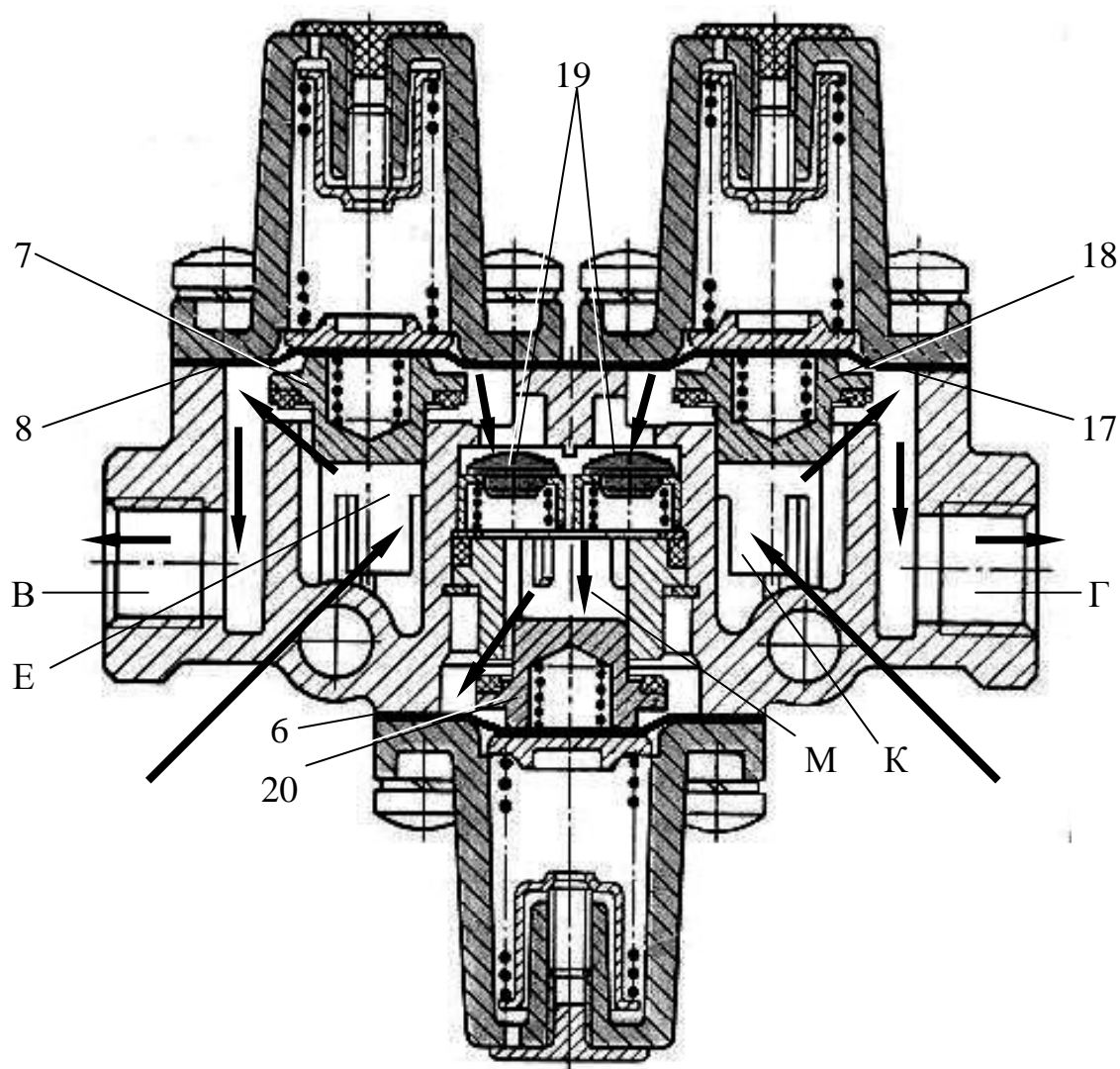


Рис. 5.16. Тройной защитный клапан в состоянии подачи воздуха в контуры I привода тормозов рабочей тормозной системы передних колес и прицепа, II привода тормозов рабочей тормозной системы задней тележки и прицепа и V системы аварийного растормаживания; наименования позиций – см. рис. 5.15

В случае разгерметизации одного из контуров (например, контура I) давление в выводе «В» снижается, т.е. уменьшается вплоть до нуля сила, действовавшая на мембрану 8 снизу, что способствовало открытию клапана 7. При таком положении клапан 7 закрывается под действием пружины 11, рис. 5.17, т.к. силы давления в полости «Е» недостаточно для поддер-

жания клапана 7 в открытом состоянии. Один из перепускных клапанов 19 (в рассматриваемом случае – левый клапан) под действием своей пружины закроется, что предотвратит утечку в поврежденный контур I воздуха из полости «М». Зарядка контура V будет продолжаться через открытый клапан 20 и правый перепускной клапан 19.

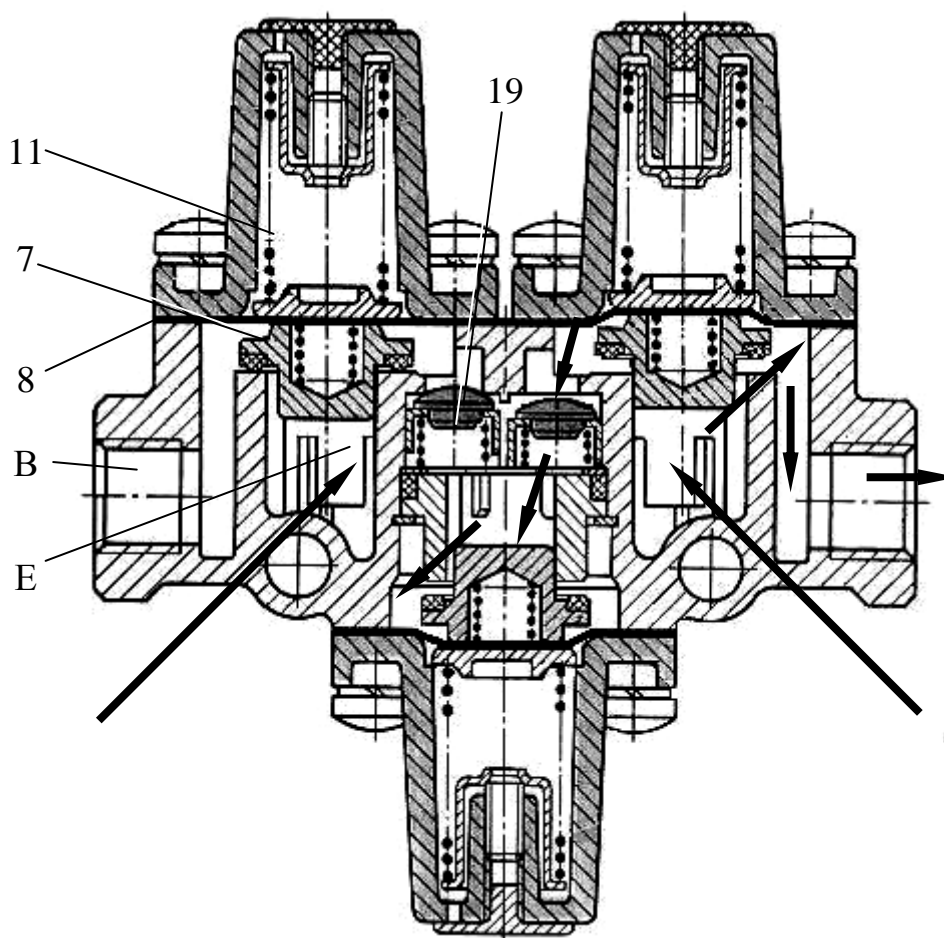


Рис. 5.17. Тройной защитный клапан в состоянии разгерметизации контура I привода тормозов рабочей тормозной системы передних колес и прицепа; наименования позиций – см. рис. 5.15

В случае, если давление от компрессора, т.е. в полости «Е», превысит 520 КПа, клапан 7 откроется, и излишки воздуха выйдут через поврежденный контур I. Таким образом, будет реализована функция предохранительного клапана.

Двойной и тройной защитные клапаны в случае разгерметизации линии, идущей от компрессора, приводятся в исходное положение (рис. 5.11 и 5.15 соответственно), что позволяет сохранить давление в контурах и осуществить остановку автомобиля, необходимую для устранения неисправности.

5.1.7. Четырехконтурный защитный клапан

Как уже отмечалось, в более поздних моделях автомобилей КАМАЗ вместо двойного и тройного защитных клапанов устанавливается четырехконтурный защитный клапан, а вместо предохранителя от замерзания конденсата устанавливается водоотделитель рис. 5.18. Конструкция четырехконтурного защитного клапана показана на рис. 5.19.

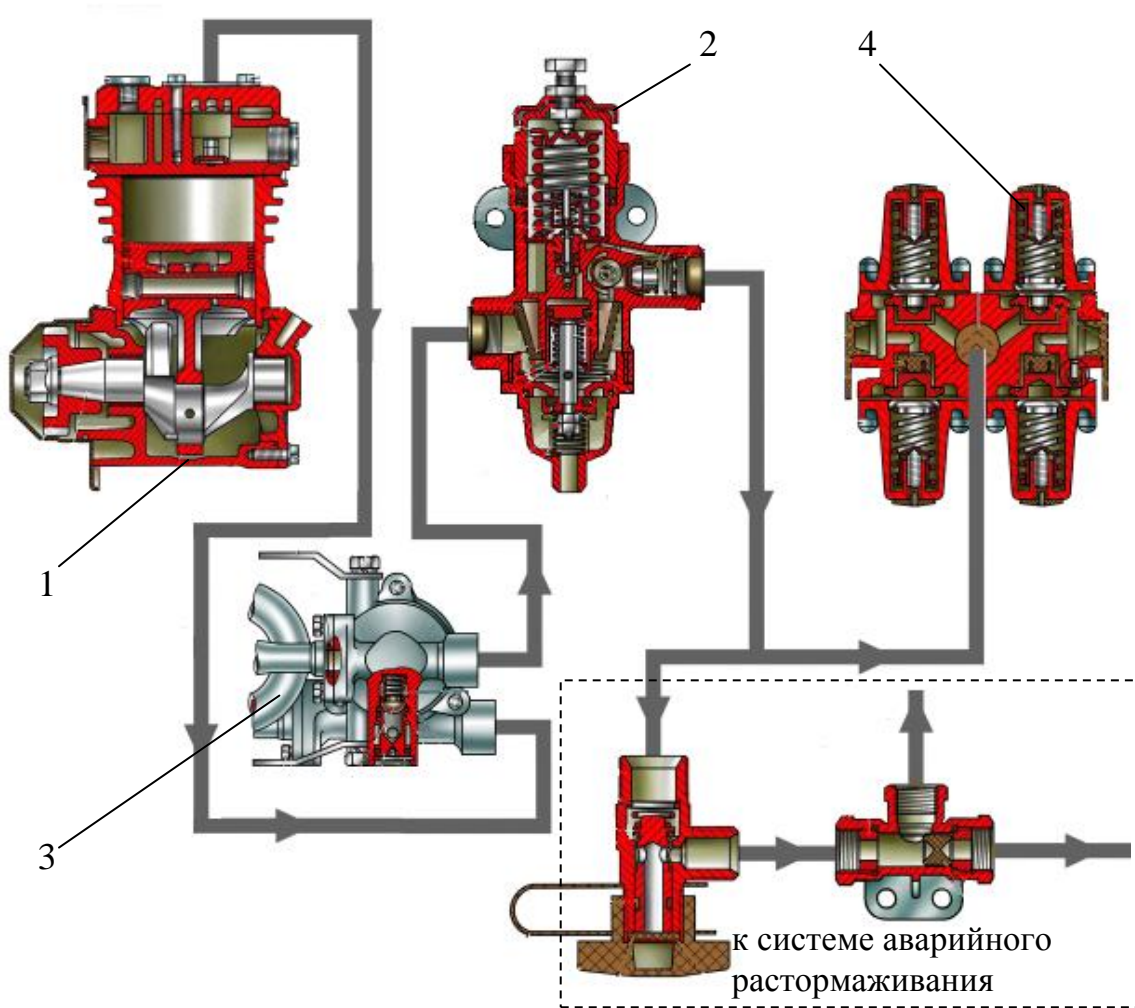


Рис. 5.18. Схема участка питания пневматической системы тормозного привода грузового автомобиля-тягача КАМАЗ-5350: 1 – компрессор; 2 – регулятор давления; 3 – водоотделитель; 4 – четырехконтурный защитный клапан

Четырехконтурный защитный клапан предназначен:

- для распределения сжатого воздуха, поступающего от компрессора, на два основных контура (контур привода тормозов рабочей тормозной системы задней тележки и прицепа, контур привода тормозов рабочей тормозной системы передних колес и прицепа) и два дополнительных контура (контур привода вспомогательной тор-

- мозной системы, контур привода тормозов стояночной и запасной тормозных систем и управления тормозами прицепа);
- для автоматического отключения одного из контуров при нарушении его герметичности и сохранения сжатого воздуха в неповрежденных контурах;
 - для сохранения сжатого воздуха во всех контурах при нарушении герметичности питающей магистрали;
 - для питания дополнительного контура от двух основных контуров до тех пор, пока давление в них не снизится до заданного уровня.

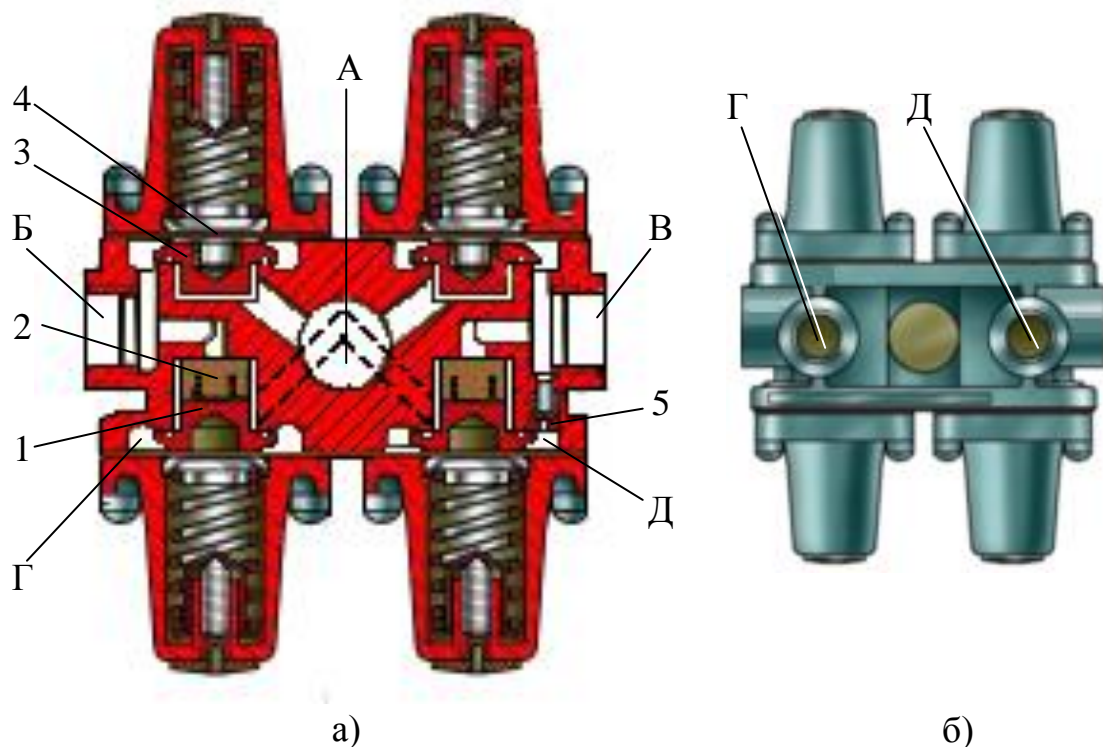


Рис. 5.19. Четырехконтурный защитный клапан питающей части тормозного привода грузового автомобиля-тягача КАМАЗ-5350: а – конструкция, б – общий вид; А – ввод от компрессора; Б – вывод в контур привода тормозов рабочей тормозной системы задней тележки и прицепа; В – вывод в контур привода тормозов рабочей тормозной системы передних колес и прицепа; Г – вывод в контур привода вспомогательной тормозной системы; Д – вывод в контур привода тормозов стояночной и запасной тормозных систем и управления тормозами прицепа; 1, 2, 3, 5 – клапаны; 4 – мембрана

В штатном режиме сжатый воздух поступает из питающей магистрали через вывод «А», рис. 5.19. При достижении заданного давления откlosures (устанавливается усилием пружин) открываются клапаны 3 и воздух поступает через выходы «Б» и «В» в два основных контура. Клапаны 3 воздействуют на мембрану 4, поднимают ее. Воздух через открытые клапаны

3 воздействует на мембрану, что способствует четкому удержанию клапанов в открытом состоянии. От выводов «Б» и «В» сжатый воздух поступает к обратным клапанам 2, открывая их, далее открывает клапаны 1 и поступает в дополнительные контуры через выходы «Г» и «Д».

При нарушении герметичности одного из основных контуров давление в этом контуре падает, клапан 3 этого контура и обратный клапан 2 соответствующего дополнительного контура закрываются, предотвращая уменьшение давления в дополнительном контуре. Таким образом, в исправных контурах будет поддерживаться давление, соответствующее давлению открытия клапана 3 неисправного контура. При этом излишнее количество сжатого воздуха будет выходить через неисправный контур.

При отказе в работе какого-либо дополнительного контура давление падает в двух основных контурах и на входе в клапан 1. Это происходит до тех пор, пока не закроется клапан 1 неисправного дополнительного контура. При дальнейшем поступлении сжатого воздуха клапан 1 будет выполнять функции предохранительного, и в основных контурах будет поддерживаться давление на уровне давления открытия этого клапана.

5.2. Контур № 1 привода тормозов рабочей тормозной системы передних колес и прицепа

Контур № 1 предназначен для управления тормозными механизмами передних колес, а также подачи воздуха к аппаратам, осуществляющим управление тормозами прицепа. В этом разделе рассмотрим функционирование привода тормозов передних колес, влияние контура № 1 на управление тормозами прицепа описано в разделе 5.8.

В состав контура № 1 входят следующие элементы, рис. 5.20:

- часть тройного защитного клапана 4;
- ресивер 5 объемом 20 л;
- нижняя секция двухсекционного тормозного крана 3;
- клапан ограничения давления 12;
- клапан контрольного вывода 13;
- тормозные камеры передних колес 1;
- нижняя секция клапана 11 управления тормозными механизмами колес прицепа с двухпроводным приводом;
- клапан управления 6 тормозами прицепа с однопроводным приводом;
- разобщительные краны 7, соединительные головки 8 и 9 (подробнее см. раздел 5.8),
- соединительные трубопроводы.

При отсутствии торможения сжатый воздух от ресивера 5 подается в нижнюю секцию тормозного крана 3, клапан которой закрывает доступ воздуха к тормозным камерам передних колес (см. раздел 5.2.1).

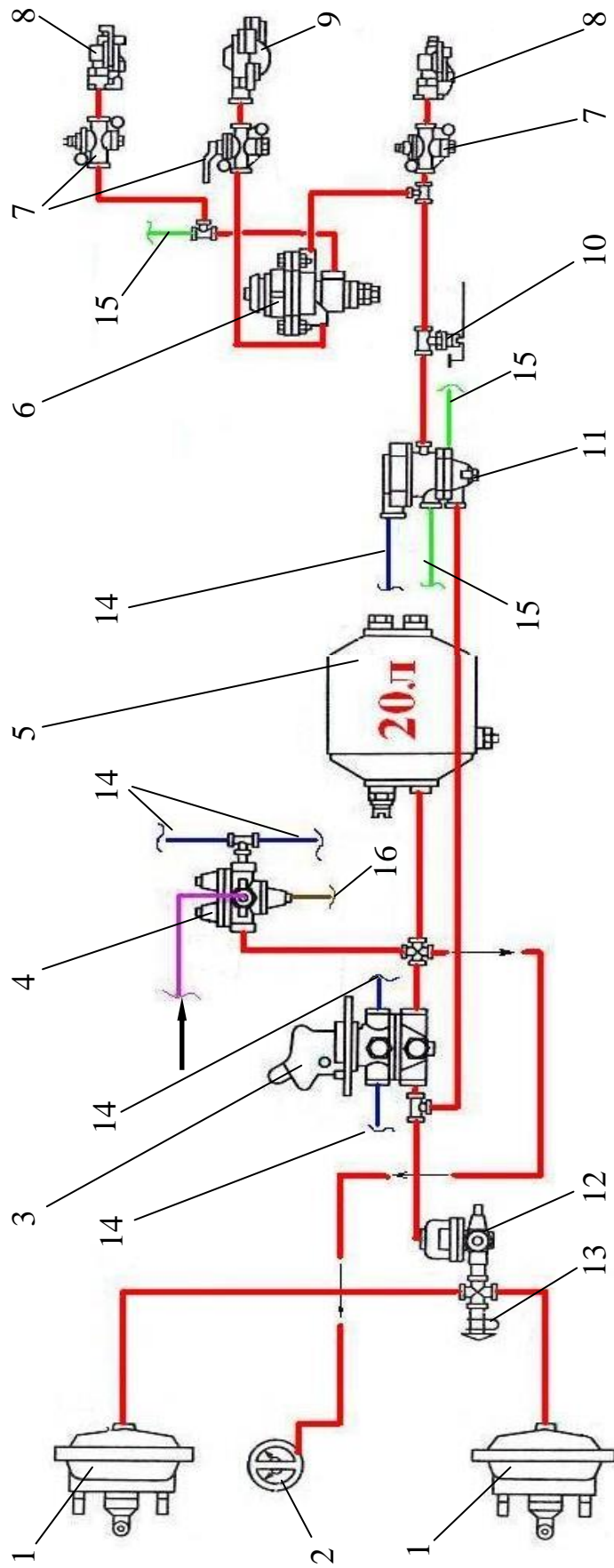


Рис. 5.20. Схема контура № 1 привода тормозов рабочей тормозной системы передних колес и прицепа тормозной системы трехосного автомобиля-тягача КАМАЗ-5320: 1 – тормозные камеры передних колес; 2 – манометр; 3 – тормозной кран; 4 – тройной защитный клапан; 5 – ресивер; 6 – клапан управления тормозами прицепа с однопроводным приводом; 7 – разобщительные краны; 8 – соединительные головки для двухпроводного привода; 9 – соединительная головка для однопроводного привода; 10 – датчик включения электромагнита пневмоклапана прицепа; 11 – клапан управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом; 12 – клапан ограничения давления; 13 – клапан контрольного вывода; 14 – трубопроводы к контуру № 2; 15 – трубопроводы к контуру № 3; 16 – трубопровод к контуру № 5

Пневматические полости тормозных камер передних колес через соответствующий клапан тормозного крана соединены с атмосферой, тормозные механизмы передних колес находятся в расторможенном состоянии.

При нажатии на педаль тормоза усилие передается тормозному крану 3, который открывает доступ воздуха в тормозные камеры передних колес, что приводит к срабатыванию тормозных механизмов. Одновременно сжатый воздух поступает в нижнюю секцию клапана 11 управления тормозными механизмами колес прицепа с двухпроводным приводом. Давление в ресивере 5 контролируется водителем по манометру 2.

Работа контура во всех подробностях становится понятной при рассмотрении конструкции и функционирования всех его элементов, первым из которых является двухсекционный тормозной кран 3.

5.2.1. Двухсекционный тормозной кран

Конструкция двухсекционного тормозного крана представлена на рис. 5.21, схема работы – на рис. 5.22. На более ранних моделях автомобилей КАМАЗ тормозной кран устанавливался на раме автомобиля и имел дистанционный привод посредством тяг и рычагов. В более поздних конструкциях кран комплектуется в одном блоке с тормозной педалью, т.е. имеет непосредственный привод. Данные особенности привода влияют на конструкцию верхней части тормозного крана, принцип работы в обоих случаях остается неизменным.

При отсутствии торможения, рис. 5.22а, ступенчатые поршни 1 и 7 под действием пружин 6 и 8 соответственно находятся в верхнем положении. Клапан 2 закрыт, предотвращая поступление сжатого воздуха в контур № 2. Клапан 9 также закрыт, предотвращая поступление сжатого воздуха в контур № 1. Контур № 2 через зазор между центральной частью поршня 3 и клапаном 2 и далее через полость толкателя 10 соединен с атмосферой. Контур № 1 также соединен с атмосферой через зазор между центральной частью поршня 7 и клапаном 9 и далее через выпускное окно в полость толкателя 10.

При торможении усилие от тормозной педали деформирует упругий элемент 4 и передается на поршень 3, заставляя его перемещаться вниз, рис. 5.22б. Центральная часть поршня контактирует с клапаном 2, разобщая вывод «Б» с атмосферой. Дальнейшее движение поршня 3 приводит к открытию клапана 2 и поступлению сжатого воздуха в контур № 2. Начинается торможение колес задней тележки.

Таким образом, при движении педали на торможение воздух поступает в контур и тормозная сила растет. При остановке педали во время торможения деформация упругого элемента 4 прекращается, за счет этого сила со стороны педали на поршень 3 не растет, в то же время сжатый воздух через вывод «Г» продолжает поступать, давление снизу на поршень 3 рас-

тет. Поршень поднимается, клапан 2 закрывается, рост давления в выводе «Б» прекращается, тормозные силы в тормозных механизмах колес задней тележки не изменяются. Так осуществляется кинематическое следящее действие для контура № 2.

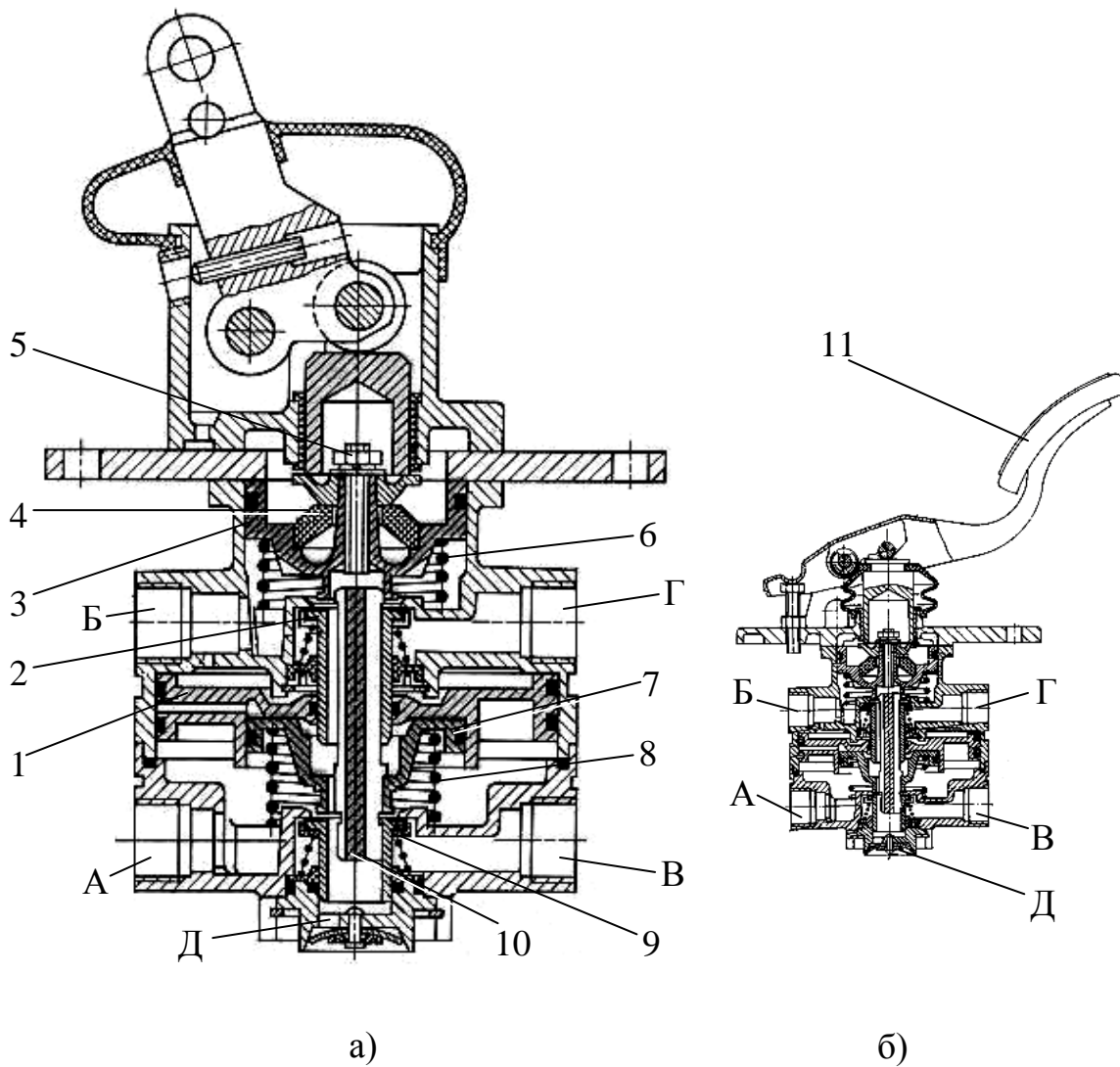


Рис. 5.21. Двухсекционный тормозной кран грузового автомобиля-тягача КАМАЗ: а – с дистанционным приводом, б – с непосредственным приводом; 1 – ускорительный поршень; 2 – верхний клапан; 3 – верхний ступенчатый поршень; 4 – упругий элемент; 5 – упорный болт; 6 и 8 – пружины ступенчатых поршней; 7 – нижний ступенчатый поршень; 9 – нижний клапан; 10 – полый толкатель; 11 – тормозная педаль; А – вывод в контур № 1 привода тормозов рабочей тормозной системы передних колес и прицепа; Б – вывод в контур № 2 привода тормозов рабочей тормозной системы задней тележки и прицепа; В – вывод к ресиверу контура № 1; Г – вывод к ресиверу контура № 2; Д – вывод в атмосферу

Силовое следящее действие для верхней секции тормозного крана обеспечивается за счет того, что на педаль при торможении будет действовать сила упругости пружины 6 и сила давления воздуха, поступающего через вывод «Г» под поршень 3. Здесь следует помнить, что давление под поршнем 3 в начале торможения не равно давлению в ресивере контура № 2 из-за дросселирования в клапане 2. Сравняться величины этих давлений могут в случае продолжительного времени открытия клапана 2, т.е. при интенсивном торможении.

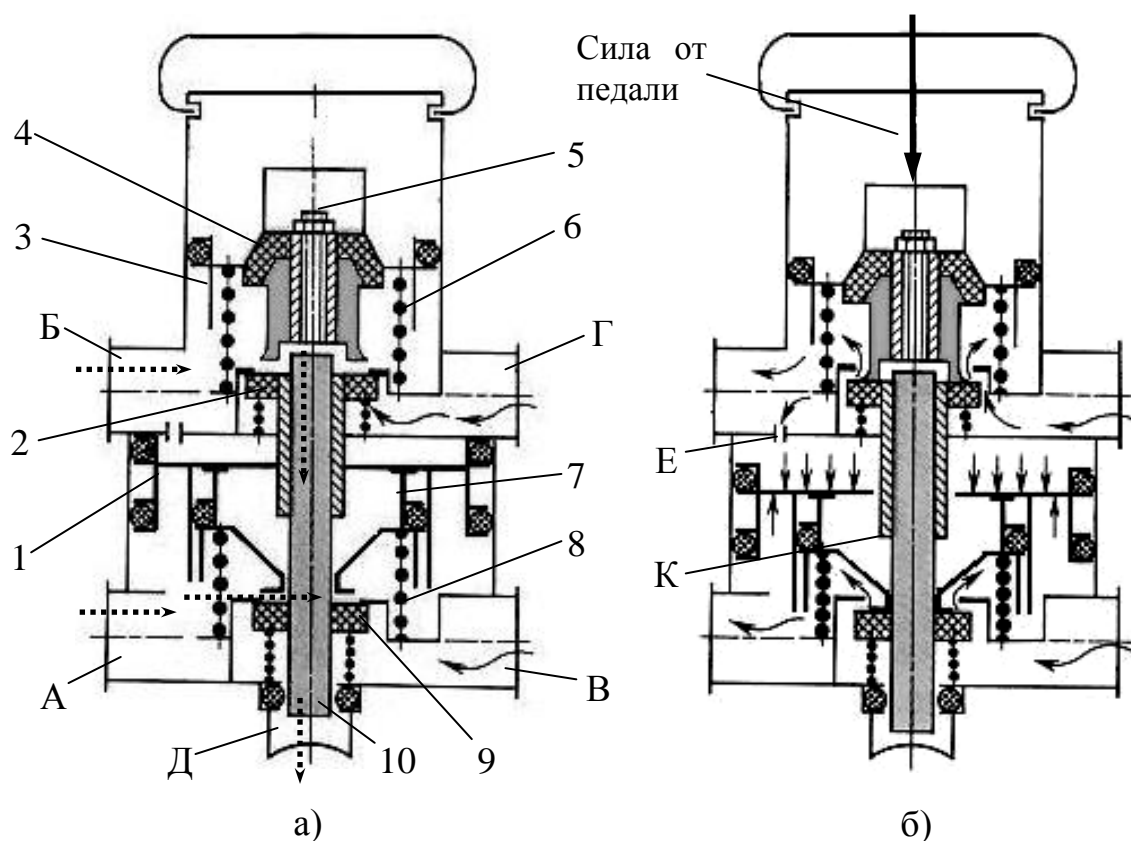


Рис. 5.22. Схема работы двухсекционного тормозного крана грузового автомобиля-тягача КАМАЗ: а – режим без торможения, б – режим торможения; Е – отверстие; наименование других позиций – см. рис. 5.21; выход воздуха в атмосферу; ————— поток сжатого воздуха

Контур № 1 срабатывает за счет того, что давление воздуха из вывода «Б» через отверстие «Е» воздействует сверху на поршень 1, перемещая его вместе с поршнем 7 вниз. Срабатывание клапана 9 аналогично описанному выше срабатыванию клапана 2. После открытия клапана 9 сжатый воздух от вывода «В» поступает через вывод «А» в контур № 1. Дросселирование воздуха в отверстии «Е» обеспечивает запаздывание срабатывания передних тормозов относительно задних. В случае разгерметизации контура № 1 работа контура № 2 не нарушается. В случае разгерметизации контура № 2

усилие от педали будет передаваться через болт 7 на толкатель 10 и через его торец «К» на поршень 7, что приведет к открытию клапана 9 и срабатыванию контура № 1.

Кинематическое следящее действие для контура № 1 обеспечивается тем, что при движении педали на торможение воздух поступает в контур и тормозная сила растет. При остановке педали, как описано выше, давление в выводе «Б», а следовательно, и над поршнем 1 не увеличивается, тогда как воздух из вывода «В» через клапан 9 продолжает поступать под поршень 1. Вскоре поршень 1 поднимается вместе с поршнем 7, клапан 9 закрывается, подача воздуха в контур № 1 прекращается, тормозные силы в тормозных механизмах передних колес не изменяются.

Силовое следящее действие для контура № 1 обеспечивается за счет того, что поступающий в вывод «А» воздух воздействует снизу на поршни 1 и 7, вызывая повышение давления под поршнем 3, и в итоге силы, действующей на педаль со стороны тормозного крана.

5.2.2. Клапан ограничения давления и клапан контрольного вывода

Продолжаем рассматривать работу контура № 1 привода тормозов рабочей тормозной системы передних колес и прицепа. После открытия нижней секции двухсекционного тормозного крана сжатый воздух поступает в клапан ограничения давления (см. рис. 5.20).

Клапан ограничения давления относится к группе улучшающих устройств и предназначен для:

- уменьшения давления в тормозных камерах передних колес при неполном торможении;
- увеличения давления в тормозных камерах передних колес при интенсивном торможении;
- ускорения выпуска воздуха из тормозных камер передних колес при растормаживании.

Последняя функция крайне важна, т.к. обеспечивает уменьшение времени срабатывания тормозной системы, которое, как уже отмечалось, в силу сжимаемости рабочего тела значительно больше, чем тормозной системы с гидравлическим приводом. Ускорение выпуска воздуха при растормаживании обеспечивается за счет установки клапана вблизи от тормозных камер передних колес (это важно при значительных габаритах автомобиля).

Конструкция клапана ограничения давления показана на рис. 5.23.

В случае неполного торможения (давление после тормозного крана до 350 КПа) движется вниз ступенчатый поршень 3, вначале закрывая через пружину 5 и ее опорную чашку 7 выпускной клапан 6, разобщая вывод «Б» с атмосферой. Дальнейшее движение поршня 3 приводит к открытию клапана 4 и подаче воздуха к тормозным камерам передних колес. Пло-

щадь поршня 3 с нижней стороны больше, чем с верхней стороны. Поэтому давление в выводе «Б» будет в 1,75 раза меньше, чем на входе «А». Передние колеса недотормаживаются, чем обеспечивается устойчивость автомобиля на скользкой дороге при неполном торможении.

В случае интенсивного торможения (давление после тормозного крана выше 350 КПа) начинает перемещаться вниз поршень 1, преодолевая сопротивление пружины 2 и перемещая вниз поршень 3. Клапан 4 при этом открывается на все большую величину, пропорциональную давлению на входе «А». При давлении 600 КПа давление в выводах «А» и «Б» выравнивается. Таким образом, клапан ограничения давления осуществляет следующее действие.

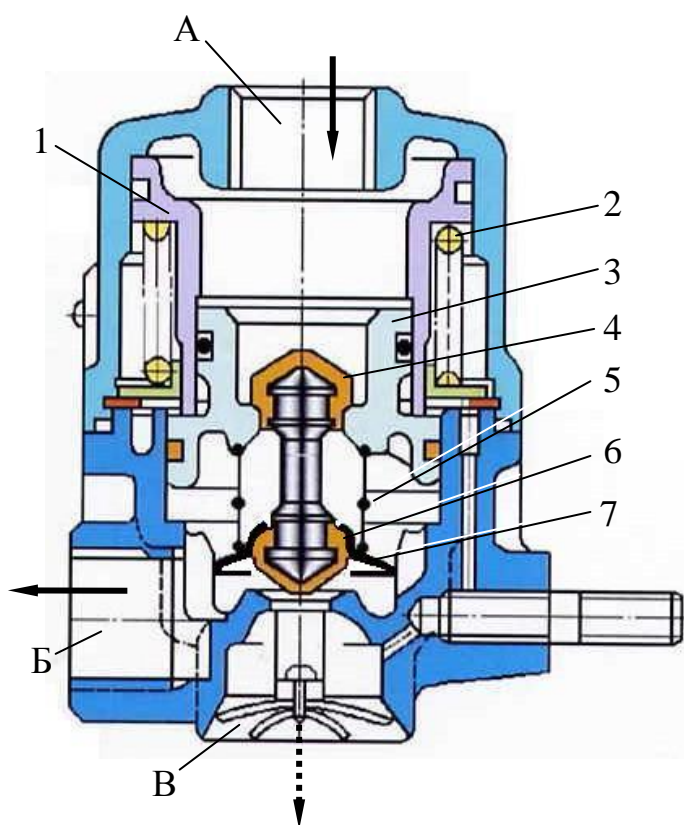


Рис. 5.23. Клапан ограничения давления контура № 1 тормозного привода грузового автомобиля-тягача КАМАЗ: 1 – большой поршень; 2 – пружина; 3 – ступенчатый поршень; 4 – впускной клапан; 5 – пружина клапанов; 6 – выпускной клапан; 7 – опорная чашка; А – вывод от нижней секции двухсекционного тормозного крана; Б – вывод к тормозным камерам передних колес; В – вывод в атмосферу

В режиме растормаживания давление в выводе «А» снижается, поршни 1 и 3 вместе с клапанами 4 и 6 перемещаются вверх, тормозные камеры через вывод «Б», клапан 6 и вывод «В» сообщаются с атмосферой, производится быстрое растормаживание.

На передней оси автомобилей КАМАЗ применяются тормозные камеры прямого действия типа 24 (где 24 – активная площадь мембраны в кв. дюймах). Конструкция и принцип работы таких тормозных камер рассмотрена выше – см. рис. 4.12.

Параллельно клапану ограничения давления в контуре № 1 смонтирован клапан контрольного вывода (см. рис. 5.20). Этот клапан предназначен

для отбора воздуха и замера давления в контуре. Конструкция показана на рис. 5.24.

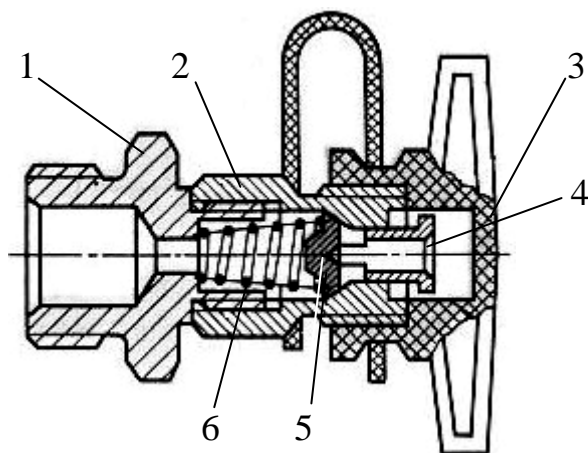


Рис. 5.24. Клапан контрольного вывода: 1 – штуцер; 2 – корпус; 3 – защитный колпачок; 4 – толкатель; 5 – клапан; 6 – пружина

Для отбора воздуха из системы необходимо надавить на толкатель 4, который откроет клапан 5. На резьбовую часть корпуса 2 при необходимости можно навернуть накидную гайку внешнего трубопровода. Подобные клапаны контрольного вывода устанавливаются в каждом контуре тормозного привода.

5.3. Контур № 2 привода тормозов рабочей тормозной системы колес задней тележки и прицепа

Контур № 2 предназначен для управления тормозными механизмами колес задней тележки, а также подачи воздуха к аппаратам, осуществляющим управление тормозами прицепа. В этом разделе рассмотрим функционирование привода тормозов колес задней тележки, влияние контура № 2 на управление тормозами прицепа описано в разделе 5.8.

В состав контура № 2 входят следующие элементы, рис. 5.25:

- часть тройного защитного клапана 4;
- ресивер 5 объемом 40 л;
- верхняя секция двухсекционного тормозного крана 3;
- автоматический регулятор тормозных сил 12;
- клапан контрольного вывода 13;
- четыре тормозные камеры колес задней тележки 1;
- верхняя секция клапана 11 управления тормозными механизмами колес прицепа с двухпроводным приводом;
- клапан управления 6 тормозами прицепа с однопроводным приводом;
- разобщительные краны 7, соединительные головки 8 и 9 (подробнее см. раздел 5.8),
- соединительные трубопроводы.

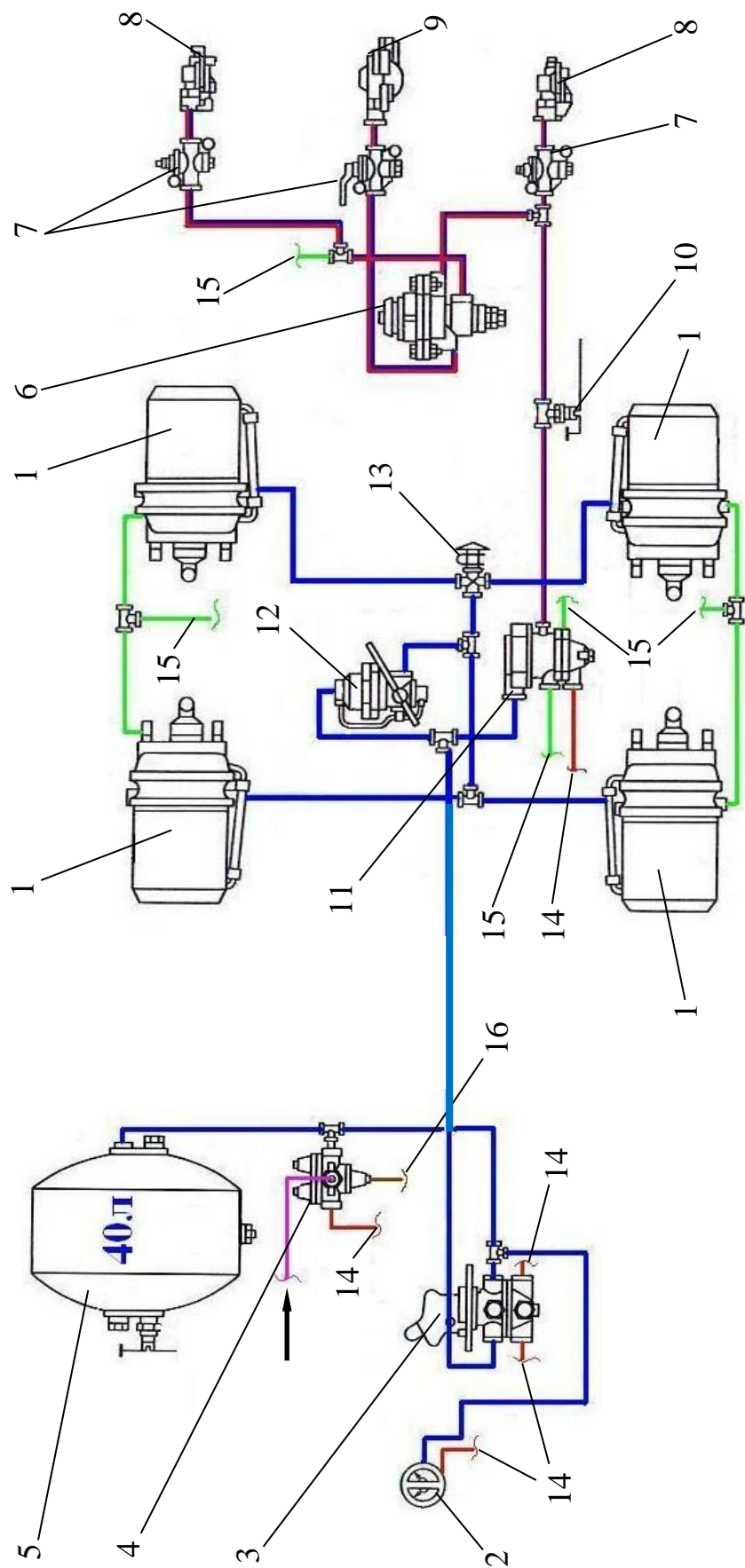


Рис. 5.25. Схема контура № 2 привода тормозов рабочей тормозной системы колес задней тележки и прицепа тормозной системы трехосного автомобиля-тягача КАМАЗ-5320: 1 – тормозные камеры колес задней тележки; 2 – манометр; 3 – тормозной кран; 4 – тройной защитный клапан; 5 – ресивер; 6 – клапан управления тормозами прицепа с однопроводным приводом; 7 – разобщительные головки для двухпроводного привода; 8 – соединительные головки для двухпроводного привода; 9 – соединительная головка для однопроводного привода; 10 – датчик включения электромагнита пневмоклапана прицепа; 11 – клапан управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом; 12 – автоматический регулятор тормозных сил; 13 – клапан контрольного вывода; 14 – трубопроводы к контуру № 1; 15 – трубопроводы к контуру № 3; 16 – трубопровод к контуру № 5

При отсутствии торможения сжатый воздух от ресивера 5 подается в верхнюю секцию тормозного крана 3, клапан которой закрывает доступ воздуха к тормозным камерам колес задней тележки (см. раздел 5.2.1). Функционирование этих тормозных камер представлено в разделе 5.3.2.

При нажатии на педаль тормоза открывается доступ воздуха из тормозного крана 3 в автоматический регулятор тормозных сил 12. Одновременно сжатый воздух поступает в верхнюю секцию клапана 11 управления тормозными механизмами колес прицепа с двухпроводным приводом. Давление в ресивере 5 контролируется водителем по манометру 2.

5.3.1. Автоматический регулятор тормозных сил

Назначение автоматических регуляторов тормозных сил описано в разделе 3.4. Регулятор устанавливается на раме автомобиля и при помощи системы тяг и рычагов соединяется с балками мостов задней тележки, рис. 5.26.

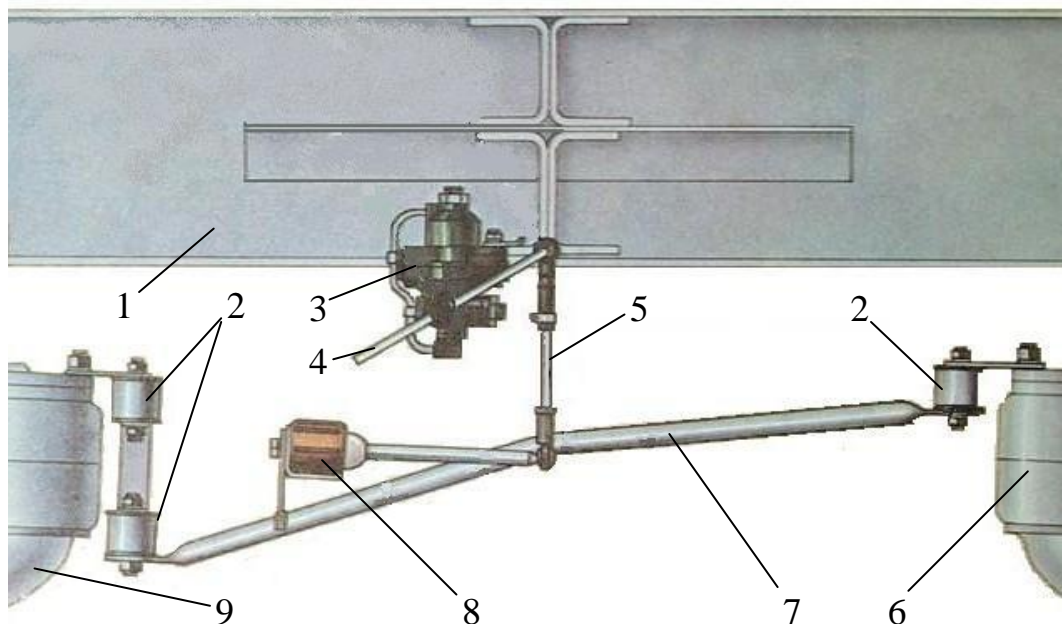


Рис. 5.26. Установка автоматического регулятора тормозных сил тормозного привода грузового автомобиля-тягача КАМАЗ-5350: 1 – рама автомобиля; 2 – компенсаторы перемещения; 3 – регулятор тормозных сил; 4 – рычаг регулятора; 5 – тяга; 6 – балка заднего моста; 7 – соединительная штанга; 8 – упругий элемент; 9 – балка среднего моста

При отсутствии торможения рама 1 и мосты 6 и 9 максимально сближены для данной загрузки автомобиля, а рычаг 4 регулятора 3 занимает положение, показанное на рис. 5.26. При торможении под действием сил инерции задняя часть автомобиля приподнимается, средний 9 и задний 6 мосты отходят от рамы 1 автомобиля, через штангу 7, упругий элемент 8 и тягу 5 усилие передается на рычаг регулятора 4, который поворачивается

по часовой стрелке и воздействует на элементы регулятора 3. В результате этого воздействия снижается подача сжатого воздуха к тормозным камерам колес задней тележки, увеличение тормозных сил на задних колесах автомобиля происходит менее интенсивно по сравнению с передними. При определенных условиях регулятор перекрывает полностью подачу воздуха, увеличение тормозных сил на задних колесах автомобиля прекращается.

Конструкция автоматического регулятора тормозных сил грузового автомобиля-тягача КАМАЗ показана на рис. 5.27. Особенностью конструкции является наличие у поршня 2 по всей окружности ребер 5 (внешне это напоминает крыльчатку жидкостного центробежного насоса). Аналогичные ребра 6 имеет неподвижная вставка 4, ребра 5 поршня 2 входят в промежутки между ребрами 6. Мембрана 7 упирается в нижние торцы ребер 5 подвижного поршня 2 либо в нижние торцы неподвижных ребер 6 (как показано на рис. 5.27) в зависимости от режима работы регулятора.

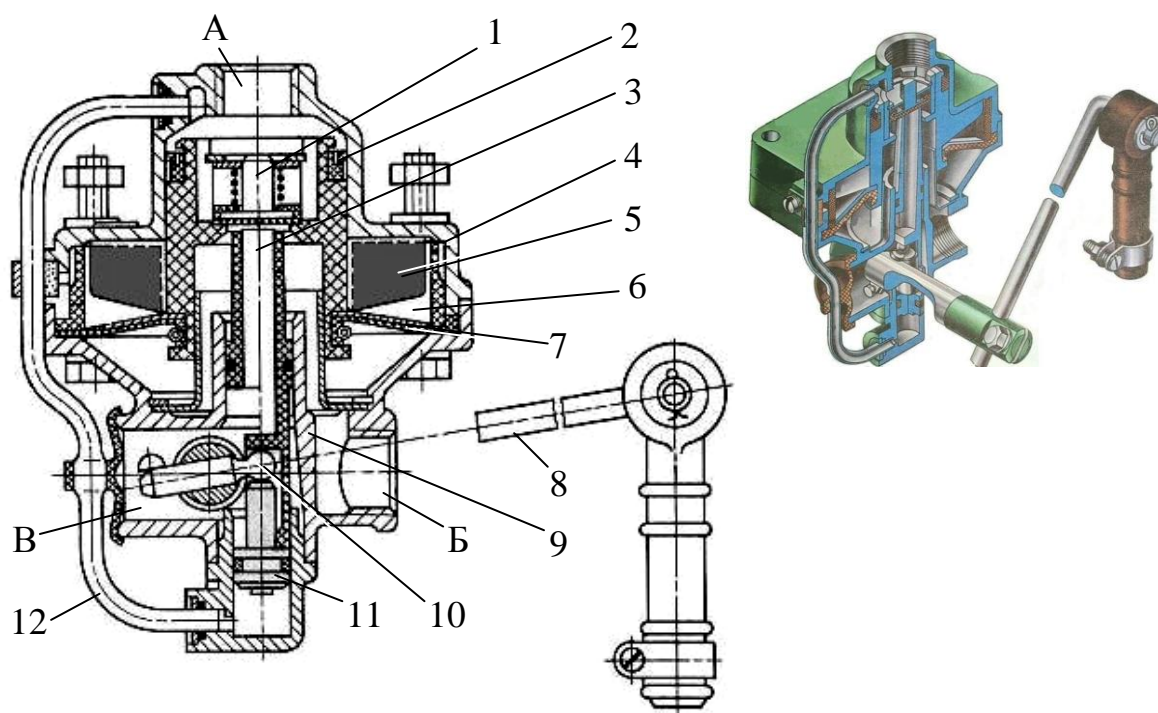


Рис. 5.27. Конструкция автоматического регулятора тормозных сил грузового автомобиля-тягача КАМАЗ: 1 – клапан; 2 – ступенчатый поршень; 3 – толкатель; 4 – неподвижная вставка; 5 – ребра поршня; 6 – ребра неподвижной вставки; 7 – мембрана; 8 – рычаг; 9 – направляющая толкателя; 10 – шаровая пята; 11 – поршень; 12 – соединительная трубка; А – вывод к тормозному крану; Б – вывод к тормозным камерам колес задней тележки; В – вывод в атмосферу

Схема работы регулятора показана на рис. 5.28. Положение элементов регулятора при отсутствии торможения показано на рис. 5.28а. Давление в выводах «А», «Б» и «В» равно атмосферному, мембрана 7 находится на упоре в нижние неподвижных торцы ребер 6.

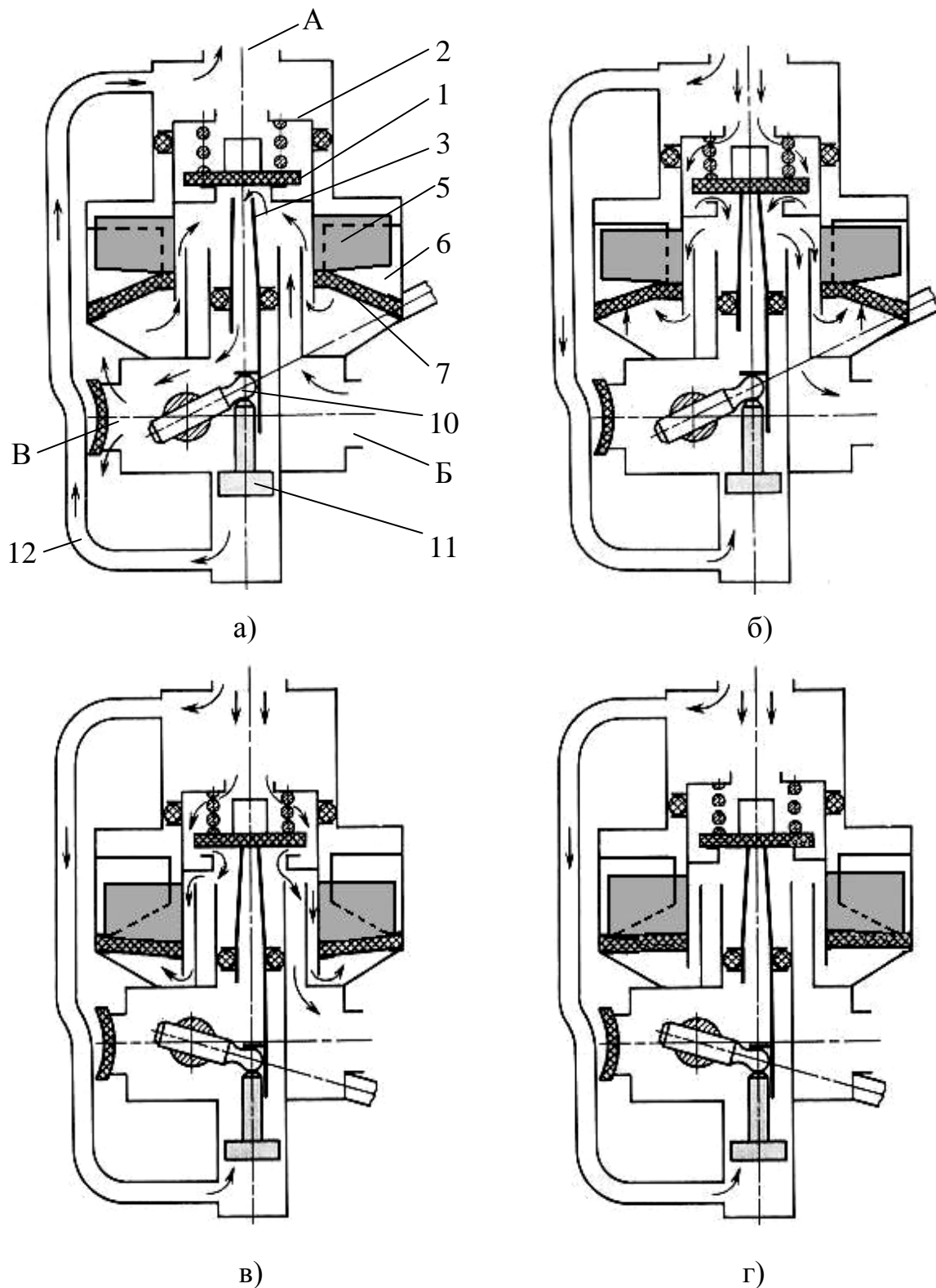


Рис. 5.28. Схема работы автоматического регулятора тормозных сил грузового автомобиля-тягача КАМАЗ: а, б, в, г – см. пояснения в тексте; наименование позиций соответствует рис. 5.27

При торможении тормозной кран открывает доступ сжатого воздуха к выводу «А» регулятора. Под действием давления воздуха поршень 2 пере-

мещается вместе с клапаном 1 вниз, при контакте клапана 1 с торцом поло-го толкателя 3 перекрывается сообщение вывода «Б» с выводом «В», т.е. с атмосферой. Дальнейшее движение поршня 2 приводит к открытию клапа-на 1, рис. 5.28б, подаче воздуха к выводу «Б» и далее к тормозным каме-рам колес задней тележки. Одновременно сжатый воздух воздействует снизу на мембрану 7, которая в свою очередь воздействует на торцы ре-бер 5 поршня 2 (если поршень опустился на достаточную для этого вели-чину как, например, на рис. 5.28в). Следует отметить, что в зависимости от положения поршня активная поверхность мембраны 7, воздействующая на торцы ребер 5, изменяется, тогда как площадь верхней стороны поршня 2 постоянная. Когда сила давления воздуха на мембрану 7 снизу превысит силу давления на поршень 2 сверху, поршень переместится вверх, коснется клапана 1, подача воздуха через клапан к выводу «Б» прекратится. Таким образом, автоматический регулятор тормозных сил осуществляет кинема-тическое следящее действие, т.е. пропорциональность давления в тормоз-ных камерах задних колес интенсивности торможения (положению тор-мозной педали).

При максимальной нагрузке на задние мосты толкатель 3 находится в самом верхнем положении в регуляторе. Для открытия клапана 1 в этом случае требуется малое перемещение поршня 2, т.е. активная поверхность мембраны 7, воздействующая на торцы ребер 5, будет наименьшей. Таким образом, давление воздуха, подаваемого в тормозные камеры, будет мак-симальным для данного положения тормозной педали.

При снижении нагрузки на задние мосты, как в результате торможения, так и разного веса груза, расстояние между рамой автомобиля и мостами увеличивается. Толкатель 3 рычагом регулятора принудительно перемеща-ется вниз, рис. 5.28в, позволяя поршню 2 опуститься ниже до момента от-крытия клапана 1. Тем самым значительно увеличивается (вплоть до мак-симальной) активная поверхность мембраны 7, воздействующая на торцы ребер 5. Подача воздуха к тормозным камерам задних колес в процессе торможения прекращается, рис. 5.28г, при меньшем давлении в выводе «А», т.е. ограничивается величина тормозных сил в тормозных механизмах задних колес пропорционально нагрузке на задние мосты.

При растормаживании тормозной кран обеспечивает снижение давле-ния в выводе «А» регулятора тормозных сил, под действием мембраны 7 поршень 2 поднимается, клапан 1 разобщает выходы «А» и «Б», обеспечи-вая дальнейший подъем поршня 2 вплоть до появления зазора между тор-цом толкателя 3 и клапаном 1 (см. рис. 5.28а). Начинается растормажива-ние задних колес, причем раньше, чем сжатый воздух полностью выйдет из магистрали, соединяющей регулятор и тормозной кран. Ко всему про-чему, автоматический регулятор тормозных сил расположен ближе к зад-нему мосту, чем тормозной кран, поэтому растормаживание ускоряется.

5.3.2. Тормозные камеры колес задней тележки

При торможении сжатый воздух от автоматического регулятора тормозных сил подается в тормозные камеры задних колес, которые по конструкции значительно отличаются от тормозных камер передних колес. Эти отличия обусловлены тем, что задние колеса затормаживаются не только рабочей тормозной системой, но также и стояночной тормозной системой. Для надежного функционирования последней необходимо обеспечивать ее срабатывание не при подаче сжатого воздуха, а при его выпуске из тормозной камеры.

Конструкция тормозной камеры заднего колеса представлена на рис. 5.29, схема работы – на рис. 5.30.

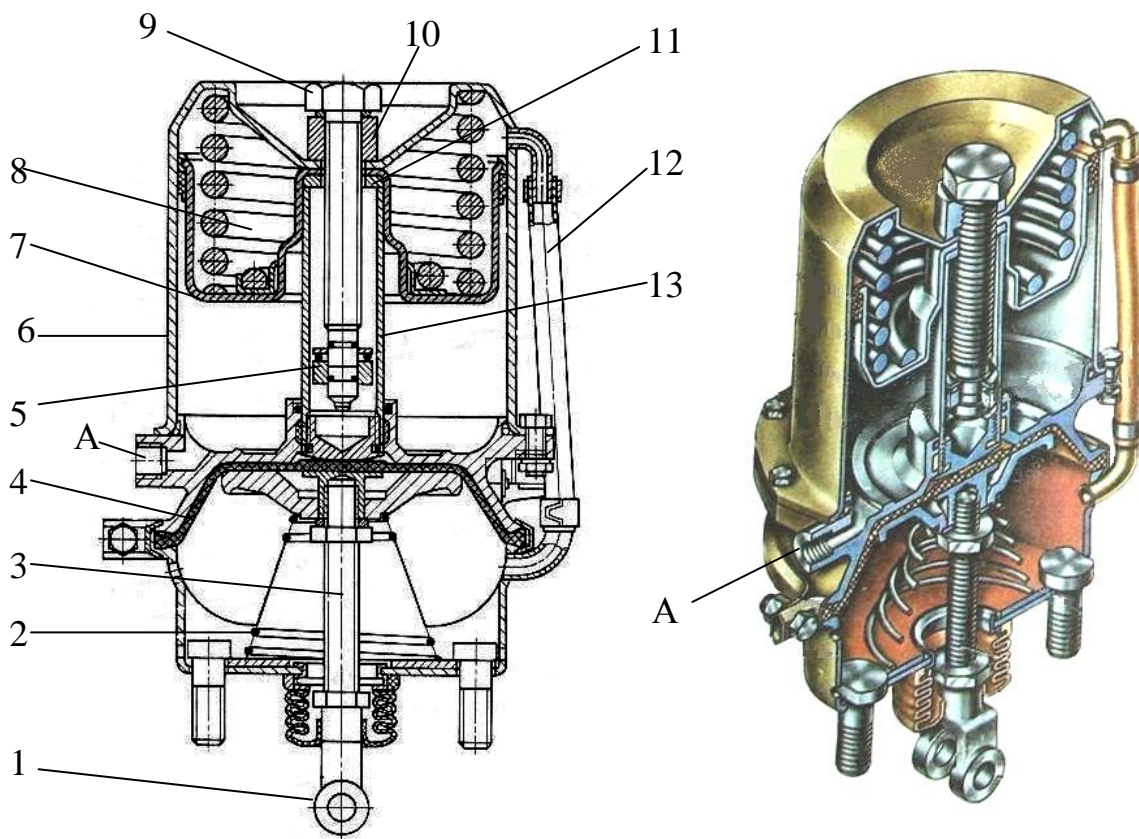


Рис. 5.29. Тормозная камера типа 20 с энергоаккумулятором для колес задней тележки автомобиля-тягача КАМАЗ: 1 – вилка; 2 и 8 – пружины; 3 – шток; 4 – мембрана; 5 – подшипник; 6 – цилиндр; 7 – поршень; 8 – рычаг; 9 – винт; 10 – неподвижная гайка; 11 – упорная шайба; 12 – соединительная трубка; 13 – толкатель; А – вывод в контур № 3 привода тормозов стояночной и запасной тормозных систем

При отсутствии торможения рабочей тормозной системой, рис. 5.30а, сжатый воздух в вывод «Б» от автоматического регулятора тормозных сил не поступает, в полости над мембраной 4 давление атмосферное. В вывод «А» из контура № 3 привода тормозов стояночной и запасной тормозных

систем постоянно подается сжатый воздух, который воздействует на поршень 7, и удерживает его вместе с толкателем 13 в верхнем положении, преодолевая сопротивление пружины 8. Под действием пружины 2 мембрана 4 со штоком 3 также займет верхнее положение, что соответствует расторможенному состоянию тормозного механизма (напомним, что от разжимного устройства тормозного механизма на вилку штока действует сила, того же направления, что и от пружины 2).

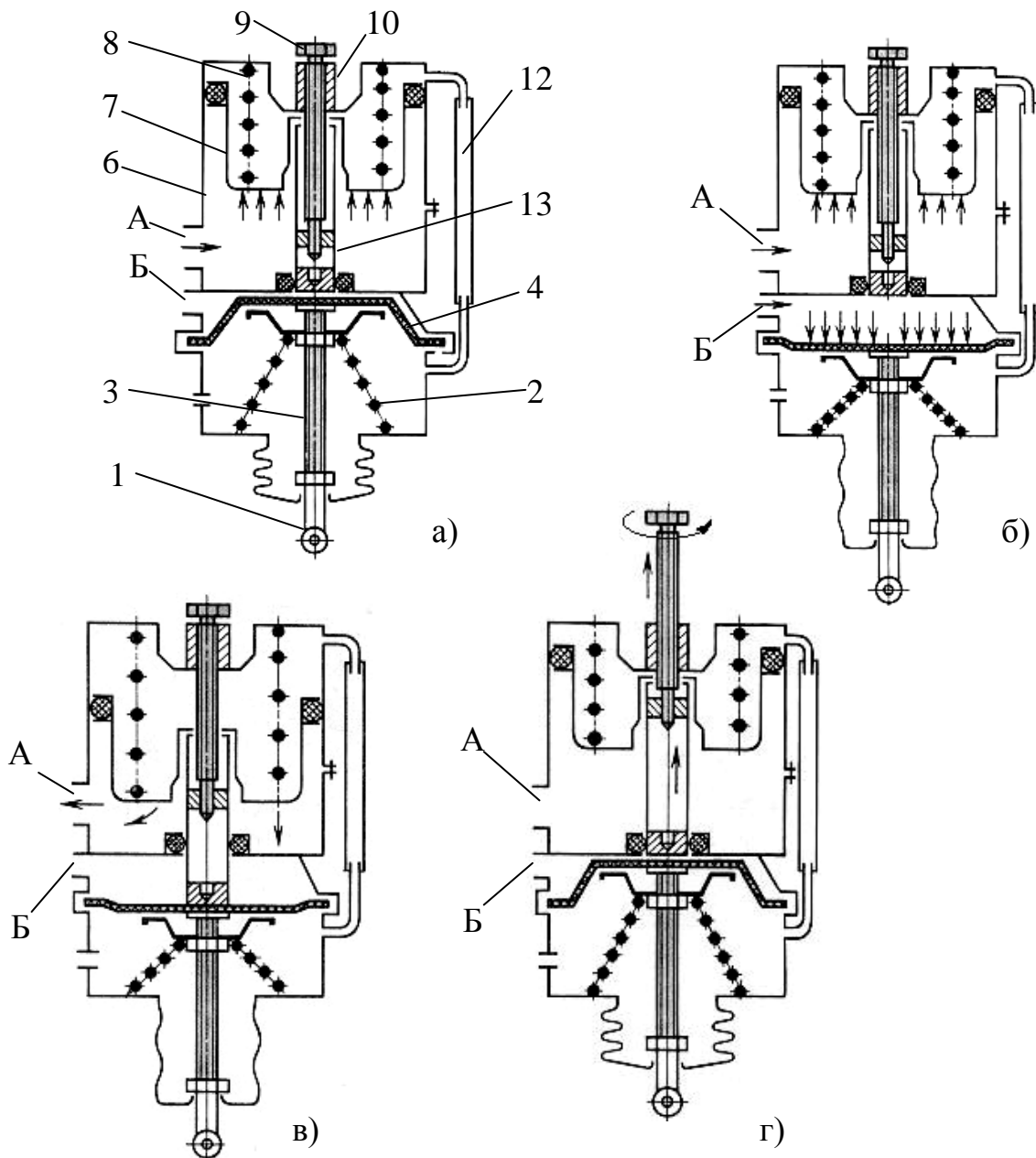


Рис. 5.30. Схема работы тормозной камеры типа 20 с энергоаккумулятором: а – торможение отсутствует, б – торможение рабочей тормозной системой, в – торможение стояночной тормозной системой, г – механическое растормаживание; Б – вывод в контур № 2; остальные позиции см. рис. 5.29

При торможении рабочей тормозной системой (т.е. контуром № 2), рис. 5.30б, сжатый воздух подается в вывод «Б», воздействует на мембрану 4, мембрана прогибается вниз по рисунку, выдвигая шток 3 из корпуса тормозной камеры. Вилка 1 штока связана с приводом тормозного механизма, действие которого подробно было рассмотрено в разделе 2.3.1 (см. рис. 2.7).

При торможении стояночной и запасной тормозной системой (т.е. контуром № 3), рис. 5.30в, сжатый воздух выходит из вывода «А», давление под поршнем 7 уменьшается (при полном торможении – до атмосферного). Под действием пружины 8 энергоаккумулятора поршень вместе с толкателем 13 движется вниз, воздействует через стальную шайбу на мембрану 4, в итоге шток 3 выдвигается из корпуса тормозной камеры, осуществляя процесс торможения.

В тормозной камере типа 20 с энергоаккумулятором предусмотрен режим ручного растормаживания для случая отсутствия в системе сжатого воздуха. Задние колеса будут находиться в заторможенном состоянии усилием пружин энергоаккумуляторов тормозных камер. Ручное растормаживание здесь необходимо, например, для возможности буксирования автомобиля. Для ручного растормаживания необходимо выворачивать болт 9, рис. 5.30г, что обеспечит подъем поршня 7 и освобождение мембраны 4 со штоком 3.

При ремонте тормозной системы необходимо помнить, что самостоятельная разборка тормозных камер с энергоаккумулятором запрещена, т.к. пружина энергоаккумулятора имеет высокую жесткость и значительное предварительное сжатие.

5.4. Контур № 3 привода тормозов стояночной и запасной тормозных систем и прицепа

Контур № 3 предназначен для управления тормозными механизмами колес задней тележки при обеспечении их заторможенного состояния во время стоянки автомобиля. Кроме того аппараты контура обеспечивают при необходимости частичное торможение, т. е. контур выполняет функцию запасной тормозной системы. Также как и контуры № 1 и № 2, контур № 3 обеспечивает подачу воздуха к аппаратам, осуществляющим управление тормозами прицепа для затормаживания их на стоянке и торможения запасной тормозной системой. В этом разделе рассмотрим функционирование контура № 3 для привода тормозов колес задней тележки, влияние контура на управление тормозами прицепа описано в разделе 5.8.

С точки зрения надежности стояночной системы лучшее решение заключается в том, что данная система должна срабатывать при выпуске воздуха. Это позволит автомобилю на стоянке с заглушенным двигателем оставаться заторможенным даже после утечки сжатого воздуха из пневмо-

системы. Такое возможно только при независимом от бортовых источников энергии энергоаккумуляторе, воздействующем на тормозные механизмы колес. Наиболее простым и надежным таким источником является пружина. Аналогичное решение применяется в постоянно включенном механическом сцеплении. Работа энергоаккумуляторов тормозных камер задних колес рассмотрена в разделе 5.3.2

В состав контура № 3 входят следующие элементы, рис. 5.31:

- часть двойного защитного клапана 2;
- два ресивера 4 суммарным объемом 40 л;
- кран управления стояночной и запасной тормозными системами 3;
- ускорительный клапан 5;
- часть перепускного клапана 6;
- клапан контрольного вывода 12;
- четыре пружинных энергоаккумулятора тормозных камер колес задней тележки 1;
- средняя секция клапана 11 управления тормозными механизмами колес прицепа с двухпроводным приводом;
- одинарный защитный клапан 10;
- пневмоэлектрический датчик падения давления в контуре 9;
- разобщительный кран 7, соединительная головка 8 (подробнее см. раздел 5.8),
- соединительные трубопроводы.

При отсутствии торможения стояночной или запасной тормозными системами рукоятка крана 3 повернута против часовой стрелки до фиксированного положения. Сжатый воздух из ресиверов 4 через кран 3 поступает в управляющую линию ускорительного клапана 5. В результате этого ускорительный клапан срабатывает и соединяет пружинные энергоаккумуляторы 1 через перепускной клапан 6 с ресиверами 4, колеса задней тележки находятся в расторможенном состоянии. Под давлением сжатого воздуха также находится средняя секция клапана 11 управления тормозными механизмами колес прицепа с двухпроводным приводом.

При повороте рукоятки крана 3 по часовой стрелке сжатый воздух из управляющей линии ускорительного клапана 5 выходит в атмосферу. Ускорительный клапан срабатывает таким образом (см. ниже), что отключается подача сжатого воздуха в пружинные энергоаккумуляторы 1, и их полость через клапан 5 соединяется с атмосферой. Т.к. клапан 5 располагается значительно ближе к задней тележке, чем ручной кран, воздух через него выходит быстрее, нежели бы он выходил через ручной кран. Таким образом, клапан 5 относится к группе улучшающих устройств, поскольку увеличивает быстродействие стояночной и запасной тормозных систем. Одновременно соединяется с атмосферой средняя секция клапана 11 управления тормозными механизмами колес прицепа с двухпроводным приводом.

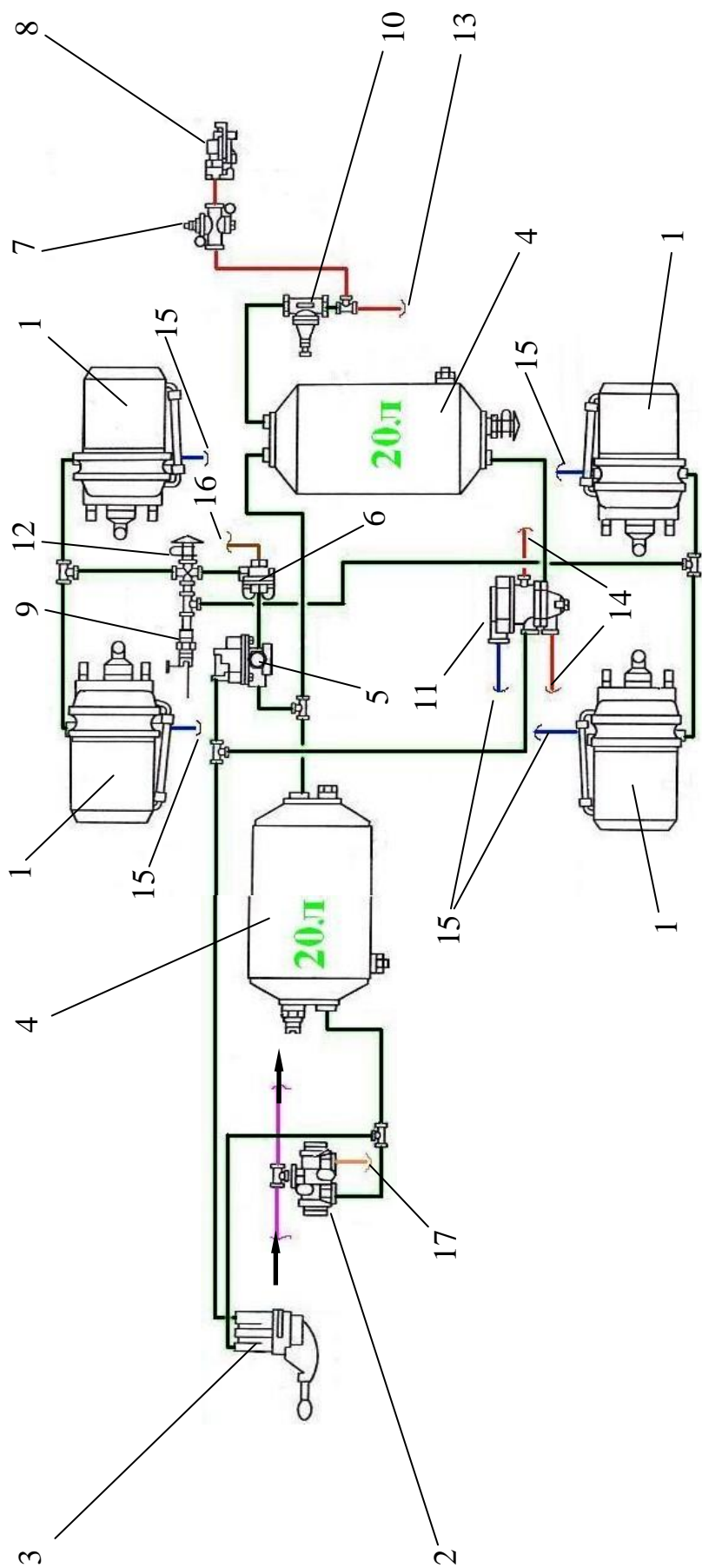


Рис. 5.31. Схема контура № 3 привода тормозов стояночной и запасной тормозных систем и прицепа тормозной системы и прицепа тормозной системы трехосного автомобиля-тягача КАМАЗ-5320: 1 – энергоаккумуляторы тормозных камер колес задней тележки; 2 – двойной защитный клапан; 3 – кран управления стояночной и запасной тормозными системами; 4 – ресивер; 5 – ускорительный клапан; 6 – перепускной клапан; 7 – разобщительный кран; 8 – соединительная головка для двухпроводного привода; 9 – пневмоэлектрический датчик падения давления в контуре; 10 – одинарный защитный клапан; 11 – клапан управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом; 12 – клапан контрольного вывода; 13 – трубопровод к клапану управления тормозами прицепа с однопроводным приводом; 14 – трубопроводы к контуру № 1; 15 – трубопроводы к контуру № 2; 16 – трубопровод к контуру № 5; 17 – трубопровод к контуру № 4

5.4.1. Кран управления стояночной и запасной тормозными системами

Конструкция крана показана на рис. 5.32, схема работы – на рис. 5.33.

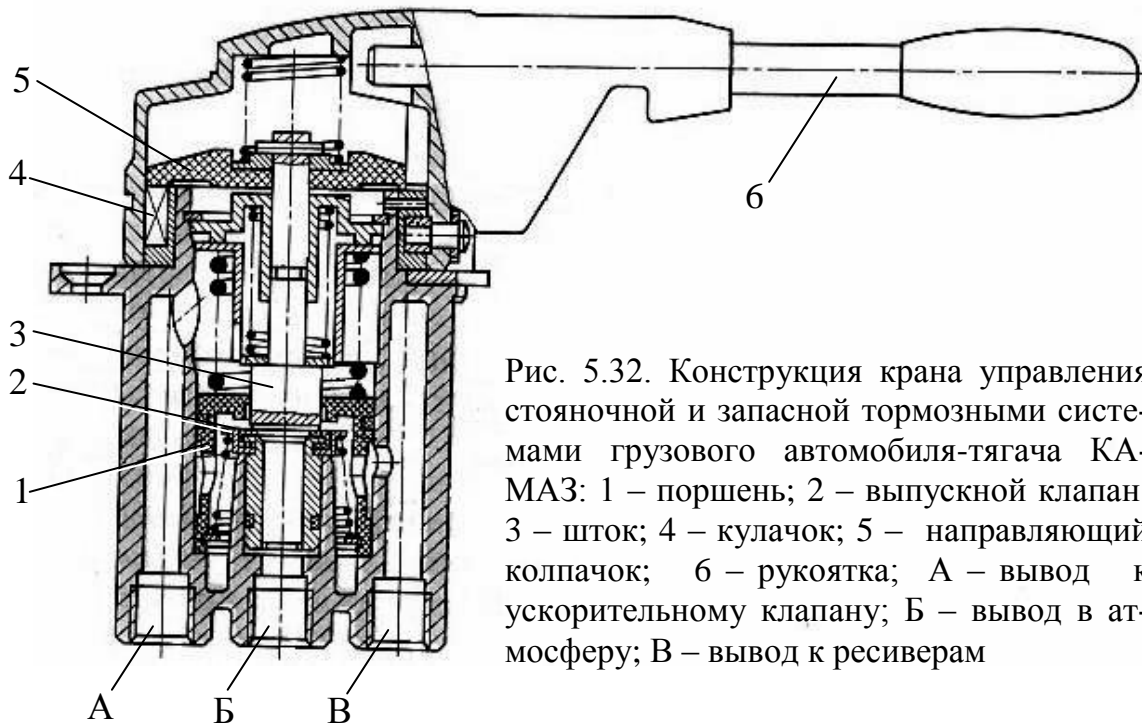


Рис. 5.32. Конструкция крана управления стояночной и запасной тормозными системами грузового автомобиля-тягача КАМАЗ: 1 – поршень; 2 – выпускной клапан; 3 – шток; 4 – кулачок; 5 – направляющий колпачок; 6 – рукоятка; А – вывод к ускорительному клапану; Б – вывод в атмосферу; В – вывод к ресиверам

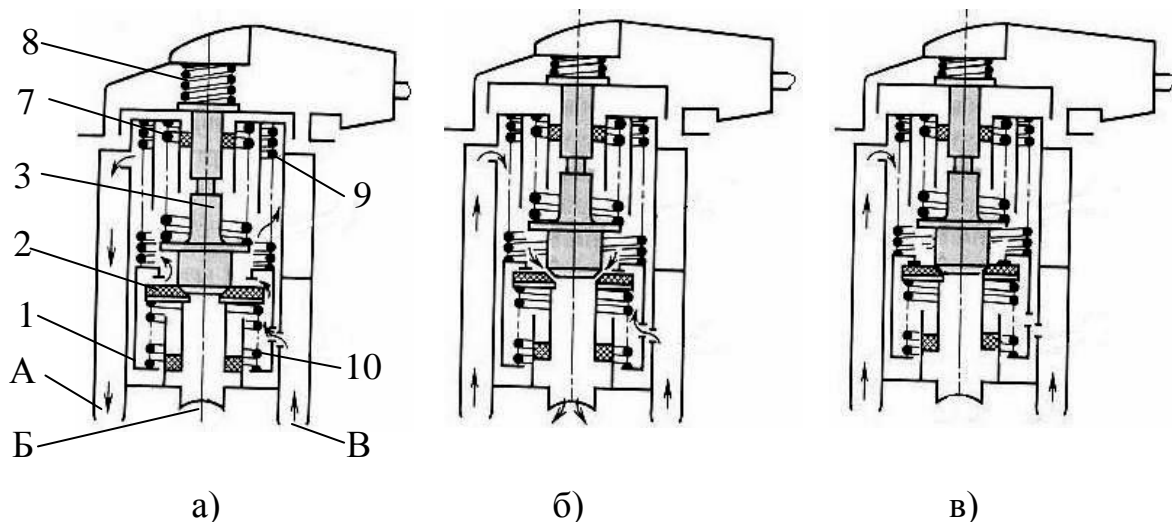


Рис. 5.33. Схема работы крана управления стояночной и запасной тормозными системами грузового автомобиля-тягача КАМАЗ: 7 и 8 – пружины штока; 9 – уравновешивающая пружина; 10 – пружина выпускного клапана; наименование остальных позиций см. рис. 5.34

При отсутствии торможения, рис. 5.32, направляющий колпачок 5 и шток 3 занимают нижнее положение. Шток 3, рис. 5.33а, опускает клапан 2 вниз, отводит его от поршня 1 и закрывает центральное отверстие клапана, т.е. вывод в атмосферу. Через вывод «В», отверстие между клапаном 2 и его седлом на поршне 1 сжатый воздух из ресиверов поступает в управляющую линию ускорительного клапана.

При включении стояночной системы (рукоятка крана повернута по часовой стрелке до фиксированного положения) с рукояткой поворачивается направляющий колпачок 5, который скользит по винтовой торцевой поверхности кулачка 4, поднимается вверх и поднимает шток 3, рис. 5.33б. Нижняя часть штока 3 отходит от клапана 2, открывая его центральное отверстие и тем самым соединяя вывод «А» с выводом «Б». Воздух из управляющей линии ускорительного клапана выходит в атмосферу, срабатывают тормозные механизмы задних колес. Одновременно клапан 2 под действием пружины 10 поднимается до контакта с поршнем 1, перекрывает доступ сжатого воздуха от вывода «В».

При включении запасной системы (рукоятку крана поворачивают по часовой стрелке частично) сжатый воздух из управляющей линии ускорительного клапана выходит до тех пор, пока сила давления воздуха снизу на поршень 1 не превысит усилие пружины 9 и силу давления воздуха на поршень 1 сверху. После этого поршень 1 поднимается, клапан 2 закрывается, рис. 5.33в, выход воздуха от вывода «А» в атмосферу прекратится, тормозная сила не возрастает (кинематическое следящее действие).

5.4.2. Ускорительный клапан

Конструкция ускорительного клапана показана на рис. 5.34.

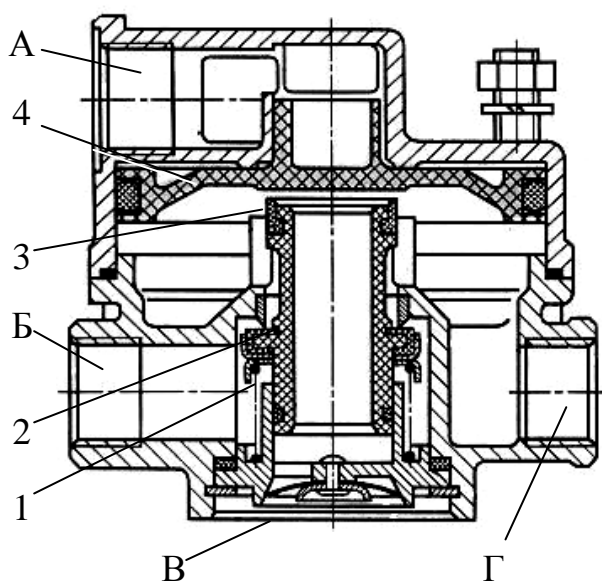


Рис. 5.34. Конструкция ускорительного клапана грузового трехосного автомобиля-тягача КАМАЗ: 1 – пружина; 2 – впускной клапан; 3 – выпускной клапан; 4 – поршень; А – вывод к ручному крану; Б – вывод к ресиверу; В – вывод в атмосферу; Г – вывод к тормозным камерам колес задней тележки

Клапан предназначен для:

- ускорения выпуска воздуха из энергоаккумуляторов при торможении стояночной (запасной) системой;
- обеспечения пропорциональности управляющего давления на входе в клапан и в энергоаккумуляторах.

При отсутствии торможения стояночной или запасной тормозными системами, рис. 5.34а, сжатый воздух от ручного крана поступает в вывод «А» клапана. Под действием давления поршень 4 находится в нижнем положении, закрывая клапан 3 (выход в атмосферу) и открывая клапан 2, который соединяет выходы «Б» и «Г». Сжатый воздух проходит через ускорительный клапан в линию к перепускному клапану.

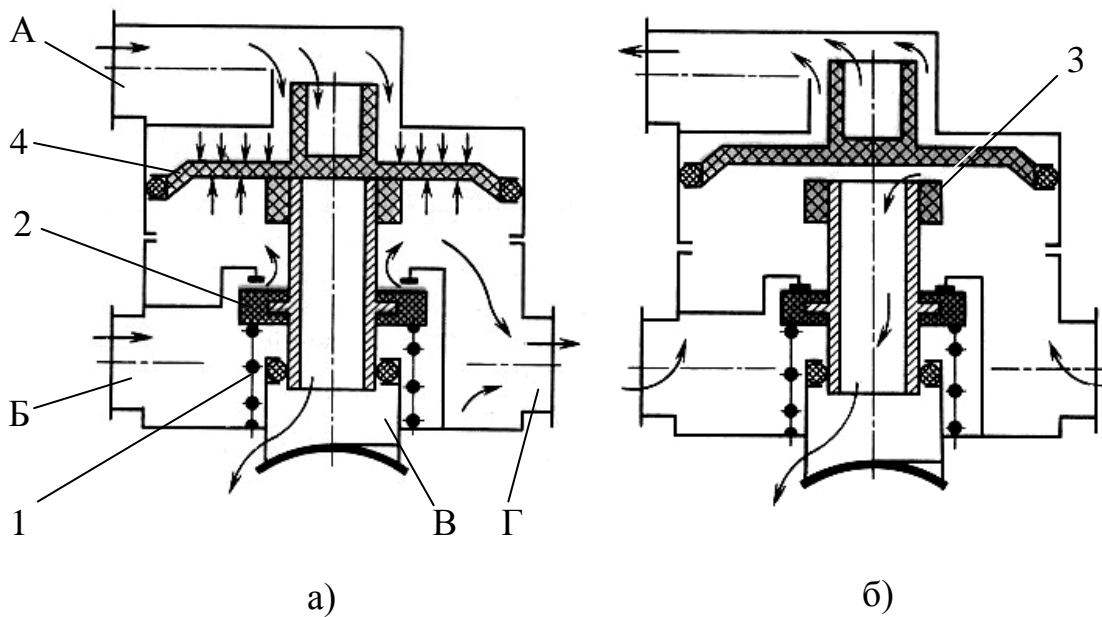


Рис. 5.35. Схема работы ускорительного клапана грузового трехосного автомобиля-тягача КАМАЗ: наименование позиций см. рис. 5.34

При торможении стояночной или запасной тормозными системами, рис. 5.34б, воздух выходит из вывода «А», поршень под действием давления снизу движется вверх, клапан 3 открывается, клапан 2 закрывается. Линия к перепускному клапану через вывод «Г» сообщается с атмосферой. Ускорительный клапан также как и другие приборы пневмопривода осуществляет кинематическое следящее действие. При торможении запасной тормозной системой прекращение поворота рукоятки, как показано в разделе 5.4.1, приводит к стабилизации давления в управляющей линии ускорительного клапана, т.е. в выводе «А». Воздух из вывода «Г» будет продолжать выходить через клапан 3 и вывод «В» до тех пор, пока давление снизу на поршень 4 не станет немного меньше чем давление в выводе «А». Тогда поршень 4 переместится вниз, коснется клапана 3, выпуск воздуха прекратится, наступит положение равновесия.

5.4.3. Перепускной клапан

Клапан предназначен для управления энергоаккумуляторами от двух независимых контуров:

- от контура № 3 (стояночной и запасной тормозных систем), т.е. от ускорительного клапана;
- от контура № 5 (аварийного растормаживания тормозов стояночной тормозной системы).

Конструкция с положением элементов клапана для обоих режимов работы показана на рис. 5.36.

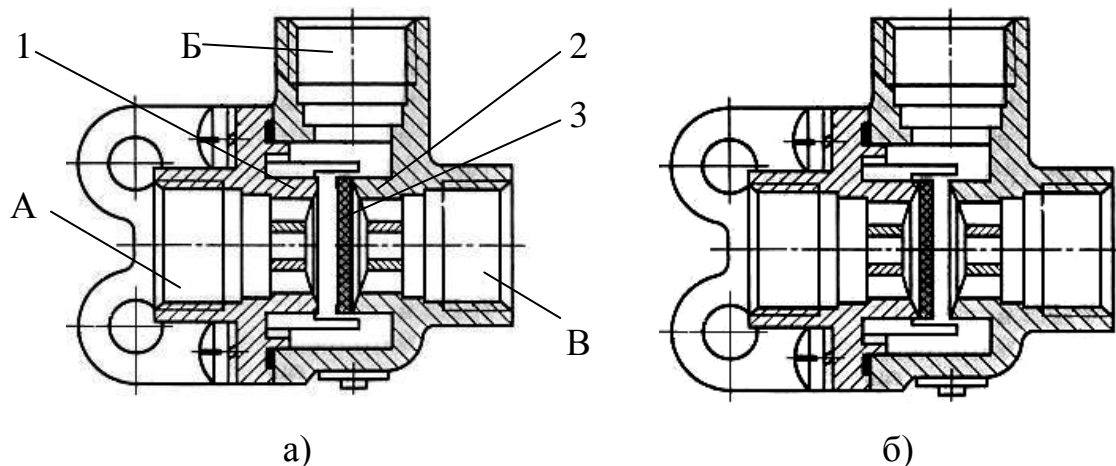


Рис. 5.36. Конструкция перепускного клапана грузового автомобиля-тягача КАМАЗ: а – положение элементов при работе контура № 3, б – положение элементов при работе контура № 5; 1 и 2 – седла; 3 – клапан; А – вывод к ускорительному клапану; Б – вывод к энергоаккумуляторам тормозных камер колес задней тележки; В – вывод к крану аварийного растормаживания контура № 5

В случае отсутствия торможения либо в режиме торможения стояночной или запасной тормозной системами в выводе «А» существует некое избыточное давление. Поэтому клапан 3 прижат к седлу 2, изолируя контуры № 3 и № 5, рис. 5.36а. Сжатый воздух проходит то вывода «А» к «Б» и наоборот, осуществляется функционирование контура № 3.

Прежде, чем рассмотреть работу контура № 5 рассмотрим конструкцию и функционирование еще одного аппарата, который относится к контуру № 3.

5.4.4. Одинарный защитный клапан

Клапан предназначен для:

- сохранения давления в ресиверах 4 (рис. 2.31) стояночной и запасной тормозных систем при значительном падении давления в питающей линии прицепа;

- для предохранения прицепа от затормаживания при снижении давления в ресиверах автомобиля-тягача.

Конструкция клапана показана на рис. 5.37.

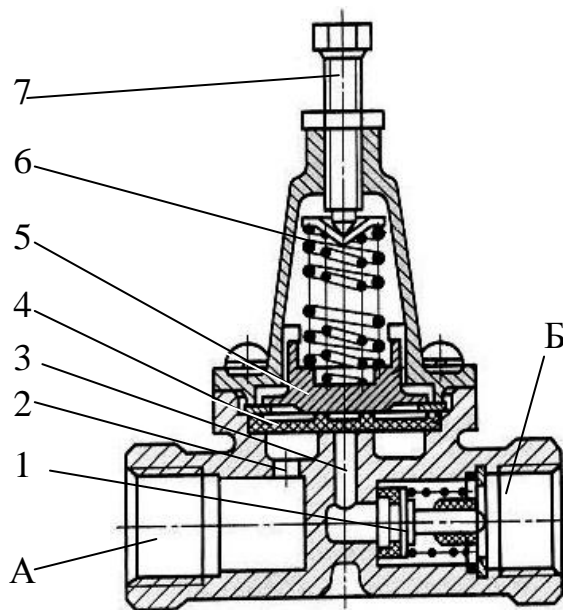


Рис. 5.37. Конструкция одинарного защитного клапана грузового автомобиля-тягача КАМАЗ: 1 – обратный клапан; 2 и 3 – каналы; 4 – мембрана; 5 – поршень; 6 – пружина; 7 – регулировочный винт; А – вывод к перепускному клапану контура № 3; Б – вывод в питающую линию прицепа

При давлении в ресиверах автомобиля-тягача более 550 КПа воздух через вывод «А» и канал 2 воздействует на мембрану 4, поднимает ее, проходит через канал 3 и через обратный клапан 1 поступает в питающую магистраль прицепа. При падении давления в выводе «А» ниже 545 КПа пружина 6 прижимает мембрану к верхнему выходу канала 3 и разобщает выходы «А» и «Б». Обратный клапан не позволяет поднять мембрану 4 давлением воздуха в питающей магистрали прицепа.

5.5. Контур № 5 привода системы аварийного растормаживания тормозов стояночной тормозной системы

Контур № 5 предназначен для растормаживания колес задней тележки в случае разгерметизации контура № 3. Схема контура показана на рис. 5.38.

В состав контура № 5 входят следующие элементы:

- часть тройного защитного клапана 6;
- ресивер 4 контура № 2 объемом 40 л;
- ресивер 5 контура № 1 объемом 20 л
- кран системы аварийного растормаживания 1;
- часть перепускного клапана 4;
- четыре пружинных энергоаккумулятора тормозных камер колес задней тележки 3;
- соединительные трубопроводы.

При нажатии кнопки крана 1 сжатый воздух поступает к перепускному клапану 4 и далее (см. раздел 5.4.3) в пружинные энергоаккумуляторы 3, растормаживая задние колеса (см. раздел 5.3.2).

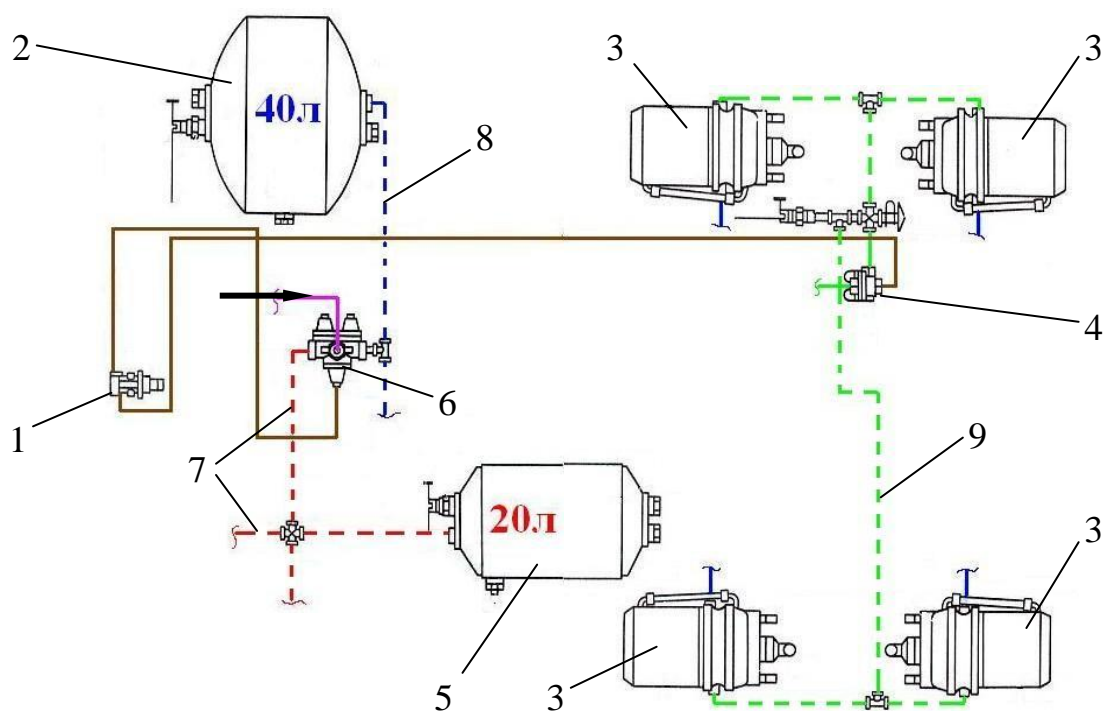


Рис. 5.38. Схема контура № 5 привода системы аварийного растормаживания тормозов стояночной тормозной системы трехосного автомобиля-тягача КАМАЗ-5320: 1 – кран системы аварийного растормаживания; 2 – ресивер контура № 2; 3 – энергоаккумуляторы тормозных камер колес задней тележки; 4 – перепускной клапан; 5 – ресивер контура № 1; 6 – тройной защитный клапан; 7 – трубопроводы контура № 1; 8 – трубопроводы контура № 2; 9 – трубопроводы контура № 3

Конструкция крана системы аварийного растормаживания показана на рис. 5.39.

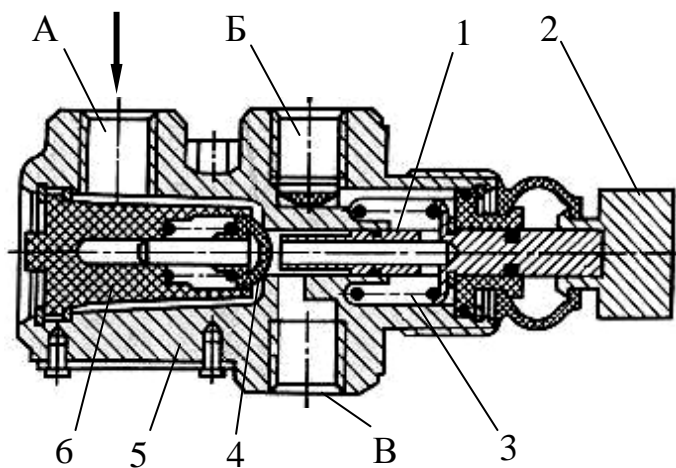


Рис. 5.39. Конструкция крана системы аварийного растормаживания грузового автомобиля-тягача КАМАЗ: 1 – шток; 2 – кнопка; 3 – пружина; 4 – впускной клапан; 5 – корпус; 6 – вставка; А – вывод к тройному защитному клапану; Б – вывод в атмосферу; В – вывод к перепускному клапану

5.6. Контур № 4 привода вспомогательной тормозной системы и питания потребителей

Вспомогательная тормозная система предназначена для ограничения скорости автомобиля на затяжных спусках. На многих грузовых автомобилях, в том числе на автомобилях КАМАЗ, во вспомогательной тормозной системе (подробнее см. раздел 8.1) применяются компрессорные тормозные механизмы, в которых необходимо обеспечить прекращение подачи топлива в цилиндры двигателя и закрытие заслонок в выпускных коллекторах. Если двигатель в автомобиле рядной компоновки, то заслонка одна, если двигатель V-образный (КАМАЗ), то необходимо две заслонки – по одной в каждом выпускном коллекторе. Схема контура показана на рис. 5.40.

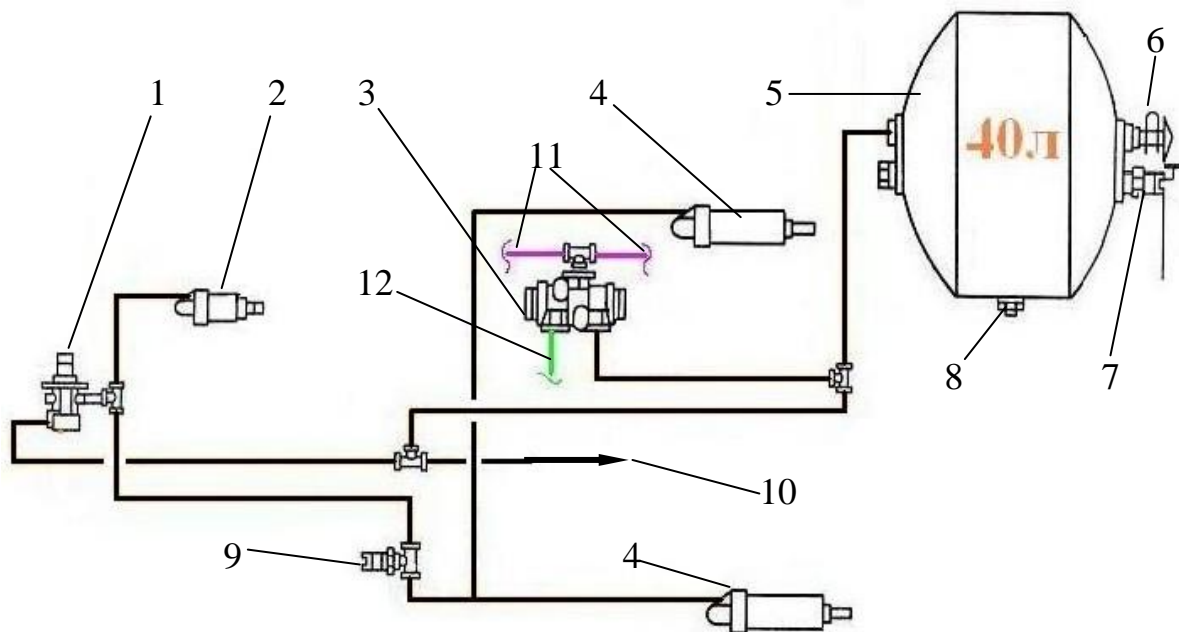


Рис. 5.40. Схема контура № 5 привода системы аварийного растормаживания тормозов стояночной тормозной системы трехосного автомобиля-тягача КАМАЗ-5320: 1 – кран вспомогательного тормозного механизма; 2 – цилиндр привода рычага остановки двигателя; 3 – двойной защитный клапан; 4 – цилиндр привода вспомогательного тормозного механизма; 5 – ресивер; 6 – клапан контрольного вывода; 7 – пневмоэлектрический датчик падения давления в контуре; 8 – кран слива конденсата; 9 – пневмоэлектрический выключатель электромагнитного клапана прицепа; 10 – трубопровод к потребителям сжатого воздуха, не входящих в тормозную систему; 11 – трубопроводы контура питания; 12 – трубопровод контура № 3

В состав контура № 4 входят следующие элементы:

- часть двойного защитного клапана 3;
- ресивер 5 объемом 40 л;

- кран вспомогательного тормозного механизма 1;
- цилиндр привода рычага останова двигателя 2;
- два цилиндра привода вспомогательного тормозного механизма 4;
- соединительные трубопроводы.

Кран вспомогательного тормозного механизма 1 имеет такую же конструкцию, как и кран системы аварийного растормаживания (см. рис. 5.39). При нажатии на его кнопку воздух из ресивера 5, рис. 5.40, подается в пневмоцилиндр 2, который срабатывает, и его шток выводит рейку топливного насоса дизельного двигателя на нулевую подачу. Одновременно воздух подается в пневмоцилиндры 4, штоки которых поворачивают валы заслонок, закрывающих выпускные коллекторы. Двигатель автомобиля начинает работать в компрессорном режиме, потребляя механическую энергию. При включенных передаче в КП и сцеплении за счет прокрутки двигателя осуществляется торможение автомобиля.

Конструкция пневмоцилиндров вспомогательной тормозной системы показано на рис. 5.41. Принцип работы цилиндропоршневых механизмов общеизвестен.

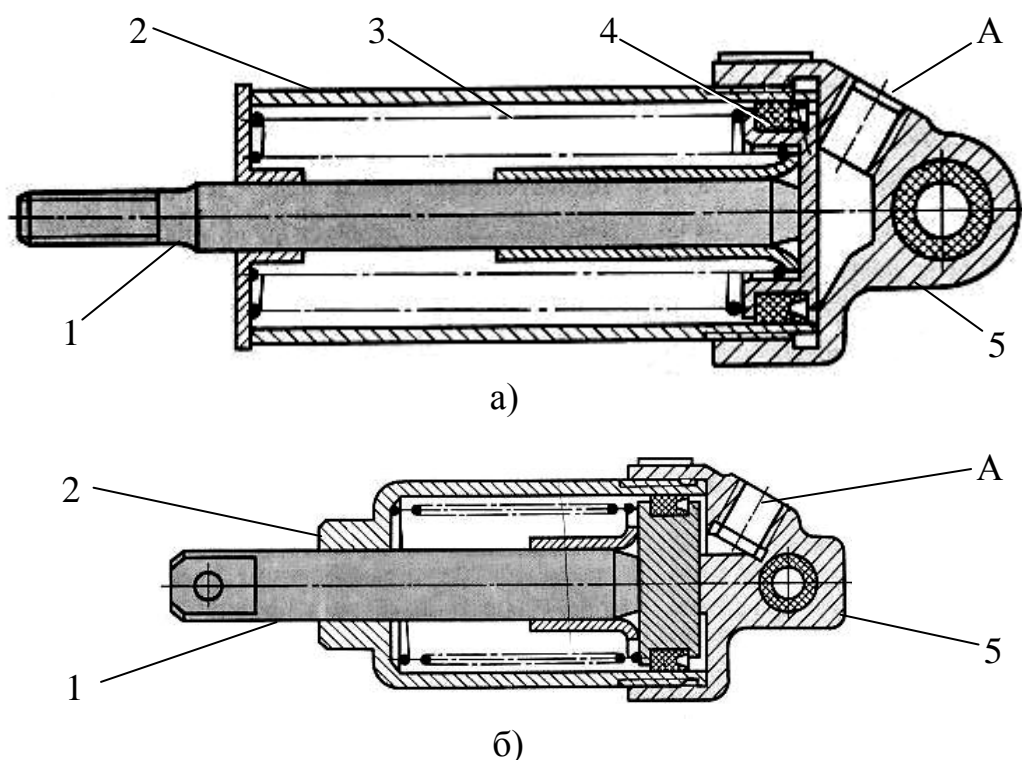


Рис. 5.41. Конструкция пневмоцилиндров привода вспомогательной тормозной системы грузового автомобиля-тягача КАМАЗ: а – пневмоцилиндр привода вспомогательного тормозного механизма (заслонки во впускном коллекторе), б – пневмоцилиндр привода рычага останова двигателя; 1 – шток; 2 – корпус цилиндра; 3 – пружина; 4 – поршень; 5 – крышка цилиндра; А – вывод к крану вспомогательного тормозного механизма

5.7. Дополнительные устройства пневматического тормозного привода автомобилей КАМАЗ

Дополнительные устройства устанавливаются в каждом контуре тормозной пневмосистемы. К таким устройствам относятся:

- клапан контрольного вывода (рис. 5.24);
- пневмоэлектрический датчик падения давления в контуре (в ресивере), рис.5.42в;
- датчик включения сигнала торможения, рис.5.42б;
- кран слива конденсата, рис.5.42а.

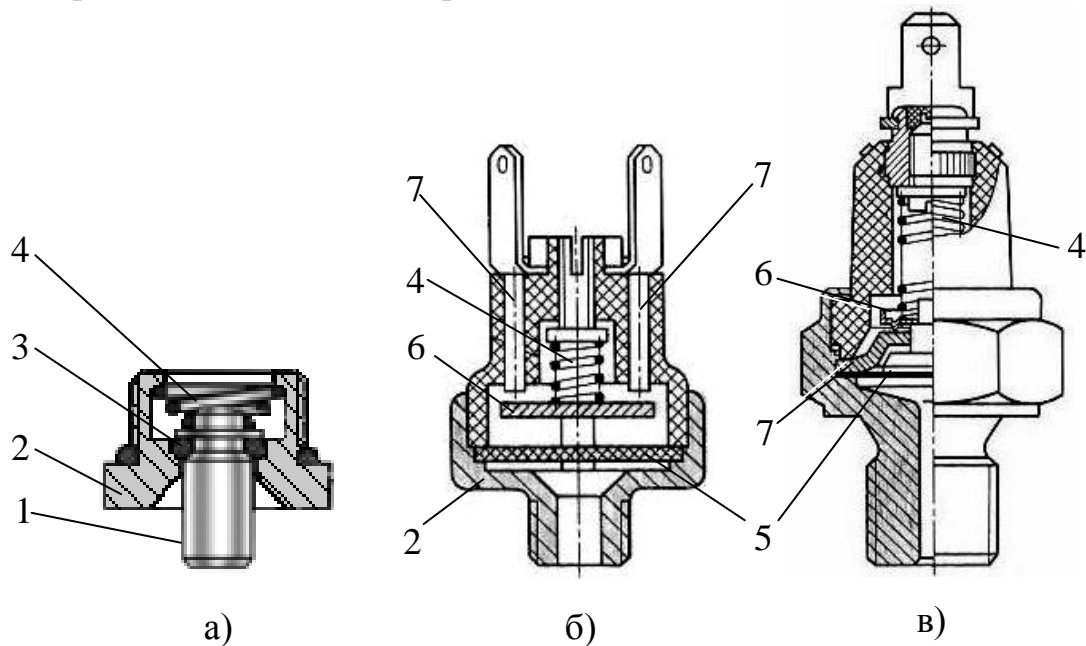


Рис. 5.42. Конструкция дополнительных устройств пневматического тормозного привода грузового автомобиля-тягача КАМАЗ: а – кран слива конденсата, б – датчик включения сигнала торможения, в – пневмоэлектрический датчик падения давления; 1 – толкатель; 2 – корпус; 3 – уплотнительное кольцо; 4 – пружина; 5 – мембрана; 6 – замыкатель контактов; 7 – контакт

Краны слива конденсата устанавливаются в нижней части ресиверов тормозной системы. Для слива накопившейся воды необходимо надавить вверх на толкатель 1.

Датчики включения сигнала торможения устанавливаются в тормозных контурах и замыкают контакты 7 цепи тормозных сигналов при давлении 15 КПа. Мембрана 5 прогибается вверх и поднимает до срабатывания замыкатель 6. Размыкание происходит пружиной 4 при падении давления ниже 10 КПа.

Датчики падения давления устанавливаются в тормозных контурах и ресиверах. Контакт 7 датчика мембраной 5 прижимается к замыкателю 6 центрального контакта при давлении 480...520 КПа, при падении давления контакт размыкается.

5.8. Управление тормозами прицепа в пневматическом тормозном приводе автомобилей КАМАЗ

Тормозная система прицепа или полуприцепа в зависимости от конструкции может подключаться к системе грузовых автомобилей КАМАЗ по одно- или двухпроводной схеме. Участок управления тормозами прицепа в пневматическом тормозном приводе показан на правой части рис. 5.20. Принципы управления пневматическим приводом тормозных механизмов прицепа при подключении его по различным схемам изложены в разделе 4.2.

5.8.1. Управление тормозами прицепа при подключении по однопроводной схеме

Участок управления тормозами прицепа в пневматическом тормозном приводе, работающий при подключении тормозной системы прицепа по однопроводной схеме, показан на рис. 5.43.

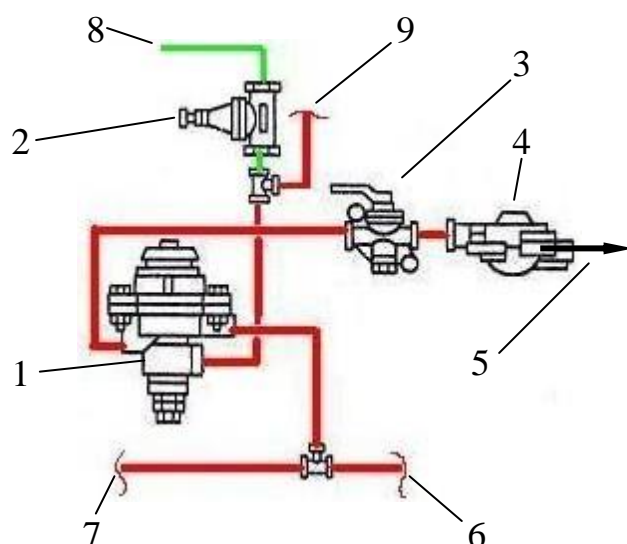


Рис. 5.43. Участок управления тормозами прицепа в пневматическом тормозном приводе, работающий при подключении тормозной системы прицепа по однопроводной схеме: 1 – клапан управления тормозами прицепа с однопроводным приводом; 2 – защитный одинарный клапан; 3 – разобщительный кран; 4 – соединительная головка «типа А»; 5 – к тормозной системе прицепа; 6 – к управляющей линии управления тормозами прицепа при

подключении его тормозной системы по двухпроводной схеме; 7 – к клапану управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом; 8 – к ресиверу стояночной тормозной системы; 9 – к питающей линии управления тормозами прицепа при подключении его тормозной системы по двухпроводной схеме

В состав этого участка входят следующие элементы:

- клапан управления тормозами прицепа с однопроводным приводом, 1;
- разобщительный кран, 3;
- соединительная головка 4 «типа А»;
- соединительные трубопроводы.

При подключении пневмосистемы прицепа к пневмосистеме тягача через соединительную головку 4 разобщительный кран 3 должен быть открыт. Напомним, что торможение прицепа производится при выпуске воздуха из соединительной магистрали, поз. 5 на рис. 5.43, которая в рассматриваемом случае является управляющей и питающей одновременно.

Торможение прицепа производится при срабатывании рабочей тормозной системы тягача, либо при срабатывании стояночной и запасной тормозной системы тягача, т.е. при подаче воздуха через вывод 7. Питание пневмосистемы прицепа производится путем подачи воздуха через вывод 8 от ресивера стояночной тормозной системы тягача. Управление потоком воздуха в соединительной магистрали 5 тягача и прицепа производится клапаном управления 1. Конструкция клапана представлена на рис. 5.44, схема работы – на рис. 5.45.

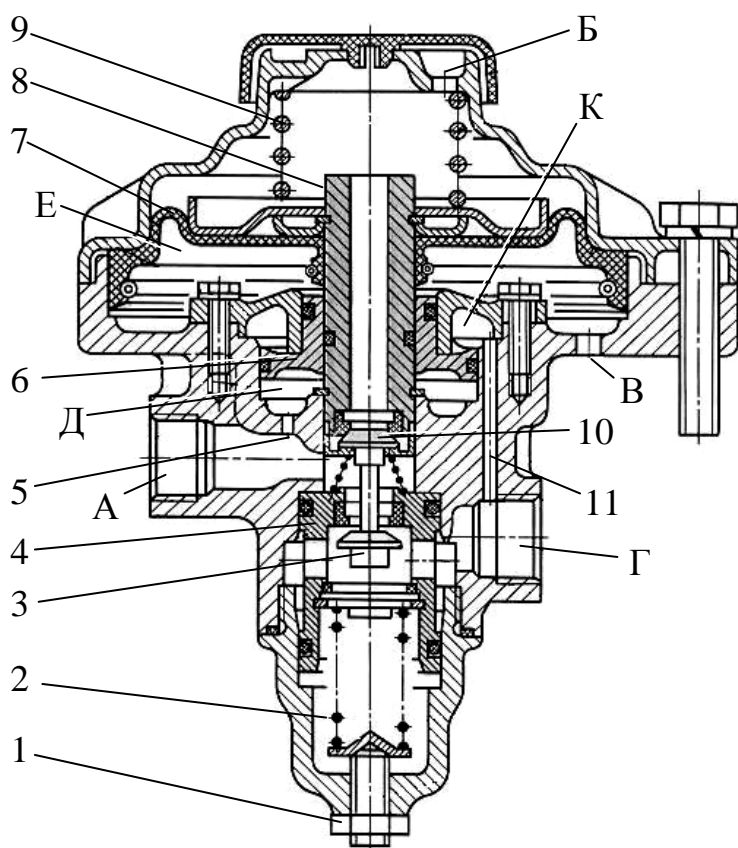


Рис. 5.44. Конструкция клапана управления тормозами прицепа с однопроводным приводом автомобиля-тягача КАМАЗ: 1 – регулировочный винт; 2 и 9 – пружины; 3 – клапан впускной; 4 – нижний поршень; 5 и 11 – воздушные каналы; 6 – ступенчатый поршень; 7 – мембрана; 8 – шток; 10 – клапан выпускной; А – вывод к разобщительному крану (к прицепу); Б – вывод в атмосферу; В – вывод к клапану управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом; Г – вывод к ресиверу; Д, Е, К – полости

Функции клапана управления тормозами прицепа с однопроводным приводом:

- подача воздуха в магистраль прицепа и поддержание необходимого давления в магистрали при отсутствии торможения;
- выпуск воздуха из соединительной магистрали прицепа при торможении рабочей тормозной системой или стояночной системой тягача;

- обеспечение следящего действия, т.е. обеспечение прекращения изменения интенсивности торможения при остановке тормозной педали.

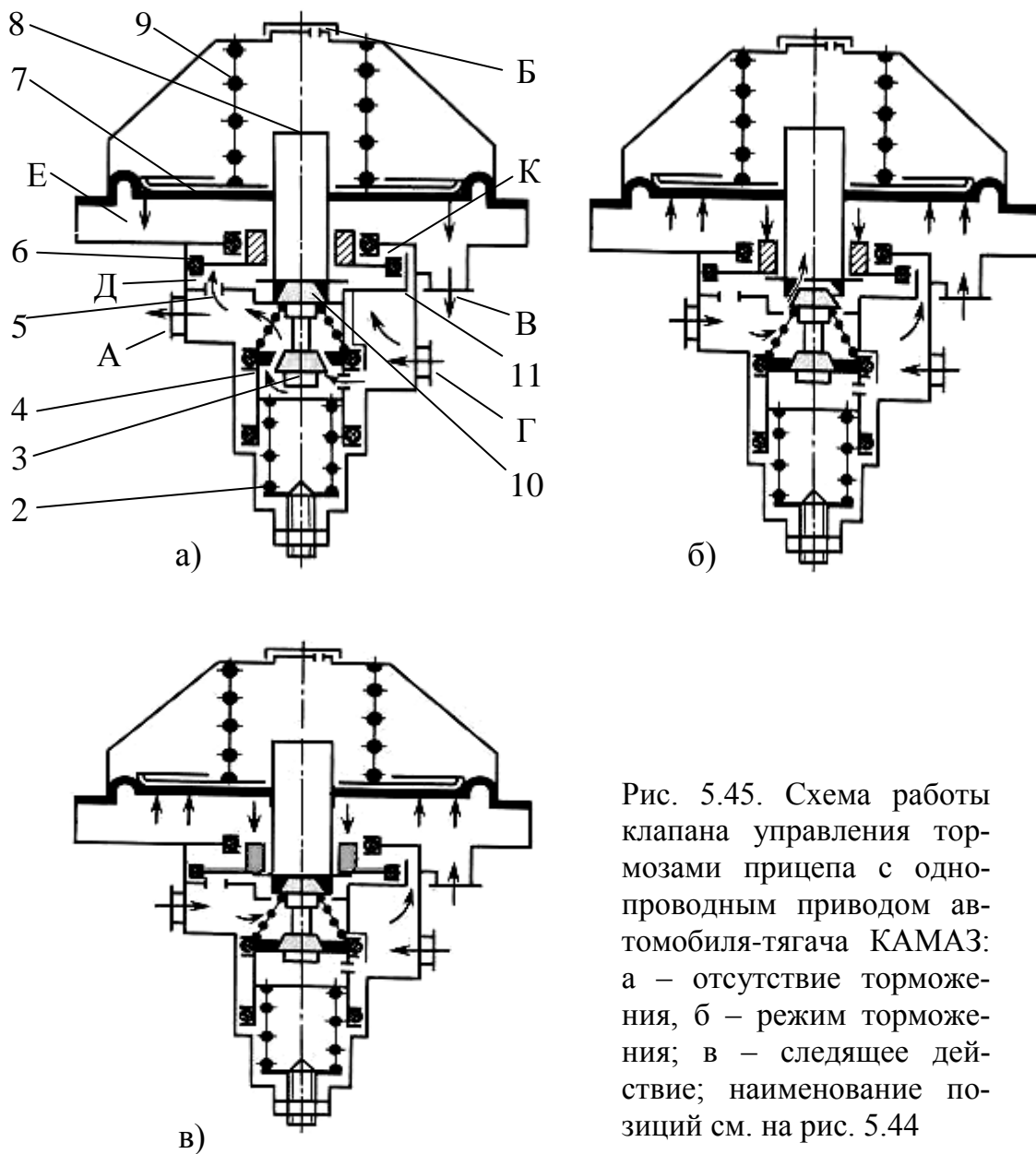


Рис. 5.45. Схема работы клапана управления тормозами прицепа с однопроводным приводом автомобиля-тягача КАМАЗ: а – отсутствие торможения, б – режим торможения; в – следящее действие; наименование позиций см. на рис. 5.44

При отсутствии торможения, см. также рис. 5.45а, в вывод «В» сжатый воздух от тормозных контуров тягача не подается. Под действием пружины 9 мембрана 7 со штоком 8 находятся в нижнем положении, закрывая выпускной клапан 10 и открывая впускной клапан 3. В вывод «Г» подается сжатый воздух из ресивера стояночной тормозной системы, через клапан 3 он поступает к выводу «А» и далее через разобщительный кран и соединительную головку в тормозную систему прицепа, заполняя ресиверы прицепа.

В это же время воздух через канал 5 попадает в полость «Д» и воздействует снизу на ступенчатый поршень 6. Через канал 11 воздух также попадает в полость «К» и воздействует сверху на ступенчатый поршень 6. Т.к. снизу площадь поверхности поршня 6 больше, чем сверху, под действием равнодействующей силы давления поршень 6 скользит по штоку 8 вверх до упора в верхнюю крышку полости «К».

Если давление в тормозной системе прицепа (а также и в выводе «А») превысит 500...520 КПа, то поршень 4, преодолевая сопротивление пружины 2, переместится вниз, впускной клапан 3 закроется, подача воздуха в магистраль прицепа прекратится. При снижении давления под действием пружины 2 поршень 4 переместится вверх, клапан 3 откроется, подача воздуха в магистраль прицепа возобновится.

При торможении рабочей или стояночной тормозной системой тягача, рис. 5.45б, клапан управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом (см. ниже) открывает доступ сжатого воздуха к выводу «В», мембрана 7 вместе со штоком 8 поднимается, освобождая блок клапанов, который под действием собственной конической пружины перемещается вверх. В итоге впускной клапан 3 закрывается, а выпускной клапан 10 открывается, начинается выпуск воздуха из магистрали прицепа в атмосферу по пути: вывод «А» – клапан 10 – канал штока 8 – вывод «Б». Производится торможение прицепа (см. разделы 4.2.3 и 4.3.2).

Следящее действие, рис. 5.45в, осуществляется следующим образом. При остановке педали тормоза рост давления в выводе «В» (и в полости «Е») прекращается, шток 8 вместе с мембраной 7 оказываются в равновесном состоянии. На ступенчатый поршень 6 сверху действуют силы давления воздуха полостей «Е» и «К», а снизу – сила давления воздуха полости «Д», соединенной каналом 5 с выводом «А». Т.к. клапан 3 все еще открыт, давление в выводе «А» и в полости «Д» продолжает снижаться, что приводит к перемещению поршня 6 вниз. Поршень воздействует на упорное кольцо штока 8 (см. на рис. 5.44), заставляя шток переместиться вниз до закрытия выпускного клапана 10, после чего наступает положение равновесия. Выпуск воздуха из магистрали прицепа прекращается, интенсивность торможения колес прицепа фиксируется. При дальнейшем нажатии на тормозную педаль возрастает давление в полости «Е». Мембрана 7 со штоком 8 и поршнем 6 перемещаются вверх, открывая выпускной клапан 10. Интенсивность торможения колес прицепа увеличивается.

Конструкция разобщительного крана показана на рис. 5.46. В открытом положении, рис. 5.46а, рукоятка 5 расположена вдоль корпуса крана. При этом толкатель 6 удерживает шток 9 в нижнем положении, клапан 3 открыт, пружина 2 сжата. При повороте рукоятки 5 на 90° за счет скольжения штифта 8 по винтовой канавке на внутренней поверхности крышки 7 перемещается вверх толкатель 6, освобождая шток 9. Под действием пружины 2 клапан 3 перекрывает канал, соединяющий выходы «В» и «Г».

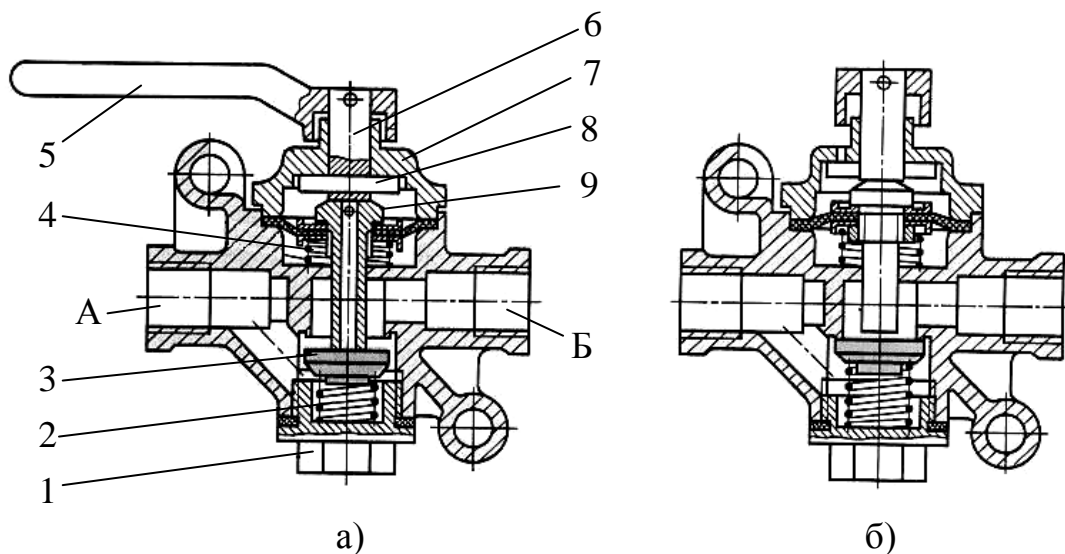


Рис. 5.46. Конструкция разобщительного крана: а – кран открыт, б – кран закрыт; 1 – пробка; 2 и 4 – пружины; 3 – клапан; 5 – рукоятка; 6 – толкатель; 7 – крышка; 8 – штифт; 9 – шток с мембраной в сборе; А – вывод в пневмосистему тягача; Б – вывод к соединительной головке

Конструкция узла соединения пневмосистем тягача и прицепа при однопроводном приводе, состоящего из головок «типа А» и «Б», показана на рис. 5.47. В состоянии отсутствия соединения клапан 3 головки «типа А» закрыт под действием пружины 2. Головка снизу закрывается крышкой 4, которую перед присоединением головки «типа Б» необходимо повернуть. При соединении головок, рис. 5.47б, под действием штифта 7 клапан 3 открывается, воздух через него может поступать от вывода «В» к выводу «Г».

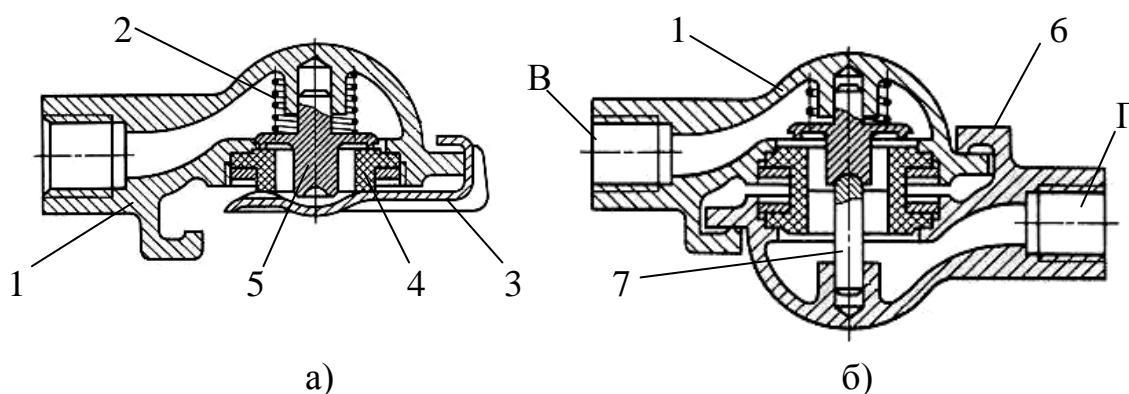


Рис. 5.47. Конструкция узла соединения пневмосистем грузового автомобиля-тягача КАМАЗ и прицепа, связанных по однопроводной схеме: а – соединительная головка «типа А», б – соединение головки «типа А» с головкой «типа Б»; 1 – корпус головки «типа А»; 2 – пружина; 3 – крышка; 4 – седло клапана; 5 – клапан; 6 – корпус головки «типа Б»; 7 – штифт; В – вывод в пневмосистему тягача; Г – вывод в пневмосистему прицепа

5.8.2. Управление тормозами прицепа при подключении по двухпроводной схеме

Участок управления тормозами прицепа в пневматическом тормозном приводе, работающий при подключении тормозной системы прицепа по двухпроводной схеме, показан на рис. 5.48.

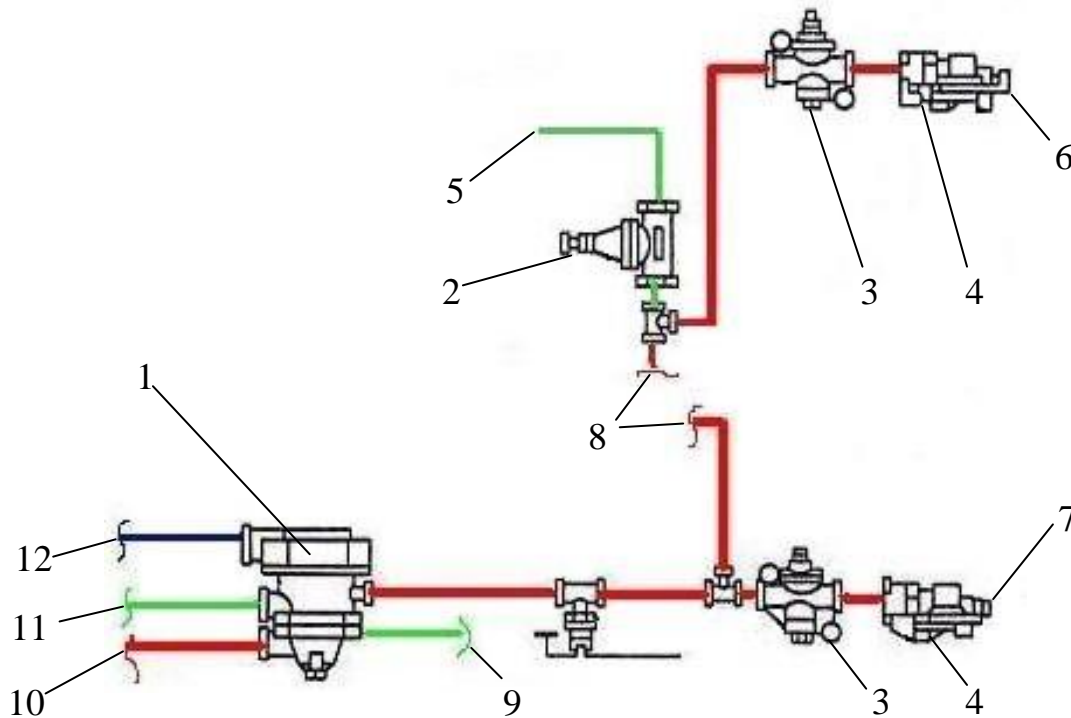


Рис. 5.48. Участок управления тормозами прицепа в пневматическом тормозном приводе, работающий при подключении тормозной системы прицепа по двухпроводной схеме: 1 – клапан управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом; 2 – защитный одинарный клапан; 3 – разобцительные краны; 4 – соединительные головки типа «Палм»; 5 – к ресиверу стояночной тормозной системы; 6 – к питающей линии прицепа; 7 – к управляющей линии прицепа; 8 – к клапану управления однопроводным приводом; 9 – от ресивера стояночной (запасной) тормозной системы; 10 – от тормозного крана (выход контура № 1); 11 – от тормозного крана (выход контура № 2); 12 – от тормозного крана (выход контура № 3)

В состав этого участка входят следующие элементы:

- клапан управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом, 1;
- разобцительные краны, 3;
- соединительные головки «Палм», 4;
- соединительные трубопроводы.

Пневмосистема прицепа подключается к пневмосистеме тягача через соединительные головки 4, разобцительные краны 3 при этом должны быть открыты.

Вывод в питающую магистраль прицепа, поз. 6 на рис. 5.38, соединен с ресивером стояночной тормозной системы, откуда сжатый воздух поступает для заправки ресиверов прицепа. Торможение прицепа производится путем подачи воздуха на вход 7 в управляющую магистраль от клапана 1 при срабатывании рабочей или стояночной тормозной систем.

Конструкция клапана управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом представлена на рис. 5.49, схема работы – на рис. 5.50.

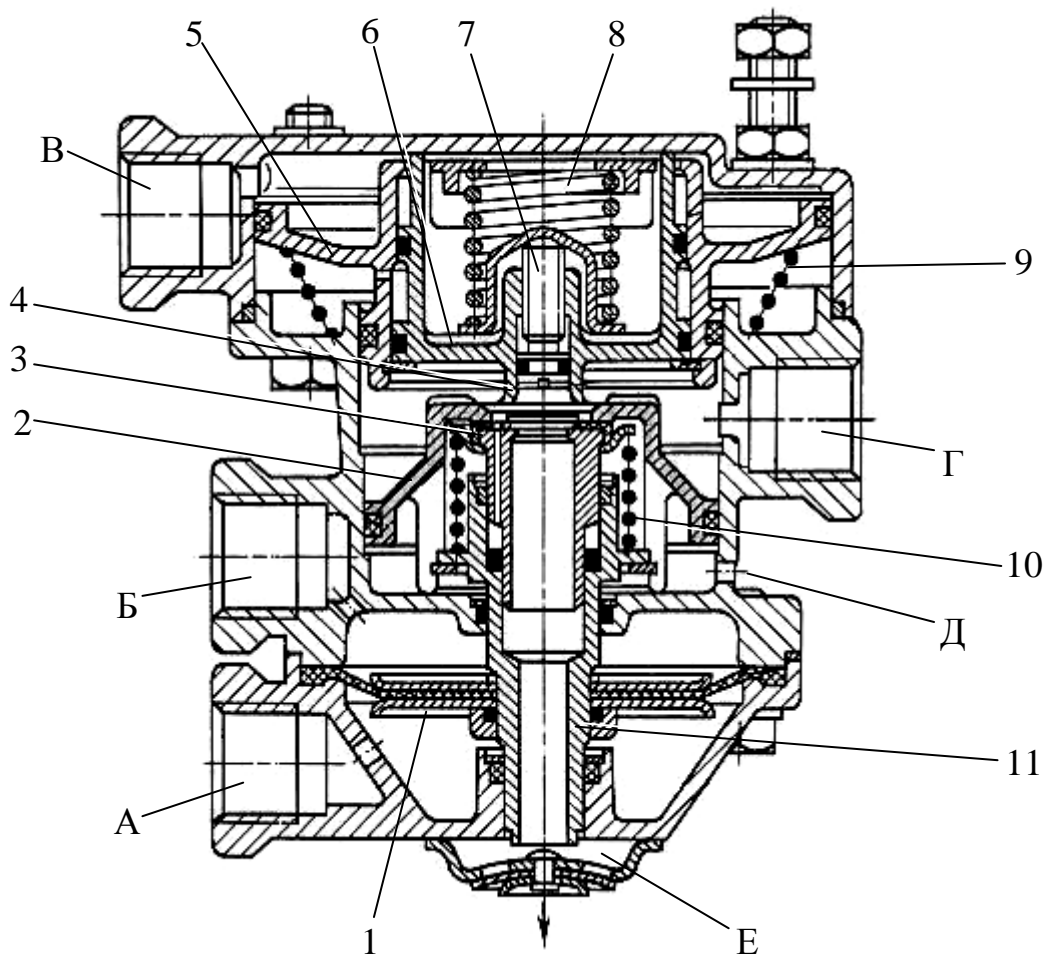


Рис. 5.49. Конструкция клапана управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом: 1 – мембрана; 2 – поршень; 3 – впускной клапан; 4 – выпускной клапан; 5 – двухсекционный поршень; 6 – следящий поршень; 7 – регулировочный винт; 8, 9, 10 – пружины; 11 – шток; А – вывод к нижней секции тормозного крана; Б – вывод к крану управления стояночной и запасной тормозными системами; В – вывод к верхней секции тормозного крана; Г – вывод в тормозную линию прицепа; Д – вывод к ресиверу; Е – вывод в атмосферу

Клапан управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом выполняет следующие функции:

- выпуск воздуха из управляющей магистрали прицепа при отсутствии торможения;
- подача воздуха в управляющую магистраль прицепа при торможении контурами № 1, № 2 и № 3;
- обеспечение следящего действия при остановке педали (рычага), т.е. обеспечение прекращения изменения интенсивности торможения;
- обеспечение более раннего начала торможения прицепа по сравнению с автомобилем-тягачом.

При отсутствии торможения, рис. 5.50а, воздух от тормозного крана к выводам «А» и «В» не подается (см. раздел 5.2.1). От крана управления стояночной тормозной системой сжатый воздух подается к выводу «Б» (см. раздел 5.4.1), который воздействует сверху на мембрану 1. Снизу на поршень 2 воздействует сжатый воздух, поступающий из ресивера стояночной (запасной) тормозной системы. Площадь мембраны 1 больше площади поршня 2, поэтому узел, состоящий из мембраны 1 в сборе со штоком 11 и поршнем 2, занимает нижнее положение. Поршни 5 и 6 под действием пружины 9 находятся в крайнем верхнем положении. Выпускной клапан 4 не касается впускного клапана 3, который под действием пружины 10 закрыт. Управляющая магистраль прицепа (вывод «Г») через открытый клапан 4 и центральное отверстие штока 11 соединена с выводом «Е», т.е. с атмосферой.

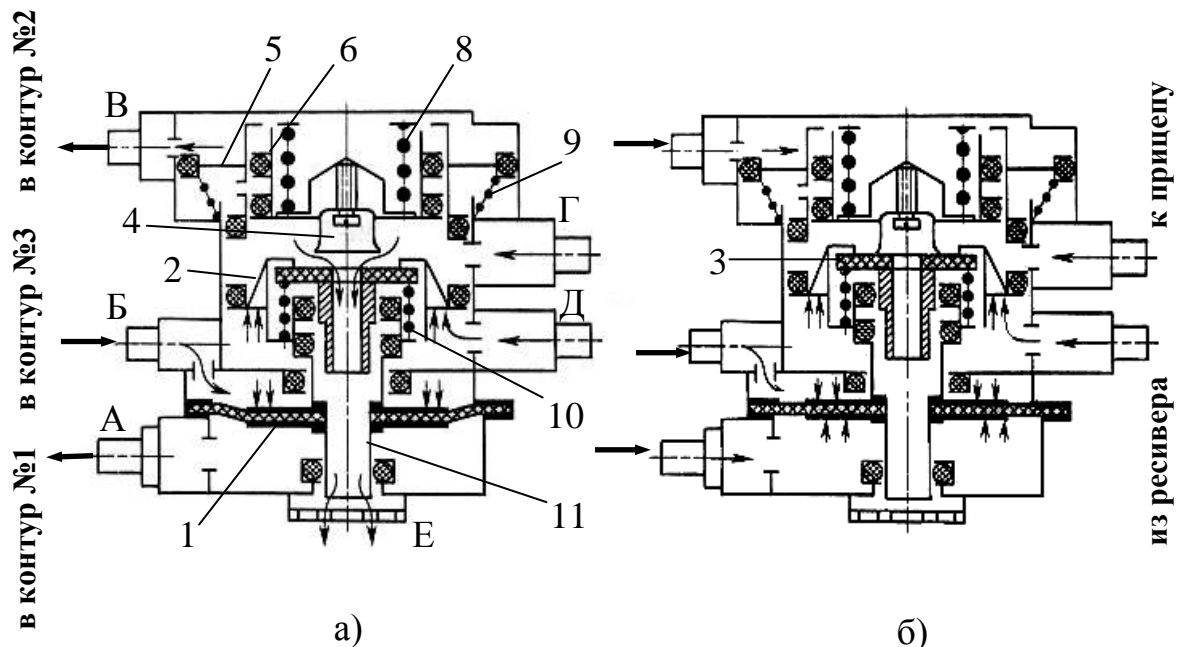


Рис. 5.50. Схема работы клапана управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом на различных режимах: а – отсутствие торможения, б – начало торможения; наименование позиций см. на рис. 5.49

В момент начала торможения рабочей тормозной системой, рис. 5.50б, сжатый воздух от тормозного крана подается к выводам «А» и «В».

От вывода «А» воздух воздействует на мембрану 1 снизу, а от вывода «В» – сверху на поршень 5. В результате этого шток 11 в сборе с мембраной 1 и поршнем 2 с клапаном 3 перемещается вверх, а поршень 5 с клапаном 4 перемещается вниз. Клапан 4 касается клапана 3 и перекрывает сообщение управляющей магистрали прицепа с атмосферой. При дальнейшем движении вниз поршня 5 клапан 4 воздействует на клапан 3, открывая его, рис. 5.51а.

Сжатый воздух от вывода «Д» через открытый клапан 3 поступает к выводу «Г» и далее в управляющую магистраль прицепа, обеспечивая его торможение.

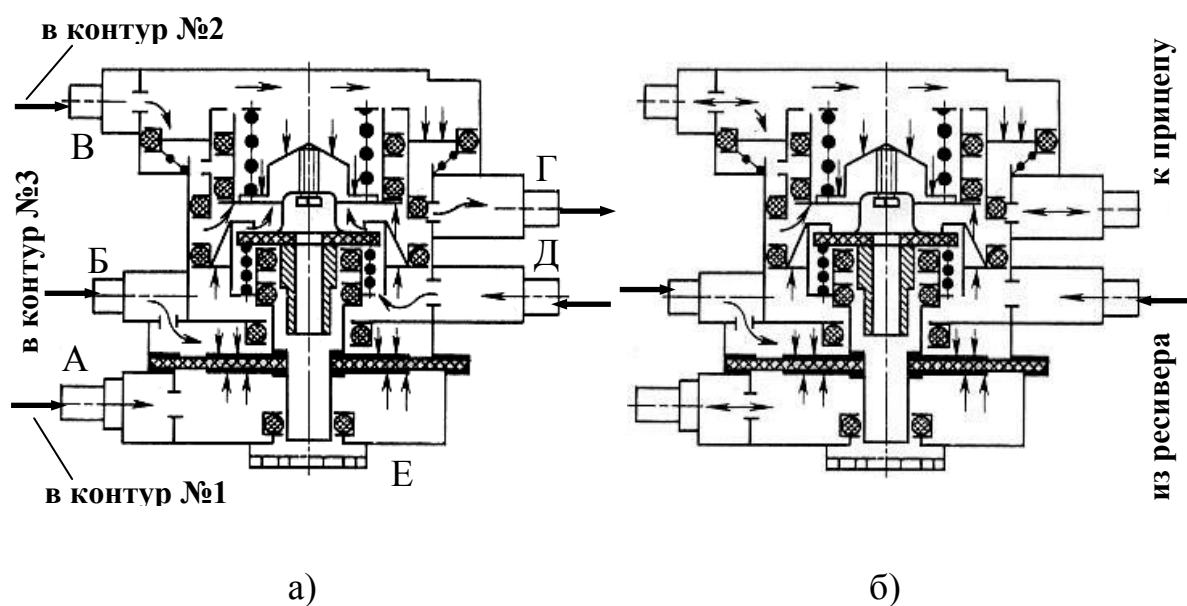


Рис. 5.51. Схема работы клапана управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом на различных режимах: а – торможение рабочей тормозной системой, б – положение равновесия (следящее действие); обозначение и наименование деталей см. на рис. 5.49 и 5.51

При остановке тормозной педали рост давления в выводах «А» и «В» прекращается, мембрана 1 и поршень 5 останавливаются. Под действием давления в выводе «Г» следящий поршень 6 с клапаном 4 перемещается вверх, освобождая клапан 3, что приводит к его закрытию, рис. 5.51б. Подача воздуха в управляющую магистраль прицепа прекращается, тормозные силы, действующие на колеса прицепа, не изменяются (кинематическое следящее действие).

Клапан управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом обеспечивает торможение прицепа при выходе из строя одного из контуров рабочей тормозной системы тягача. На рис. 5.52 и 5.53 показана работа клапана при повреждении контура № 1 и № 2 соответственно

Сжатый воздух от тормозного крана в случае повреждения контура № 1 поступает только через вывод «В», что приводит к перемещению вниз

поршней 5 и 6, закрытию выпускного клапана 4, рис. 5.52а, и открытию впускного клапана 3, рис. 5.52б.

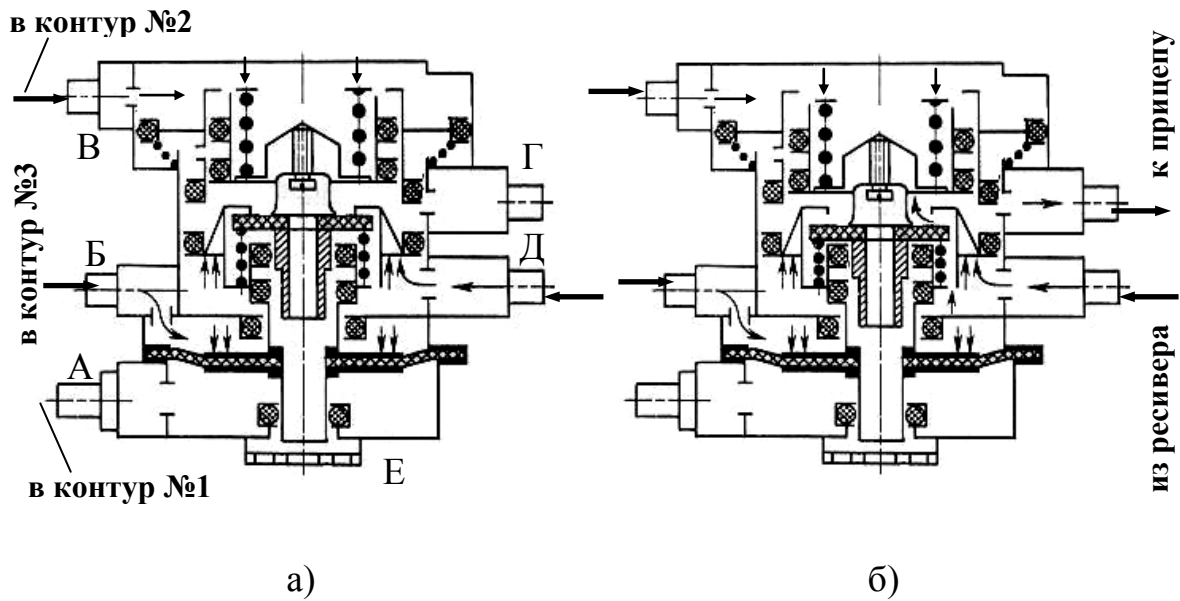


Рис. 5.52. Схема работы клапана управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом при торможении рабочей тормозной системой с поврежденным контуром № 1: а – начало торможения, б – торможение; обозначение и наименование деталей см. на рис. 5.49 и 5.51

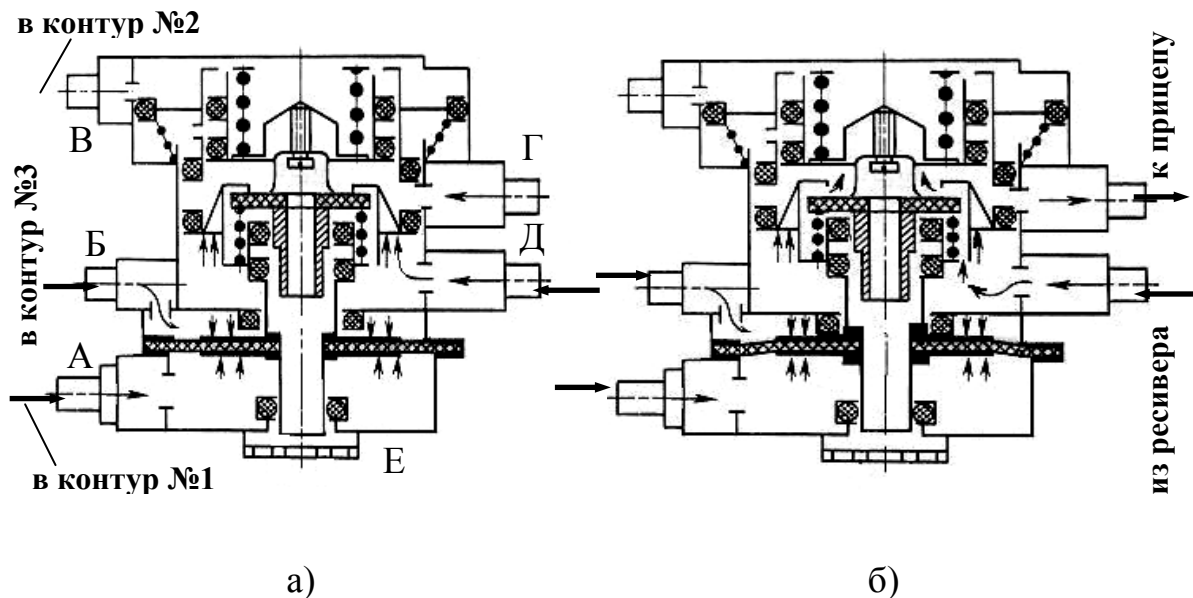


Рис. 5.53. Схема работы клапана управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом при торможении рабочей тормозной системой с поврежденным контуром № 2: а – начало торможения, б – торможение; обозначение и наименование деталей см. на рис. 5.49 и 5.51

В случае повреждения контура № 2 сжатый воздух от тормозного крана поступает только через вывод «А». Мембрана 1 в сборе с поршнем 2 и клапаном 3 перемещается вверх, сообщение вывода «Г» с атмосферой через клапан 4 прекращается, рис. 5.53а. Дальнейшее перемещение мембраны приводит к открытию клапана 3 и подаче воздуха в магистраль прицепа, рис. 5.53б.

При торможении стояночной (запасной) тормозными системами (см. раздел 5.4) происходит выпуск воздуха из вывода «Б», рис. 5.54а, давление над мембраной 1 уменьшается. Под действием давления в выводе «Д» поршень 2 перемещается вверх, что приводит к закрытию клапана 4, открытию клапана 3 и подаче воздуха к выводу «Г», т.е. в управляющую магистраль прицепа. В случае остановки рычага крана управления стояночной и запасной тормозными системами в промежуточном положении выпуск воздуха из вывода «Б» прекратится, рис. 5.54б. Клапан 3 закроется при выравнивании сил давления, действующих на поршень 2 снизу от вывода «Д» и сверху от вывода «Г». Тем самым осуществляется кинематическое следящее действие.

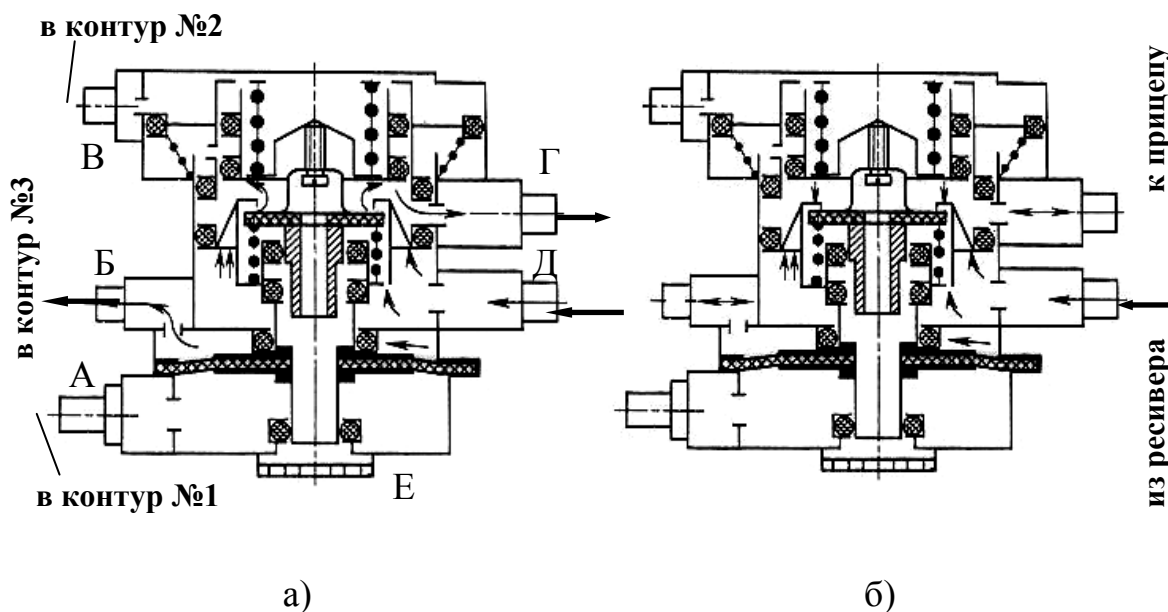


Рис. 5.54. Схема работы клапана управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом на различных режимах: а – торможение стояночной (запасной) тормозной системой, б – положение равновесия (следящее действие); обозначение и наименование деталей см. на рис. 5.49 и 5.51

Более раннее начало торможения прицепа по сравнению с автомобилем-тягачом (тормозными механизмами контура № 2) обеспечивается за счет поддержания более высокого давления в линии прицепа (вывод «Г»), чем в контуре № 2 (вывод «В»). Положение равновесия, рис. 5.51а, наступает при равенстве сил, действующих на следящий поршень 6:

- снизу действует сила давления в выводе «Г»;
- сверху действуют сила давления в выводе «В» и сила упругости пружины 8.

Наличие пружины 8 обеспечивает в начале торможения давление в выводе «Г» на 20...100 КПа больше, чем в выводе «В» и, тем самым, опережающее действие тормозных механизмов прицепа.

Соединение тормозных магистралей прицепа и тягача при двухпроводном приводе осуществляется соединительными головками типа «Палм». Конструкция такого соединения показана на рис. 5.55.

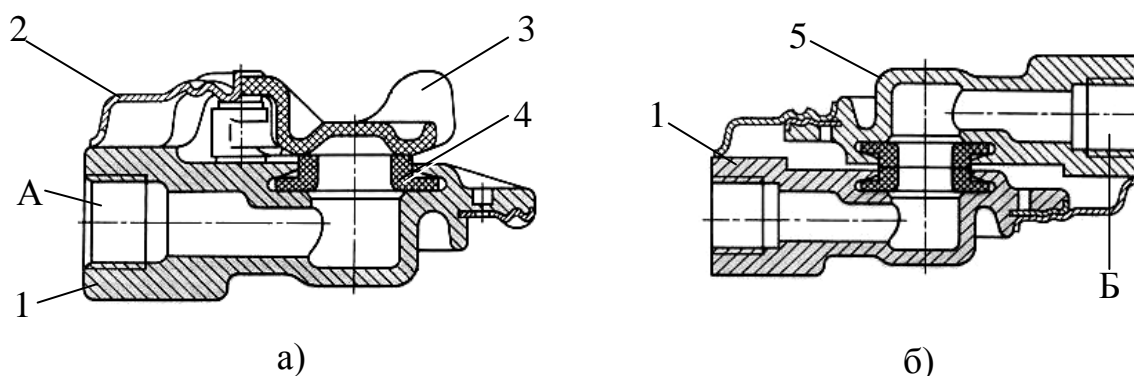


Рис. 5.55. Конструкция узла соединения пневмосистем грузового автомобиля-тягача КАМАЗ и прицепа, связанных по двухпроводной схеме: а – соединительная головка типа «Палм», б – соединение головок тягача и прицепа; 1 – корпус головки тягача; 2 – фиксатор; 3 – крышка; 4 – уплотнение; 5 – головка прицепа; А – вывод в пневмосистему тягача; Б – вывод в пневмосистему прицепа

5.9. Органы управления и приборы сигнализирования тормозной системы автомобилей КАМАЗ

Расположение органов управления тормозной системой в кабине автомобиля КАМАЗ показано на рис. 5.56. Рабочая тормозная система, как и на всех автомобилях со ступенчатой механической трансмиссией, приводится в действие средней педалью 2, расположенной справа от рулевой колонки. На полу кабины под рулевой колонкой расположена кнопка 1 крана управления вспомогательной тормозной системой. Справа от сиденья водителя расположена рукоятка 4 крана управления стояночной и запасной тормозными системами. Крайнее фиксированное положение рукоятки соответствует срабатыванию стояночной тормозной системы, промежуточные положения – различной интенсивности торможения запасной тормозной системой. Кнопка 3 крана системы аварийного растормаживания расположена под панелью приборов, см. также рис. 5.57.

Общий вид панели приборов показан на рис. 5.57, где отмечены только те элементы, которые относятся к тормозной системе автомобиля. Следует

также отметить, что комплектация и внешний вид панели приборов может изменяться для различных моделей и модификаций автомобиля.

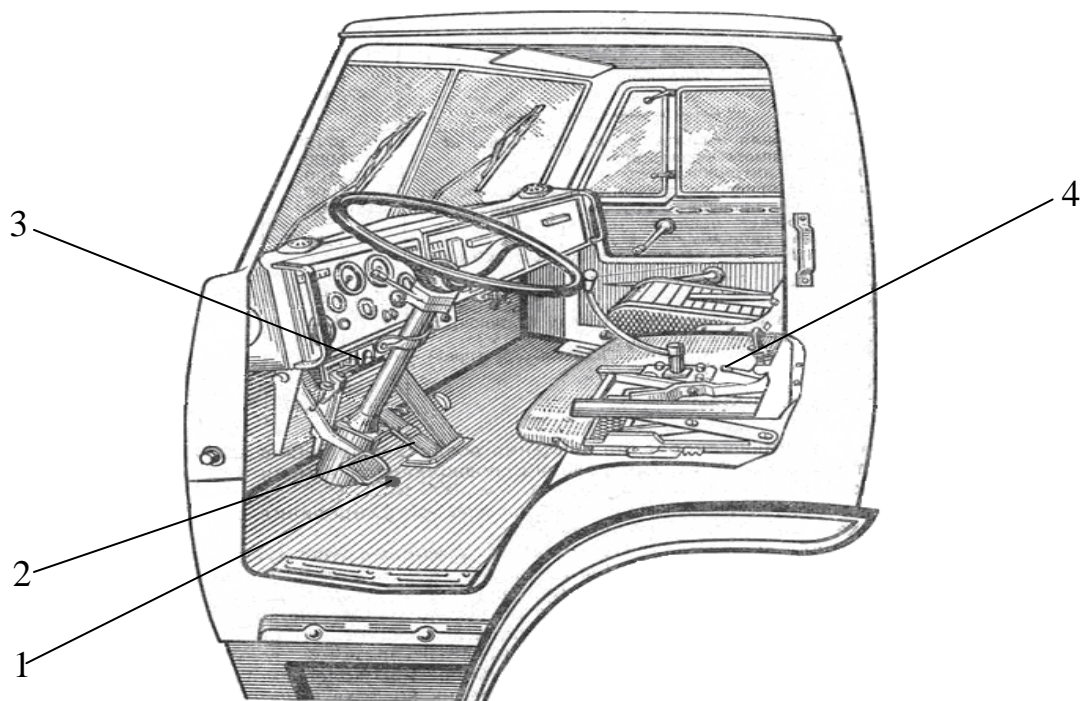


Рис. 5.56. Расположение органов управления тормозным приводом в кабине грузового автомобиля-тягача КАМАЗ: 1 – кнопка крана управления вспомогательным тормозом; 2 – педаль рабочего тормоза; 3 – кнопка крана аварийного растормаживания; 4 – рукоятка крана управления стояночным и запасным тормозами

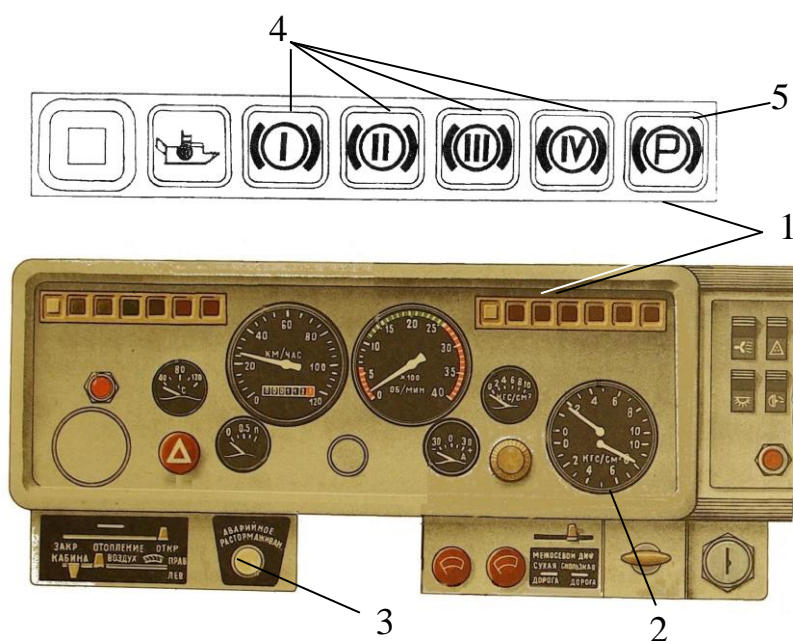


Рис. 5.57. Щиток приборов автомобиля КАМАЗ: 1 – блок контрольных ламп; 2 – двухстрелочный манометр; 3 – кнопка крана аварийного растормаживания; 4 – предупредительные сигналы о падении давления в ресиверах контуров №1, №2, №3, №4; 5 – сигнал включения стояночного тормоза

Манометр 2 позволяет водителю по одной шкале контролировать давление в ресивере контура № 1, по другой шкале – контура № 2. В блоке 1 контрольные лампы 4 включаются красным светом в случае падения давления в соответствующем контуре, при включении звучит зуммер. Контрольная лампа 5 включается красным прерывистым сигналом при срабатывании стояночного тормоза.

6. ТОРМОЗНЫЕ ПРИВОДЫ ПРИЦЕПОВ

Согласно ГОСТ Р 41.13–99 [11] на прицепах категории O_1 (максимальная масса не более 0,75 т) система рабочего тормоза необязательна.

Прицепы и полуприцепы категории O_2 (максимальная масса свыше 0,75 т, но не более 3,5 т) должны быть оборудованы системой рабочего тормоза непрерывного или полунепрерывного действия*. На прицепах этой категории допускается применение рабочей тормозной системы инерционного типа, т.е. системы, в которой торможение производится за счет использования сил, возникающих при приближении прицепа к тягачу. Допускаются также электрические рабочие тормоза.

Прицепы и полуприцепы категорий O_3 (максимальная масса свыше 3,5 т, но не более 10 т) и O_4 (максимальная масса более 10 т) должны иметь рабочий тормоз непрерывного или полунепрерывного типа.

На каждом прицепе, который должен быть оборудован системой рабочего тормоза, должен быть также стояночный тормоз на случай его отсоединения от тягача. Устройство, обеспечивающее стояночное торможение,

* **непрерывное торможение:** торможение состава транспортных средств, вызываемое действием устройства, имеющего следующие характеристики:

- единый орган управления, на который находящийся на своем месте водитель воздействует одним плавным движением;
- энергия, используемая для торможения входящих в состав транспортных средств, поступает из одного и того же источника (которым может быть мускульная сила водителя);
- тормозная система обеспечивает одновременное или последовательное торможение каждого из входящих в состав транспортных средств, независимо от их относительного положения;

полунепрерывное торможение: торможение состава транспортных средств с помощью системы, имеющей следующие характеристики:

- единый орган управления, на который находящийся на своем месте водитель воздействует одним плавным движением,
- энергия, используемая для торможения входящих в состав транспортных средств, поступает из двух различных источников (одним из которых может быть мускульная сила водителя),
- тормозная система обеспечивает одновременное или поэтапное торможение каждого из входящих в состав транспортных средств, независимо от их относительного положения.

должно быть таким, чтобы оно могло приводиться в действие лицом, стоящим на дороге. На прицепах, предназначенных для перевозки пассажиров, этот тормоз должен быть устроен так, чтобы он мог приводиться в действие изнутри прицепа.

Таким образом, можно сформулировать требования к прицепной тормозной системе:

- снижение скорости движения прицепа (полуприцепа) в составе автопоезда;
- остановка и удержание на месте прицепа (полуприцепа) в составе автопоезда;
- автоматическая остановка прицепа при отрыве от тягача.

Последнее требование не относится к прицепах, максимальная масса которых не превышает 1,5 т, если помимо сцепного устройства, эти прицепы имеют дополнительную сцепку (цепь, трос и т. д.), которая в случае разрыва главного сцепного устройства не позволяет дышлу касаться земли и обеспечивает некоторое остаточное управление прицепом.

6.1. Пневматические тормозные приводы прицепов

Принципы работы пневматических тормозных систем прицепов при однопроводном и двухпроводном приводах изложен в разделах 4.2 и 4.3. В настоящем разделе рассмотрена конструкция прицепной тормозной системы на примере прицепа КАМАЗ, которая включает в себя:

- рабочую тормозную систему;
- элементы (электромагнитный клапан с трубопроводами), обеспечивающие подачу сжатого воздуха в тормозные камеры прицепа при включении вспомогательного тормоза тягача, т.е. срабатывание рабочей тормозной системы прицепа;
- стояночную тормозную систему.

Схема рабочей тормозной системы прицепа показана на рис. 6.1. Сжатый воздух из пневмосистемы автомобиля-тягача через соединительные головки 2 типа «Палм» (при двухпроводном приводе) или головку 1 типа Б (при однопроводном приводе) и фильтры 3 поступает в магистраль прицепа. Пройдя через двухмагистральный перепускной клапан-ограничитель 4, сжатый воздух направляется к крану растормаживания 5, а затем к выводу воздуха распределителя 6, который управляет подачей воздуха из ресивера 8 в тормозные камеры 10 и 12. Воздухораспределитель соединен трубопроводом с электромагнитным клапаном 7, который управляет подачей сжатого воздуха в тормозные камеры прицепа при включении вспомогательного тормоза тягача (сигнал поступает от пневмоэлектрического выключателя электромагнитного клапана прицепа – см. поз. 9 на рис. 5.40). Количество подаваемого в тормозные камеры воздуха регулируется автоматическим регулятором 11 тормозных сил в зависимости от нагрузки

прицепа (полуприцепа). Регулятор тормозных сил и двухмагистральный перепускной клапан-ограничитель прицепа унифицированы с аналогичными узлами автомобиля (конструкцию см. на рис. 5.27 и 5.36).

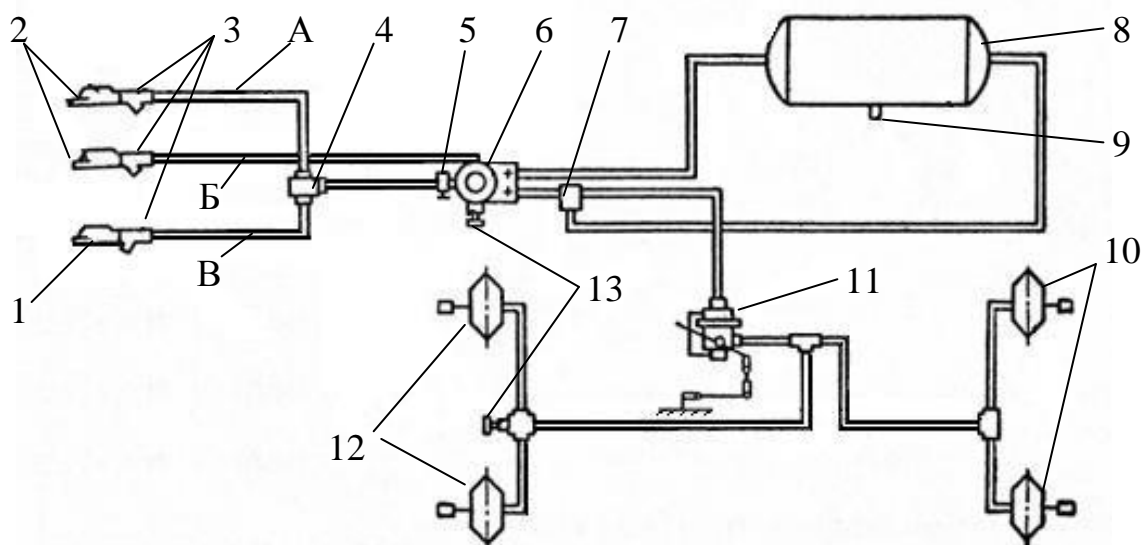


Рис. 6.1. Схема рабочей тормозной системы прицепа КАМАЗ: 1 – соединительная головка типа «Б»; 2 – соединительная головка типа «Палм»; 3 – фильтры; 4 – двухмагистральный перепускной клапан-ограничитель; 5 – кран растормаживания; 6 – воздухораспределитель; 7 – электромагнитный клапан; 8 – воздушный ресивер; 9 – кран слива конденсата; 10 и 12 – тормозные камеры; 11 – автоматический регулятор тормозных сил; 13 – клапаны контрольного вывода; А – питающая магистраль двухпроводной системы; Б – управляющая магистраль двухпроводной системы; В – соединительная магистраль однопроводной системы

Для проверки давления в пневмосистеме прицепа, а также для отбора воздуха в различных точках системы установлены клапаны 13 контрольного вывода. В ресивере 8 имеется кран 9 слива конденсата.

При подключении прицепа по однопроводной схеме сжатый воздух через соединительную головку 1 из магистралей тягача поступает в соединительную магистраль «В» однопроводной системы прицепа. Воздухораспределитель 6 обеспечивает (см. ниже) поступление воздуха для зарядки ресивера 8. Клапан 4 перекрывает утечку воздуха через магистраль «А». При торможении производится выпуск воздуха из магистралей «В», что приводит к поступлению воздуха из ресивера 8 через воздухораспределитель 6, электромагнитный клапан 7, автоматический регулятор 11 тормозных сил в тормозные камеры 10 и 12. При растормаживании тормозные камеры прицепа сообщаются с атмосферой через воздухораспределитель 6.

При подключении прицепа по двухпроводной схеме сжатый воздух из магистралей тягача поступает в питающую магистраль «А» и через двумя-

гистральный клапан 4 и воздухораспределитель 6 в ресивер 8 прицепа. При торможении из магистрали тягача воздух подается в управляющую магистраль «Б», что приводит к подаче воздуха из ресивера 8 через воздухораспределитель 6, электромагнитный клапан 7, автоматический регулятор 11 тормозных сил в тормозные камеры 10 и 12. При растормаживании воздух из магистрали «Б» выпускается, и тормозные камеры прицепа соединяются с атмосферой.

Описанные процессы обеспечиваются работой воздухораспределителя 6, внешний вид которого представлена на рис. 6.2, конструкция – на рис. 6.3, схема работы – на рис. 6.4.

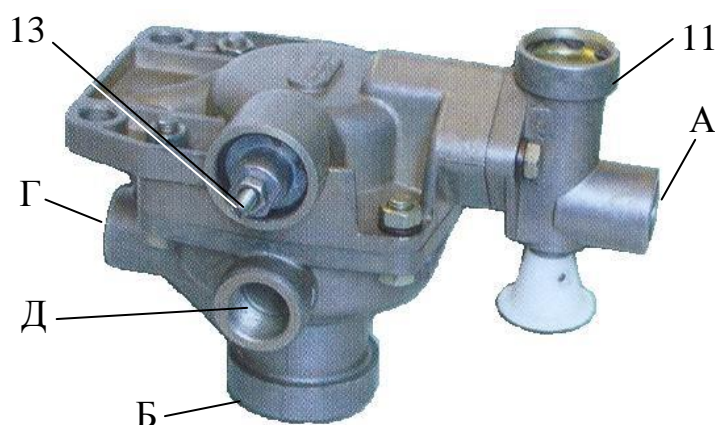


Рис. 6.2. Внешний вид воздухораспределителя пневматического тормозного привода прицепа КАМАЗ: наименование позиций – см. рис. 5.60

При однопроводном приводе соединительная магистраль присоединена к выводу «А». Сжатый воздух через кран растормаживания 11 проходит в воздухораспределитель, отгибает края самоподжимной манжеты 19 поршня 7 и проходит в ресивер прицепа по каналу 5 через вывод «Г». Тормозные камеры прицепа выводом «В» соединены с атмосферой через открытый выпускной клапан 15, полый корпус клапанов 1 и атмосферный вывод «Б». При торможении давление в выводе «А» уменьшается, и поршень 7 под действием давления воздуха в ресивере (т.е. в выводе «Г»), преодолевая сопротивление пружины 8, движется вниз. Вместе с ним перемещаются шток 9 и поршень 2. При этом выпускной клапан 15 закрывается, а впускной клапан 16 открывается, и сжатый воздух из ресивера прицепа через вывод «Г» поступает к выводу «В» к далее к камерам прицепа. Следующее действие осуществляется поршнем 2. При растормаживании давление в соединительной магистрали повышается, поршни 7 и 2 движутся вверх, впускной клапан 16 закрывается, затем открывается выпускной клапан 15, соединяя вывод «Г» (тормозные камеры) с атмосферным выводом «Б».

При двухпроводном приводе питающая магистраль присоединена к выводу «А», а управляющая магистраль – к выводу «Д». Подаваемый по питающей магистрали сжатый воздух через манжету 19 поршня 7 поступает в ресивер прицепа через вывод «Г».

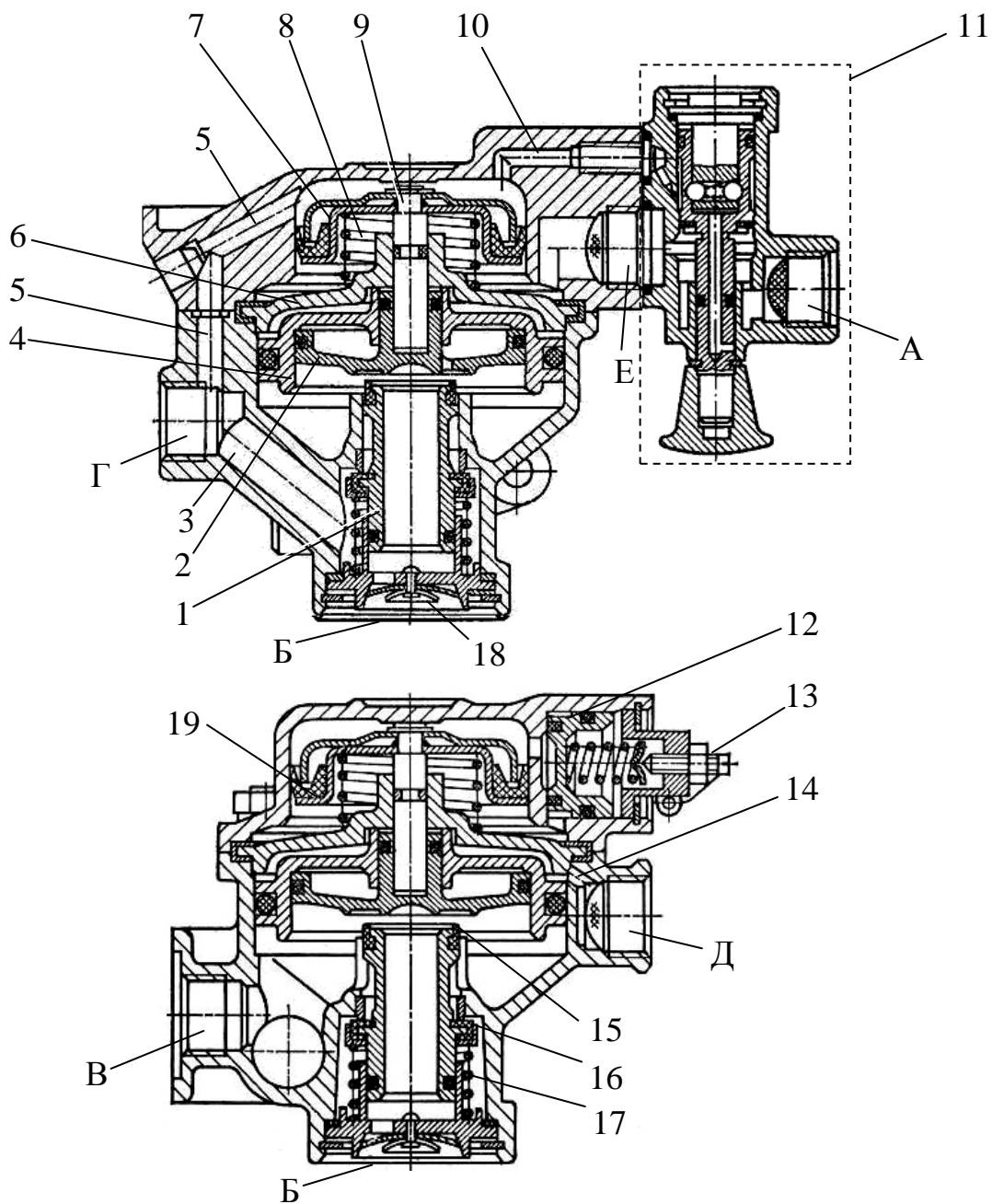
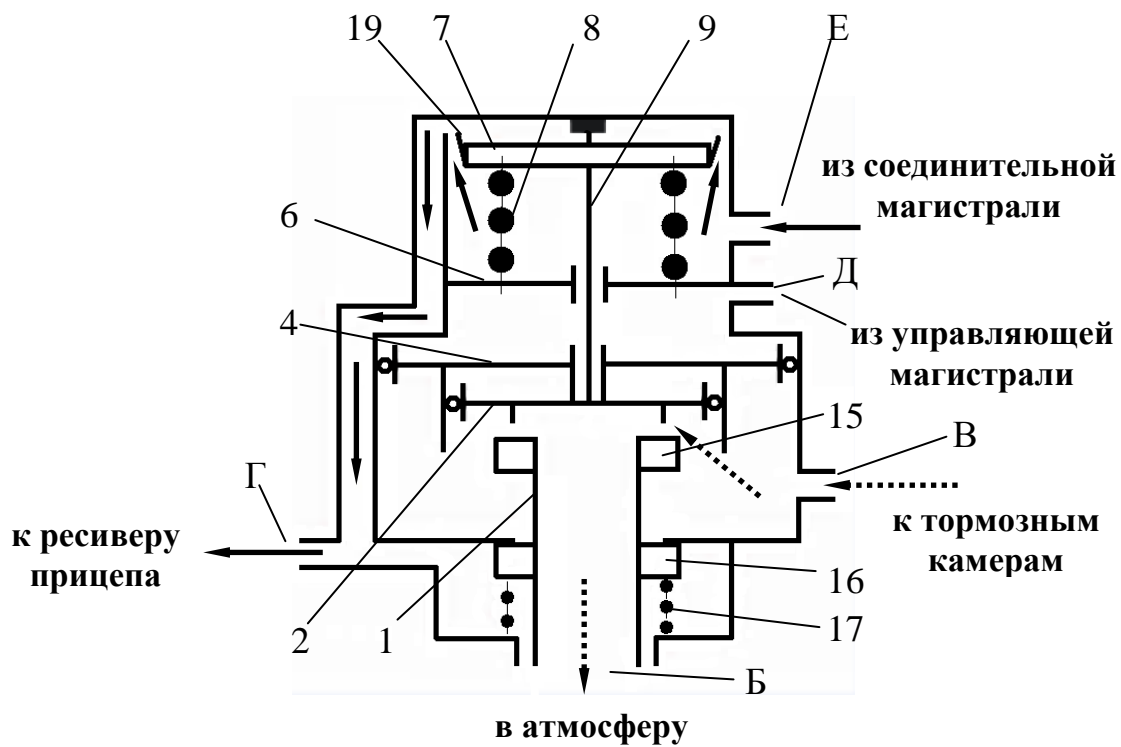
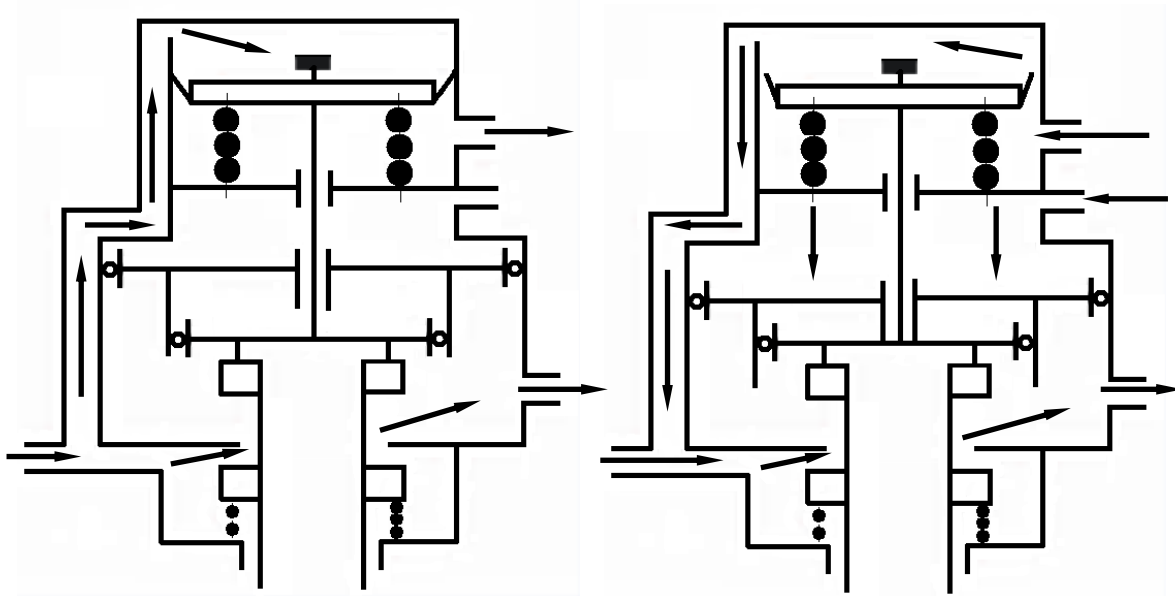


Рис. 6.3. Конструкция воздухораспределителя пневматического тормозного привода прицепа КАМАЗ: 1 – корпус клапанов; 2 – малый поршень; 3, 5, 10, 14 – каналы; 4 – большой поршень; 6 – перегородка; 7 – верхний поршень; 8 – уравнивающая пружина; 9 – шток; 11 – кран растормаживания; 12 – уравнивательный клапан; 13 – регулировочный винт; 15 – выпускной клапан; 16 – впускной клапан; 17 – пружина; 18 – атмосферный клапан; 19 – самоподжимная уплотнительная манжета; А – вывод в соединительную или питающую магистраль; Б – вывод в атмосферу; В – вывод к тормозным камерам; Г – вывод к ресиверу прицепа; Д – вывод в управляющую тормозную магистраль; Е – вывод в соединительную или питающую магистраль через кран растормаживания



а)



б)

в)

Рис. 6.4. Схема работы воздухораспределителя пневматического тормозного привода прицепа КАМАЗ: а – торможение отсутствует, зарядка ресивера; б – торможение при однопроводном приводе; в – торможение при двухпроводном приводе; наименование позиций – см. рис. 6.3

При торможении сжатый воздух, подаваемый к выводу «Д», через канал 14 воздействует на большой поршень 4 и перемещает его вниз вместе с поршнем 2, что, как описано выше, приводит к закрытию клапана 15 и открытию клапана 16. Сжатый воздух из ресивера прицепа поступает к выводу «В» и далее в тормозные камеры. Следующее действие осуществляется поршнем 4.

Встроенный уравнительный клапан 12 при однопроводном приводе, когда давление воздуха, подводимого к выводу «А», не превышает 0,52 МПа, находится в закрытом состоянии. При двухпроводном приводе подача к выводу «А» сжатого воздуха производится с номинальным давлением 0,7 МПа. При таком давлении клапан 12 открывается, и давление над поршнем 7 и под ним выравнивается. Таким образом, поршень 7 не будет влиять на процесс торможения до тех пор, пока давление в выводе «А» не опустится ниже 0,53 МПа. Это позволяет осуществить торможение прицепа при отрыве его от тягача. Воздухораспределитель будет работать так же, как в процессе торможения при однопроводном приводе. Прицеп после отрыва останется в заторможенном состоянии.

Ручное растормаживание прицепа производится при помощи крана растормаживания 11. Конструкция крана как отдельного узла показана на рис. 6.5.

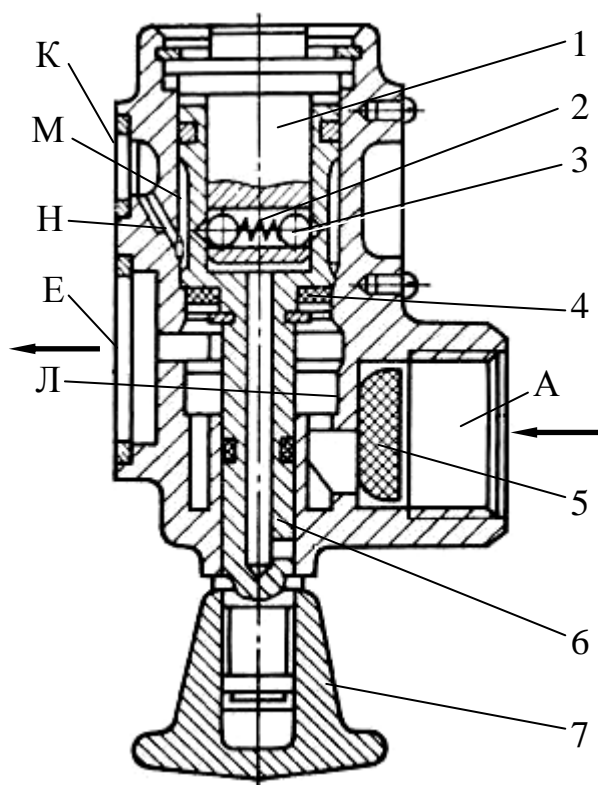


Рис. 6.5. Конструкция крана растормаживания пневматического тормозного привода прицепа КАМАЗ: 1 – упор с фиксатором; 2 – пружина; 3 – шарик фиксатора; 4 – уплотнение; 5 – сетчатый фильтр; 6 – шток; 7 – рукоятка крана; А – вывод в соединительную или питающую магистраль; Е – вывод под верхний поршень воздухораспределителя; К – вывод из полости над верхним поршнем воздухораспределителя; Л – цилиндрическая поверхность; М – кольцевая проточка штока; Н – канал

Для растормаживания прицепа необходимо вытянуть за рукоятку 7 шток 6. В нижнем положении шток разъединяет вывод «А» и вывод «Е» в полость воздухораспределителя за счет того, что уплотнение 4 устанавли-

вается на цилиндрическую поверхность «Л». При этом вывод «К», соединенный через воздухораспределитель с воздушным ресивером прицепа, благодаря наличию проточки «М» и канала «Н» сообщается с выводом «Е». Сжатый воздух из ресивера прицепа, см. рис. 6.3, через вывод «Г» поступает в канал 10 и далее через кран растормаживания и вывод «Е» в под верхним поршнем 7 воздухораспределителя. Давления на поршень 7 сверху и снизу уравниваются, поршень 7 под действием пружины 8 поднимается, впускной клапан 16 закрывается, а выпускной 15 открывается и сжатый воздух из тормозных камер (вывод «Д») выходит через вывод «Б» в атмосферу.

Для затормаживания прицепа необходимо нажать на рукоятку 7 крана, рис. 6.5. При этом шток 6 возвращается в верхнее положение и фиксируется шариками 3. Выводы «К» и «Е» крана разъединяются, вывод «Е» соединяется с выводом «А». Сжатый воздух, рис. 6.3, из-под поршня 7 выходит в атмосферу, воздухораспределитель срабатывает так же, как при отрыве прицепа от тягача, обеспечивая затормаживание прицепа.

При соединении пневмосистем тягача и прицепа давление сжатого воздуха, подведенного к выводу «А», рис. 6.5, действует снизу на уплотнение 4. Шток 6 крана растормаживания из нижнего положения перемещается в верхнее положение. Тормозная система прицепа заполняется сжатым воздухом.

Включение вспомогательной тормозной системы автомобиля-тягача вызывает его торможение от контура, не имеющего связи с тормозным краном, а следовательно, и с соединительными головками подключения тормозной системы прицепа, см. раздел 5.6. Чтобы избежать складывания автопоезда необходимо затормаживать прицеп посредством его рабочей тормозной системы, т.е. подавать сжатый воздух в пневмокамеры тормозных механизмов прицепа при включении вспомогательной тормозной системы автомобиля-тягача. Эту функцию выполняет электромагнитный клапан, поз. 7 на рис. 6.1. Конструкция электромагнитного клапана представлена на рис. 6.6, схема работы – на рис. 6.7.

В расторможенном состоянии сердечник электромагнитного клапана 4 под действием пружины закрывает впускной клапан 5 электромагнита, соединяющий вывод «Д» и полость «А». В этом положении полость «А» через вывод «Г» соединена с атмосферой.

Под действием сжатого воздуха, подведенного к выводу «Д», двухступенчатый поршень 6 прижат к верхнему упору. Втулка 8 под действием пружины находится в нижнем положении, впускной клапан 7 закрыт, выпускной 9 открыт, выводы «Е» и «К» сообщаются между собой, а через воздухораспределитель – с атмосферой. Тормозные цилиндры прицепа расторможены.

При включении вспомогательной тормозной системы тягача, цепь электромагнита 4 замыкается, сжатый воздух из вывода «Д» через от-

крывшийся впускной клапан 5 по каналу поступает в полость «А», двухступенчатый поршень 6 перемещается вниз.

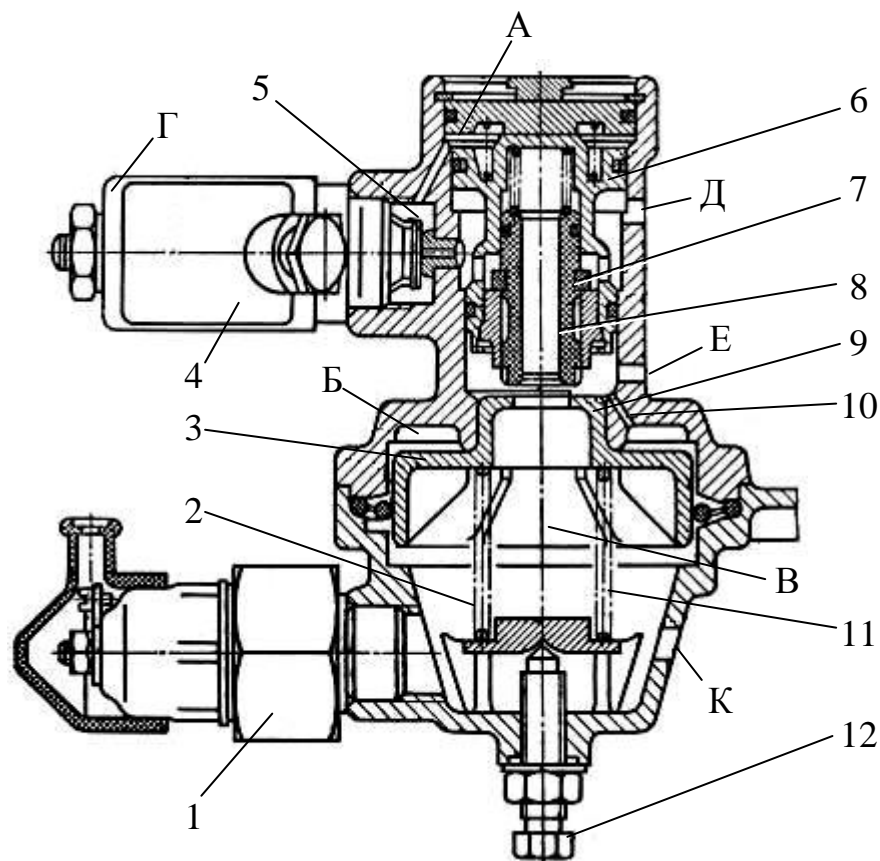
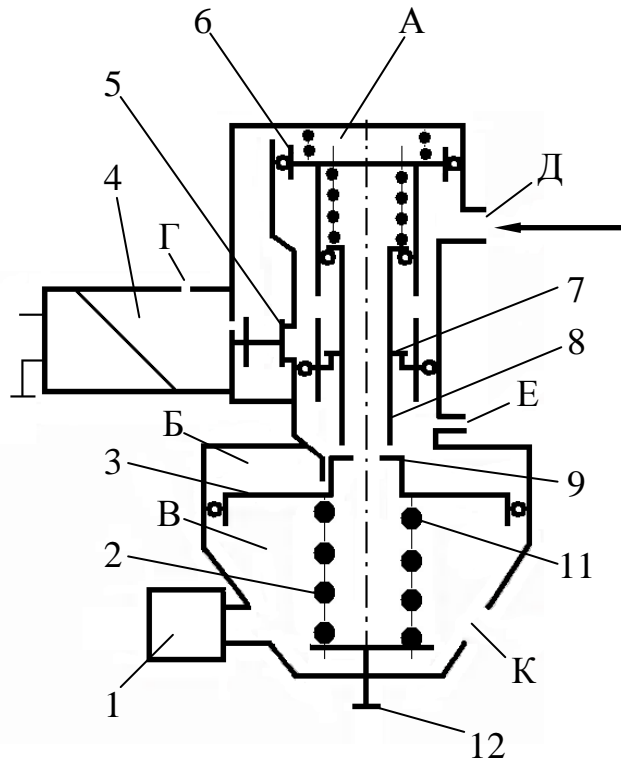
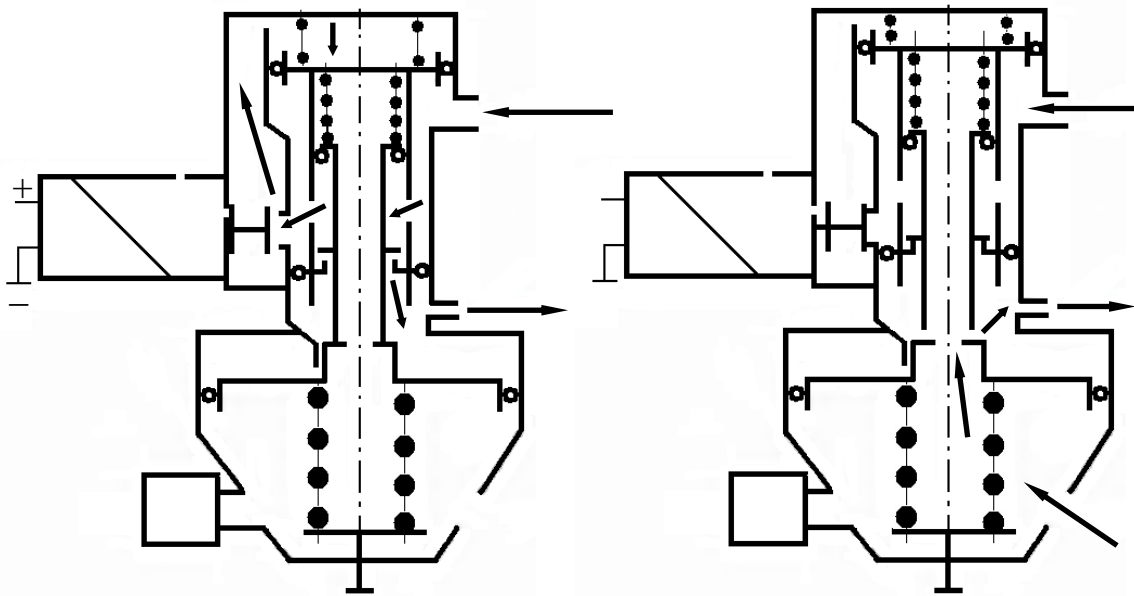


Рис. 6.6. Конструкция электромагнитного клапана пневматического тормозного привода прицепа КАМАЗ: 1 – выключатель с размыкающими контактами; 2 – пружина; 3 – следящий поршень; 4 – электромагнит; 5 – впускной клапан электромагнита; 6 – двухступенчатый поршень; 7 – впускной клапан; 8 – втулка клапана; 9 – выпускной клапан; 10 – канал; 11 – уравнивающая пружина; 12 – регулировочный болт; А, Б, В – полости; Г – вывод клапана электромагнита в атмосферу; Д – вывод к ресиверу прицепа; Е – вывод к тормозным камерам; К – вывод к воздухораспределителю

Это перемещение приводит сначала к закрытию выпускного клапана 9 (отсоединению вывода «Е» от атмосферы), а затем к открытию впускного клапана 7, и подаче сжатого воздуха из ресивера прицепа через вывод «Д» к выводу «Е» и далее к тормозным камерам прицепа. Если давление в выводе «Е» превысит заданную величину, поршень 3, преодолевая усилие пружины 11, перемещается вниз вместе с втулкой 8 до тех пор, пока не начнет закрываться впускной клапан 7. В выводе «Е» устанавливается давление, соответствующее предварительному натяжению пружины 11, которое регулируют болтом 12.



а)



б)

в)

Рис. 6.7. Схема работы электромагнитного клапана пневматического тормозного привода прицепа КАМАЗ: а – торможение отсутствует, б – торможение вспомогательной тормозной системой тягача, в – торможение рабочей тормозной системой тягача; наименование позиций – см. рис. 6.6

Когда вспомогательная тормозная система тягача выключается, цепь электромагнита 4 размыкается, сердечник под действием пружины перемещается вправо, закрывает впускное отверстие клапана 5 и открывает свободный проход сжатого воздуха из полости «А» в атмосферу через вывод «Г». Под действием давления в выводе «Д» поршень 6 перемещается вверх, закрывается впускной клапан 7, разобщая выходы «Д» и «Е». Дальнейшее перемещение вверх поршня 6 приводит к открытию выпускного клапана 9, соединению выводов «Е» и «К», выпуску воздуха из тормозных камер прицепа.

В случае торможения рабочим тормозом сжатый воздух от воздухо-распределителя поступает к выводу «К», далее через открытый клапан 9 и вывод «Е» проходит к тормозным камерам прицепа. При растормаживании сжатый воздух выходит в атмосферу через вывод «Е», открытый клапан 9, вывод «К» и атмосферный вывод воздухо-распределителя. Предотвращает одновременное действие клапана выключатель 1 с размыкающими контактами. Он соединен дроссельным отверстием с полостью «В» и размыкает цепь электромагнита при подаче воздуха от воздухо-распределителя к выводу «К».

6.2. Стояночная тормозная система прицепа

Стояночная тормозная система предназначена для затормаживания прицепа (полуприцепа) на стоянке, как вместе с автомобилем, так и отдельно от него. Состоит из рычага (рукоятки) и механического привода стояночного тормоза, который действует на тормозные механизмы рабочей тормозной системы.

Рассмотрим конструкцию стояночной тормозной системы прицепа КАМАЗ, рис.6.8. Привод состоит из рычага 1 с рукояткой, зубчатого сектора 2, троса 4 и двух приводных рычагов 5, воздействующих на тормозные механизмы задних колес. Принцип работы такой же, как и стояночной тормозной системы легковых автомобилей. Для затормаживания прицепа необходимо рычаг 1 потянуть до отказа в направлении, указанном стрелкой.

Конструкция стояночной тормозной системы полуприцепа КАМАЗ показана на рис. 6.9. Стояночный тормоз полуприцепа ручной, с отдельным механическим приводом тормозных механизмов колес передней и задней осей тележки. Он предназначен для затормаживания полуприцепа при сцепке, расцепке и на стоянке. На стоянке необходимо под колеса полуприцепа подкладывать упоры. Привод стояночного тормоза состоит из двух передач 2 и 10, уравнивателя 11 и валика 15, тяг 7, троса 9, приводных рычагов, воздействующих на тормозные механизмы. Рабочая пара силовой передачи – винт с гайкой. Рукоятка 1 силовой передачи привода тормозных механизмов передней оси расположена с левой стороны полуприцепа,

а рукоятка 16 привода тормозных механизмов задней оси – сзади. При вращении рукояток по часовой стрелке полуприцеп затормаживается. Для уменьшения усилия, необходимого для вращения рукояток, рекомендуется дополнительно затормозить полуприцеп с помощью пневмопривода.

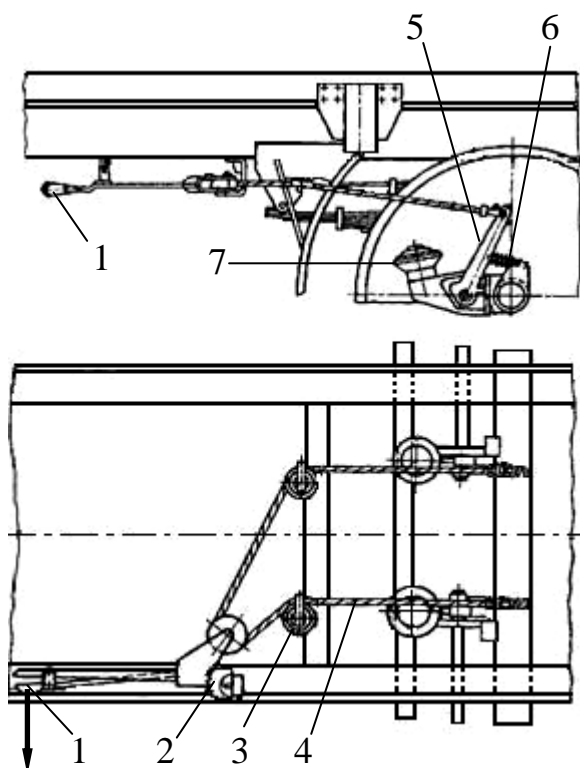


Рис. 6.8. Конструкция стояночного тормоза прицепа КАМАЗ: 1 – рычаг; 2 – зубчатый сектор; 3 – ролик; 4 – трос; 5 – приводной рычаг; 6 – оттяжная пружина; 7 – тормозная камера

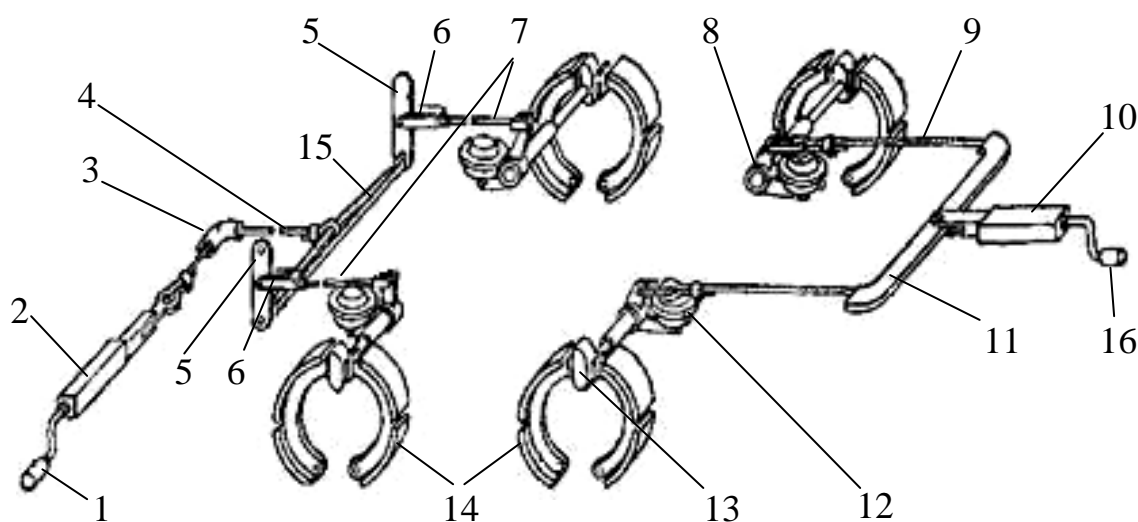


Рис. 6.9. Конструкция стояночного тормоза полуприцепа КАМАЗ: 1 и 13 – рукоятки; 2 и 10 – силовые передачи; 3 – направляющая трубка; 4 – трос переднего тормоза; 5 – рычаги; 6 – вилки; 7 – тяги; 8 – регулировочный рычаг; 9 – трос заднего тормоза; 11 – уравниватель; 12 – тормозная камера; 13 – разжимной кулак; 14 – тормозные колодки; 15 – приводной валик

6.3. Инерционные тормозные приводы прицепов

Инерционные тормозные системы прицепов применяют на автомобильных поездах малой массы. Торможение осуществляется за счет использования сил, возникающих при приближении прицепа к тягачу. При этом интенсивность торможения прицепа зависит от интенсивности его набегания на тягач. Основным достоинством такой системы является простота конструкции. Однако в процессе торможения сила инерции прицепа передается на тягач, что ухудшает устойчивость автопоезда. Также происходит запаздывание начала торможения прицепа относительно начала торможения тягача, так как прицеп тормозится только после уменьшения скорости тягача. Это может вызвать складывание автопоезда, хотя наличие такой тормозной системы все же лучше, чем отсутствие тормозной системы у прицепа. Другим недостатком инерционного торможения является то, что тормоза прицепа могут включаться при движении автопоезда по неровной дороге. Поэтому инерционная тормозная система используется только на прицепах и полуприцепах, имеющих полную массу не более 3,5 т, при условии, что она составляет не более 75 % полной массы автомобиля-тягача.

Тормозные приводы инерционных систем могут быть гидравлическими, рис. 6.10, и механическими (наиболее распространенные), рис. 6.11. Работа этих устройств понятна из рисунков и в дополнительном пояснении не нуждается.

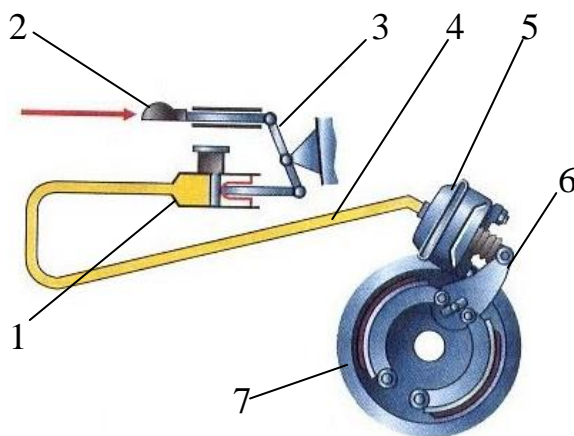


Рис. 6.10. Схема гидравлического привода инерционной тормозной системы прицепа легкового автомобиля: 1 – главный гидроцилиндр; 2 – сцепное устройство прицепа; 3 – рычаг; 4 – трубопровод; 5 – рабочая камера; 6 – приводной рычаг; 7 – тормозной механизм

В заключение раздела, посвященного тормозным системам прицепов, следует отметить следующее. В последнее время получают распространение электропневматические тормозные приводы на автомобилях и их прицепах. Такие приводы включают две системы: управляющую электронную и исполнительную пневматическую. Благодаря наличию управляющей системы представляется возможным значительно повысить быстродействие тормозных систем, а также обеспечить оптимальные законы и последовательность нарастания тормозных моментов на мостах автопоезда.

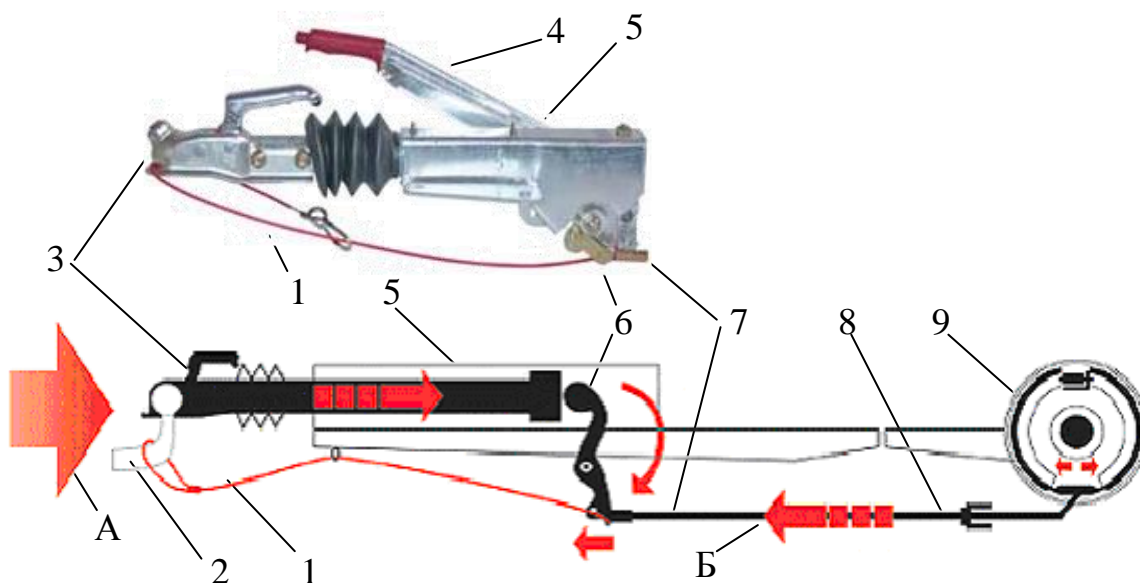


Рис. 6.11. Схема механического привода инерционной тормозной системы прицепа легкового автомобиля 1 – трос привода аварийного торможения; 2 – фаркоп автомобиля-тягача; 3 – сцепное устройство прицепа; 4 – рычаг стояночного тормоза; 5 – дышло прицепа; 6 – передаточный рычаг; 7 – тяга; 8 – трос; 9 – тормозной механизм; А – направление реактивной силы от тягача при его торможении; Б – направление приводной силы

7. КОМБИНИРОВАННЫЕ ТОРМОЗНЫЕ ПРИВОДЫ

7.1. Пневмогидравлический тормозной привод грузового автомобиля

Пневмогидравлический тормозной привод является комбинированным приводом, в котором в качестве рабочего тела используется воздух (пневматические контуры) и жидкость (гидравлические контуры). Применяются такие приводы в многоосных тягачах, большегрузных автопоездах, а также в грузовых автомобилях средней грузоподъемности как отечественного, так и зарубежного производства. Пневмогидравлический тормозной привод сочетает в себе положительные качества гидравлического (быстродействие, одновременное начало торможения всех колес, малые габариты) и пневматического (легкость управления, возможность создания больших усилий, точность слежения, легкость подсоединения и управления тормозными усилиями на буксируемом прицепе). Широкому распространению пневмогидравлических приводов препятствуют сложность конструкции, большой объем работ по техническому обслуживанию, повышенная вероятность отказов.

На рис. 7.1 представлена схема пневмогидравлического привода тормозной системы ряда моделей грузовых автомобилей УРАЛ, конструкция

показана на рис. 7.2 (некоторые модели имеют пневматический привод тормозной системы). Привод состоит из двух частей: пневматической и гидравлической. Пневматическая часть по конструкции аналогична тормозному приводу автомобилей КАМАЗ с некоторыми особенностями. Так на автомобилях УРАЛ имеется буксирный клапан 5, через который возможно соединение с пневмосистемой другого автомобиля, что позволяет сохранить работоспособность тормозной системы автомобиля при его буксировке с неработающим двигателем.

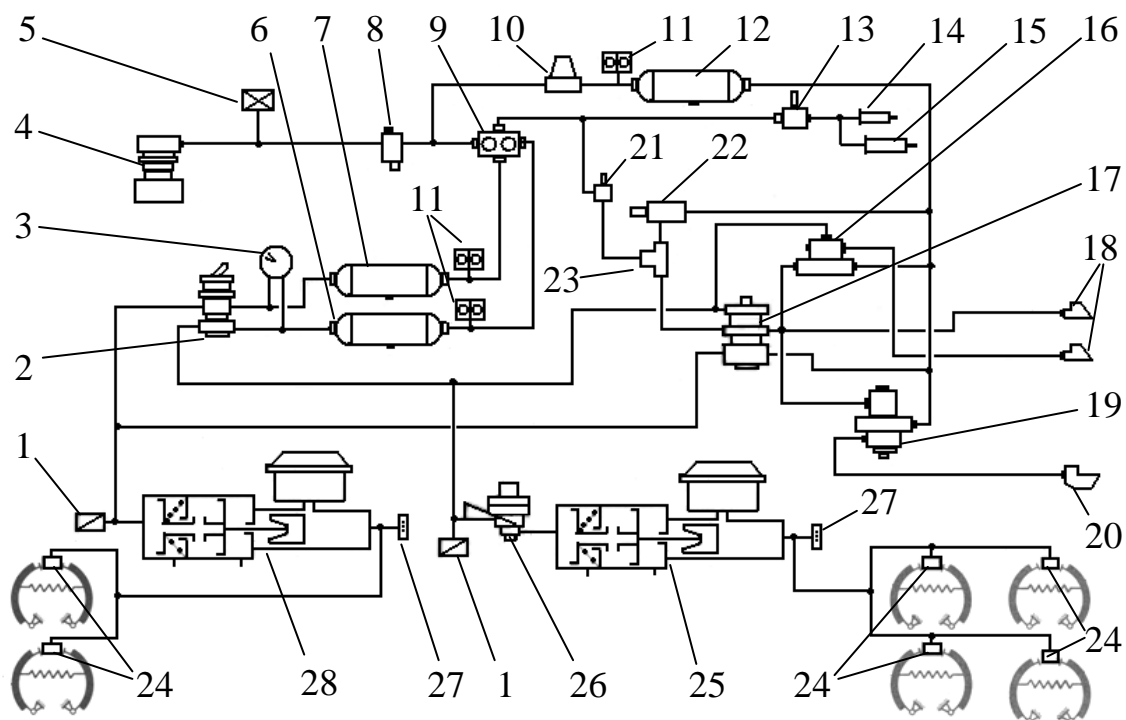


Рис. 7.1. Схема комбинированного (пневогидравлического) привода тормозной системы грузового автомобиля УРАЛ: 1 – клапаны контрольного вывода; 2 – кран тормозной; 3 – манометр двухстрелочный; 4 – компрессор; 5 – клапан буксирный; 6, 7, 12 – ресиверы; 8 – влагомаслоотделитель; 9 – клапан защитный тройной; 10 – клапан защитный одинарный; 11 – датчики падения давления; 13 – кран управления вспомогательной тормозной системой; 14 – пневматический цилиндр отключения подачи топлива; 15 – пневматический цилиндр закрытия заслонки выхлопного патрубка; 16 – клапан защитный; 17 – клапан управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом; 18 – соединительные головки; 19 – клапан управления тормозами, прицепа с однопроводным приводом; 20 – соединительная головка «типа А»; 21 – пневматический кран отключения тормозов прицепа; 22 – кран управления стояночным тормозом прицепа; 23 – клапан двухмагистральный; 24 – гидроцилиндры колесные; 25, 28 – пневогидравлические аппараты; 26 – регулятор тормозных сил; 27 – датчики включения сигнала торможения

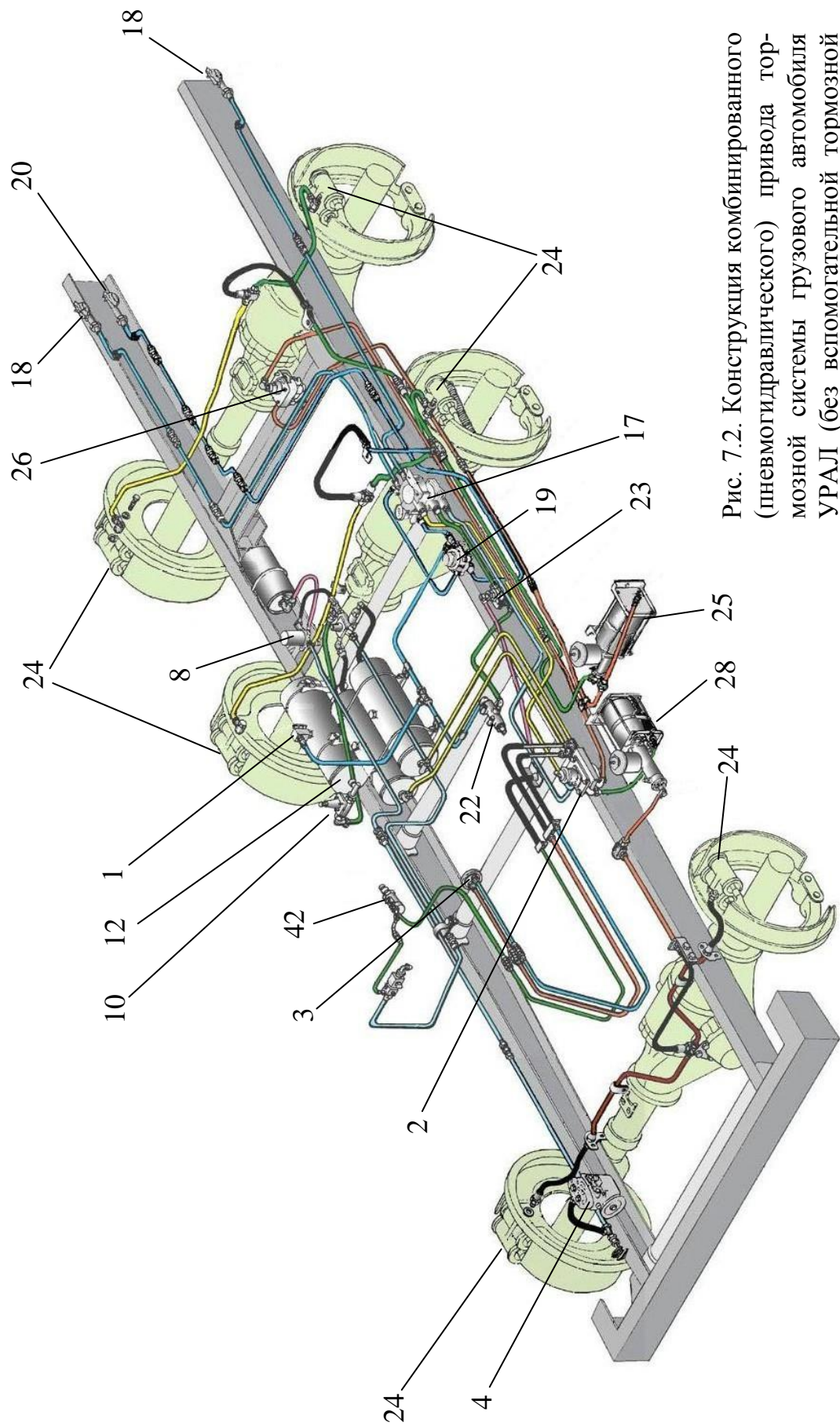


Рис. 7.2. Конструкция комбинированного (пневмогидравлического) привода тормозной системы грузового автомобиля УРАЛ (без вспомогательной тормозной системы): наименование позиций см. на рис. 7.1

Другой особенностью тормозной системы грузового автомобиля УРАЛ является наличие пневматического крана отключения тормозов прицепа 21, который позволяет произвести проверку способности стояночной тормозной системы тягача удерживать на уклоне автопоезд. Для этого необходимо затормозить автопоезд стояночным тормозом, нажать на кнопку крана отключения тормозов прицепа, и воздух выпускается из тормозных камер прицепа. При удержании кнопки в течение нескольких секунд автопоезд должен надежно удерживаться на уклоне.

Данная функция проверки связана с главным отличием пневматической части привода рассматриваемой тормозной системы автомобиля УРАЛ, в которой привод стояночной тормозной системы автомобиля механический. При включении стояночного тормоза срабатывает кран управления стояночным тормозом прицепа 22, что позволяет затормаживать прицеп его пневматической тормозной системой (см. также раздел 9).

Вспомогательная тормозная система, а также аппараты управления тормозной системой прицепа аналогичны применяемым в тормозной системе автомобилей КАМАЗ.

Гидравлическая часть рабочей тормозной системы комбинированного пневмогидравлического привода состоит из двух независимых гидравлических контуров: колес переднего и двух задних мостов. В состав каждого контура входят по одному двуполостному пневмогидравлическому аппарату 25 и 28. Конструкция аппарата показана на рис. 7.3.

При нажатии на тормозную педаль воздух от тормозного крана поступает по трубопроводу через вывод «Б» в центральное отверстие штока 6 и далее через отверстие «А» под поршень 8, что вызывает перемещение блока поршней со штоком. Между корпусом и правым торцом поршня 7 образуется зазор, через который сжатый воздух попадает под поршень 7. Таким образом, давление воздуха воздействует на два поршня, что позволяет обеспечить значительное усилие, передаваемое на поршень 11 главного тормозного цилиндра 12. Конструкция главного тормозного цилиндра аналогична показанной на рис. 3.12 в разделе 3.2. Давление жидкости в колесных гидроцилиндрах прямо пропорционально давлению воздуха в пневмоцилиндрах. Этим обеспечивается следящее действие комбинированного привода тормозов. Увеличению приводной силы в тормозных механизмах достигается также за счет использования двуполостных рабочих цилиндров, суммарная площадь поршней которых больше, чем в однополостных цилиндрах.

В пневмогидравлическом аппарате установлен датчик 10 сигнализатора неисправности рабочей тормозной системы, электрические контакты которого замыкаются при воздействии на датчик поршня 8. Это произойдет в случае утечки тормозной жидкости или при больших зазорах между колodками и барабаном тормозного механизма.

При растормаживании воздух из пневмогидравлического аппарата через тормозной кран выходит в атмосферу. Поршни главного тормозного цилиндра и пневмогидравлического аппарата под действием пружин возвращаются в исходное положение.

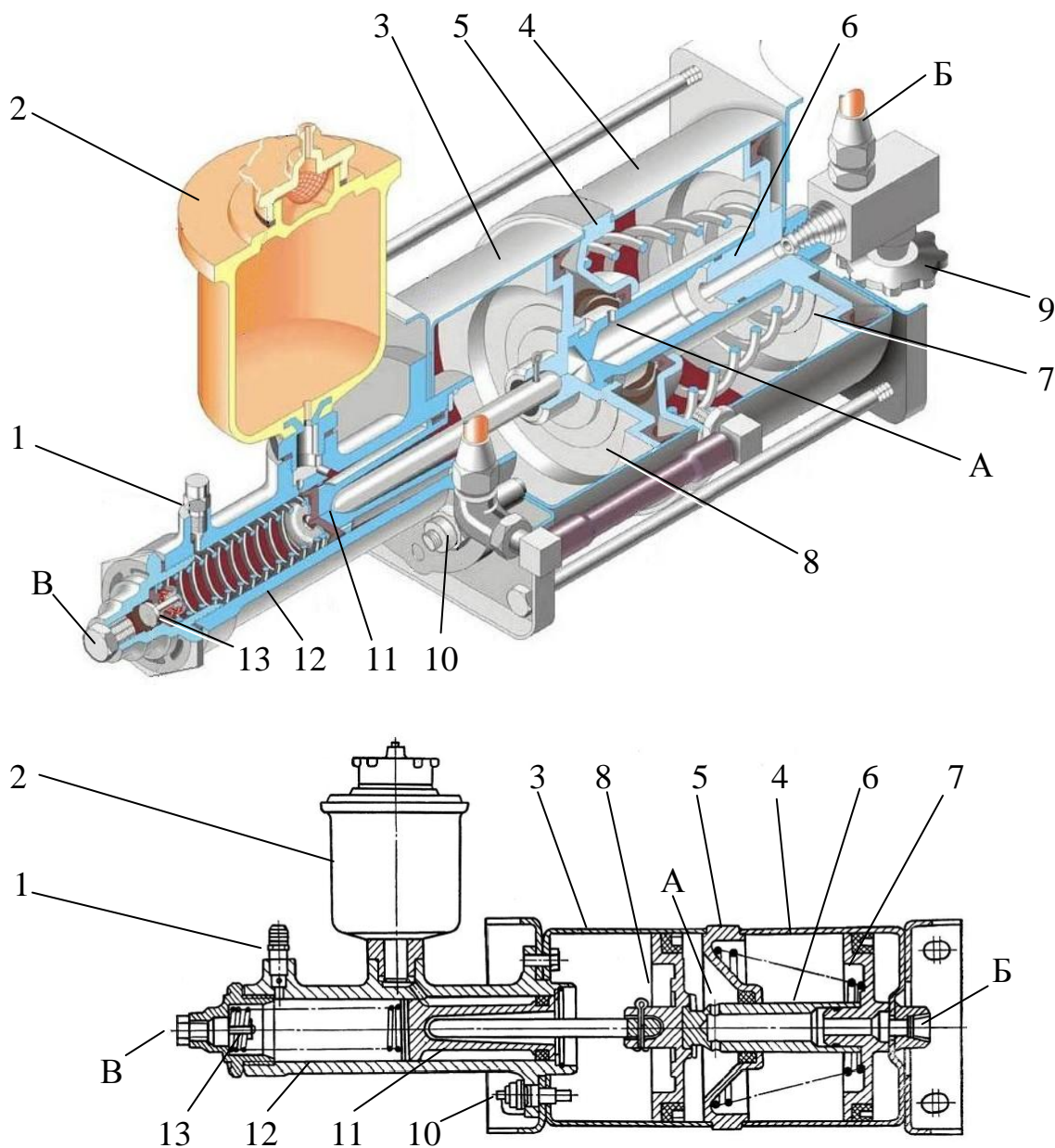


Рис. 7.3. Конструкция пневмогидравлического аппарата с главным тормозным цилиндром: 1 – клапан выпуска воздуха из гидропривода; 2 – бачок для тормозной жидкости; 3, 4 – пневмоцилиндры; 5 – проставка; 6 – шток; 7, 8 – поршни пневмоцилиндров; 9 – клапан контрольного вывода; 10 – включатель сигнализатора неисправности тормозов; 11 – поршень главного тормозного цилиндра; 12 – главный тормозной цилиндр; 13 – обратный клапан; А – радиальное отверстие; Б – вход из пневмосистемы от тормозного крана; В – выход к колесным гидроцилиндрам (на рисунке показан закрытым заглушкой)

7.2. Электропневматический тормозной привод

Комбинированный (смешанный) электропневматический тормозной привод получил распространение сравнительно недавно с развитием электронных систем управления. Он представляет собой сочетание электрического и пневматического приводов, где создание тормозных усилий осуществляется сжатым воздухом, а управление всеми аппаратами – электрическим путем.

Достоинства электропневматического привода тормозов:

- уменьшение времени срабатывания особенно тормозных механизмов удаленных осей прицепа или полуприцепа;
- возможность получения оптимального распределения тормозных сил между передними и задними колесами автомобиля;
- уменьшение тормозного пути;
- одновременности срабатывания тормозов на всех звеньях автопоезда, что способствует уменьшению сжимающих усилий в сцепке;
- увеличение устойчивости автопоезда и снижение риска складывания;
- контроль исправности элементов тормозного привода и бортовая диагностика;
- возможность управления движением автомобиля в зависимости от дорожных условий за счет использования электронного управления тормозами;
- упрощение привода, по сравнению с пневматическим.

Недостатки электропневматического привода тормозов:

- устанавливается только в рабочей тормозной системе;
- опасность нарушения контактов, сбоя в работе компьютера или механического повреждения проводников, что приводит к полному выходу тормозного привода из строя;
- необходимость наличия одного или нескольких контуров тормозной системы тягача и управления прицепом с параллельным дублированием традиционным пневматическим приводом.

Схема электропневматического привода тормозов показана на рис. 7.4. Аппараты подготовки воздуха не отличаются от применяемых в пневматическом приводе (на рисунке не показаны). В исполнительной пневматической части привода имеются независимые пневматические контуры с собственными ресиверами, комбинированный тормозной кран 8, модуляторы АБС 1, следящий электроклапан и клапан пневматического дублирования (на рисунке не показаны), комбинированный клапан 7 управления тормозами прицепа, тормозные камеры 5. Также присутствуют традиционные аппараты контуров пневмопривода стояночной и вспомогательной тормозных систем (на рисунке не показаны).

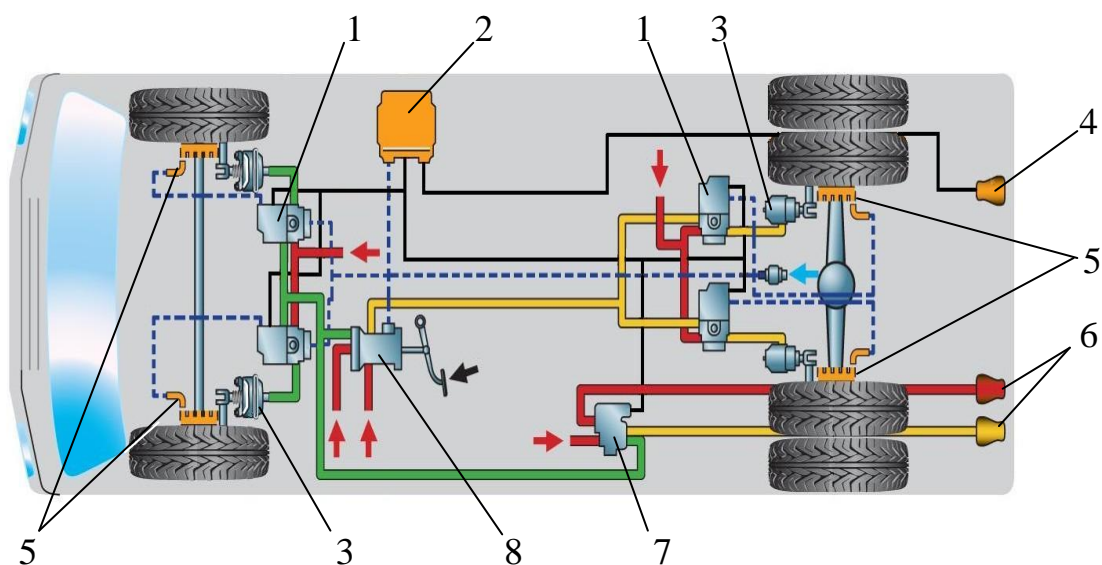


Рис. 7.4. Схема электропневматического привода автомобиля-тягача: 1 – модулятор с датчиком давления воздуха; 2 – электронный блок управления; 3 – тормозная камера; 4 – электрический разъем; 5 – датчик ABS; 6 – соединительные головки; 7 – клапан управления тормозами прицепа с двухпроводным приводом; 8 – комбинированный электропневматический тормозной кран

Управляющая электрическая часть привода содержит источник тока, электронный блок управления 2, набор датчиков давления, усилия или перемещения воздуха и электроклапанов, встроенных в аппараты привода, унифицированный для всех автомобилей электрический разъем 4 для подачи команд на прицеп. В управляющую часть могут входить датчики и клапаны других пневматических систем, например, пневматической подвески. Блок управления может обмениваться информацией с другими бортовыми электронными системами управления

При нажатии тормозной педали датчик перемещения подает в блок управления 2 пропорциональный сигнал. Блок управления обрабатывает этот сигнал, корректирует его в зависимости от степени загрузки передней и задней оси и подает команды на электроклапаны модуляторов 1 и следящего электроклапана. Электроклапаны открываются, и воздух из ресиверов поступает в тормозные камеры 3. Одновременно датчики давления аппаратов подают сигнал обратной связи в блок управления о величине давления воздуха на выходе аппаратов. Когда требуемая величина давления будет достигнута, блок управления подаст команду электроклапанам на удержание данного давления. Таким образом, в приводе обеспечивается следящее действие. Если педаль будет отпущена, то с электроклапанов снимается напряжение, воздух из тормозных камер выходит в атмосферу и торможение прекращается. Комбинированный клапан 7 управления тормозами прицепа в процессе торможения изменяет давление воздуха в управляющей магистрали, чем также обеспечивается следящее действие.

8. ВСПОМОГАТЕЛЬНАЯ ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА

В настоящем разделе рассматриваются тормозная система, определяемая согласно ГОСТ Р 41.13-2007 как «износостойкая» система, т.е. «дополнительная система торможения, обладающая способностью обеспечивать и поддерживать эффект торможения в течение длительного периода времени без значительного ухудшения эксплуатационных характеристик». Вспомогательная тормозная система уменьшает энергонагруженность тормозных механизмов рабочей тормозной системы, т.к. воздействует на трансмиссию транспортного средства.

Эта система должна сохранять скорость автомобиля до 30 км/ч на спуске с уклоном не более 7% на протяжении не менее 6 км (ОСТ 37.001.016-70). Согласно действующим стандартам, соответствующим Правилам ЕЭК ООН, «вспомогательная тормозная система, за исключением моторного замедлителя, при проверках в дорожных условиях в диапазоне скоростей 25...35 км/ч должна обеспечивать установившееся замедление не менее» $0,5...0,8 \text{ м/с}^2$ (в зависимости от типа транспортного средства).

Износостойкие тормозные системы могут быть следующих видов:

- отдельная износостойкая тормозная система, т.е. система, устройство управления которой не зависит от устройств управления рабочей и других тормозных систем;
- встроенная износостойкая тормозная система, т.е. система, устройство управления которой совмещено с устройством управления рабочей тормозной системы таким образом, что износостойкая тормозная система и рабочая тормозная система включается одновременно или в соответствующей последовательности;
- комбинированная износостойкая тормозная система, т.е. система, дополнительно оборудованная прерывателем, который позволяет с помощью общего устройства управления включать только рабочую тормозную систему.

Вспомогательной тормозной системой должны быть оборудованы грузовые автомобили полной массой больше 16 т и автобусы полной массой более 5 т. Если автомобиль с общей массой более 3,5 т предназначен для эксплуатации в горных условиях, то также используют вспомогательную тормозную систему.

Основу вспомогательной тормозной системы составляют тормоза-замедлители. В зависимости от способа формирования тормозного момента различают два типа замедлителей: первичные (взаимодействующие с двигателем) и вторичные (взаимодействующие с компонентами трансмиссии). В качестве первичных замедлителей наибольшее распространение получил моторный тормоз. На некоторых современных грузовых автомобилях применяются гидравлические замедлители вращения коленчатого

вала – акватардеры, в которых рабочим телом является охлаждающая жидкость двигателя. Вторичными замедлителями являются электродинамические и гидродинамические ретардеры (интардеры).

8.1. Моторный тормоз

Торможение двигателем является одним из способов снижения скорости автомобиля. Чтобы торможение было наиболее эффективным необходимо кроме включения низшей передачи заглушить двигатель и создать ему противодействие на выпуске. Остановка дизельного двигателя производится перемещением рейки топливного насоса в положение нулевой подачи. Противодействие на выпуске создается заслонками в выпускном коллекторе, рис. 8.1, которые при включении моторного тормоза поворачиваются и перекрывают сечение коллектора. Для нормальной работы необходимо обеспечить оптимальный размер остаточного зазора, чтобы слишком большое противодействие не привело к неконтролируемому открытию выпускного клапана под воздействием отработавших газов из соседних цилиндров. Это одна из особенностей, ограничивающих максимальный тормозной момент моторного тормоза-замедлителя. Пневматический привод такой вспомогательной тормозной системы рассмотрен в разделе 5.6.

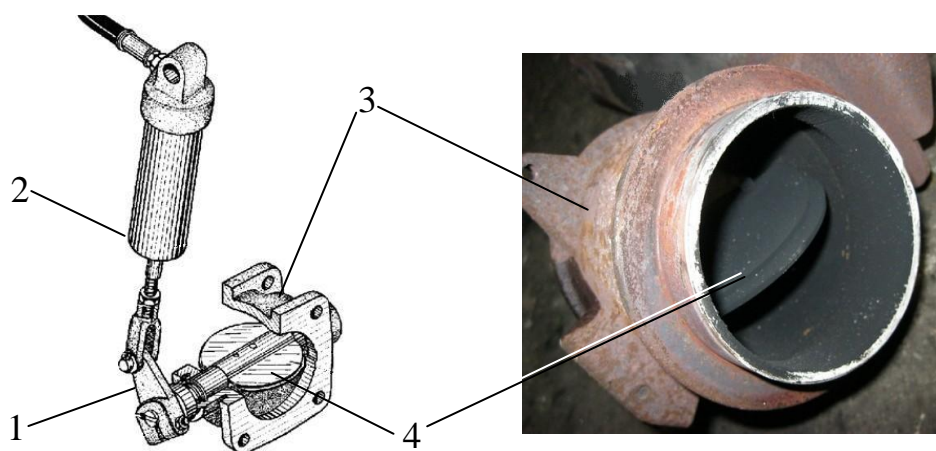


Рис. 8.1. Конструкция моторного тормоза: 1 – рычаг заслонки; 2 – пневмоцилиндр; 3 – выпускной коллектор; 4 – заслонка

Недостатками моторного тормоза являются:

- низкая эффективность при высших передачах;
- прерывание потока мощности, а следовательно и тормозного момента, при переключении передачи;
- выброс масла в воздухофильтр, поэтому необходимо наличие устройств, предотвращающих этот эффект.

Для усиления действия моторного тормоза на некоторых зарубежных грузовых автомобилях наряду с заслонками в выпускном коллекторе применяется декомпрессионный режим работы двигателя. Усиление тормозного эффекта на этом режиме заключается в том, что в начале такта расширения внутрицилиндровое пространство каким-либо образом соединяется с выпускным коллектором (декомпрессия). Газы из цилиндра выходят и не совершают положительную работу на прокручивание коленчатого вала, в результате которой тормозной эффект снижается. В результате применения режима декомпрессии эффективность вспомогательной тормозной системы увеличивается более чем в 1,5 раза. Еще больший эффект может быть получен, если обеспечить подачу газов из выпускного коллектора (область повышенного давления) в цилиндр перед началом такта сжатия, увеличив тем самым отрицательную работу сжатия.

Декомпрессионный режим может обеспечиваться различными способами. Например, путем открытия дросселирующего отверстия, соединяющего выпускной коллектор с камерой сгорания, дополнительным независимым от привода газораспределительного механизма клапаном в головке блока цилиндров. Этот клапан во время активации моторного тормоза постоянно удерживается в открытом положении. Такая система носит название «постоянный дроссель», и обладает тем недостатком, что при частотах вращения коленчатого вала двигателя ниже 900 мин^{-1} утечки на такте сжатия возрастают, тормозной эффект уменьшается.

Другой вариант – управление штатными клапанами механизма газораспределения двигателя. Выпускные клапаны приоткрываются на необходимое время в начале такта сжатия (данная функция может отсутствовать) и на такте расширения. Для этого используются, например, промежуточное звено (плунжер), который устанавливается между толкателем и стержнем клапана и под действием управляющей гидросистемы изменяет длину привода выпускного клапана. Существует и другое техническое решение – плунжер, встроенный в коромысло, уходит вслед за клапаном вниз, а моторное масло, поступающее через отдельный канал при включении моторного тормоза, давит на плунжер и удерживает клапан в приоткрытом состоянии.

Техническое решение, примененное на грузовиках IVECO и Volvo, показано на рис. 8.2. На кулачках распределительного вала 3 выполнены дополнительные кулачки 4 (на рисунке виден только один). Пока система не включена, они не воздействуют на коромысло 5 из-за зазоров в механизме. При включении моторного тормоза, моторное масло подается в гидроцилиндр 8, поршень которого слегка поворачивает рычаг 7 (по рисунку – против часовой стрелки). В результате поворачивается на своей оси коромысло 5, связанное с рычагом 7 валом 6. Зазор в механизме уменьшается, дополнительные кулачки воздействуют на коромысло 5, выпускные клапаны 2 начинают приоткрывать в начале такта сжатия и на такте расширения.

Сочетание моторного и декомпрессионного тормоза расширяют диапазон эффективной работы вспомогательной тормозной системы.

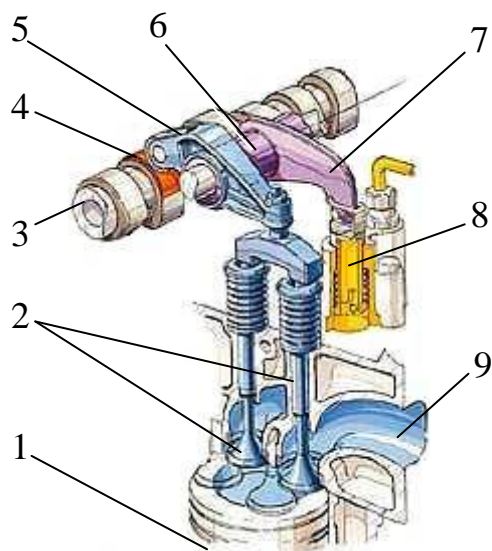


Рис. 8.2. Конструкция газораспределительного механизма двигателя грузового автомобиля с декомпрессионным моторным тормозом: 1 – поршень двигателя; 2 – выпускные клапаны; 3 – распределительный вал; 4 – дополнительный кулачок; 5 – коромысло привода выпускных клапанов; 6 – соединительный вал; 7 – управляющий рычаг; 8 – гидроцилиндр; 9 – выпускной канал

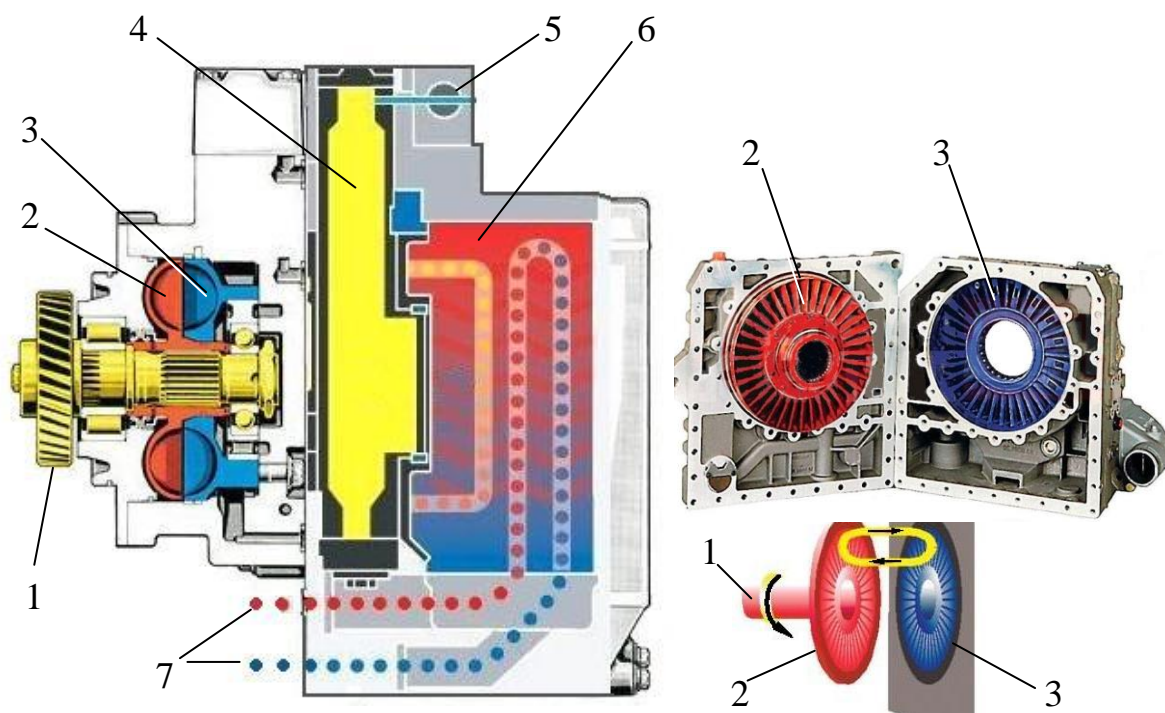
В данном разделе следует отметить еще одну разновидность моторного тормоза – это турботормоз. Основу системы составляет турбокомпрессор с изменяемой геометрией направляющего аппарата. При включении моторного тормоза специальный механизм уменьшает поперечное сечение на входе в турбину. В результате возрастает скорость вращения турбины и давление наддува. Наполнение цилиндра увеличивается, увеличивается и отрицательная работа сжатия, т.е. тормозной момент. Время реакции турботормоза варьируется в диапазоне от одной до десяти секунд, в зависимости от начальных частот вращения коленчатого вала двигателя и вала турбокомпрессора. Турботормоз обеспечивает поступательное увеличение замедления.

8.2. Трансмиссионный тормоз

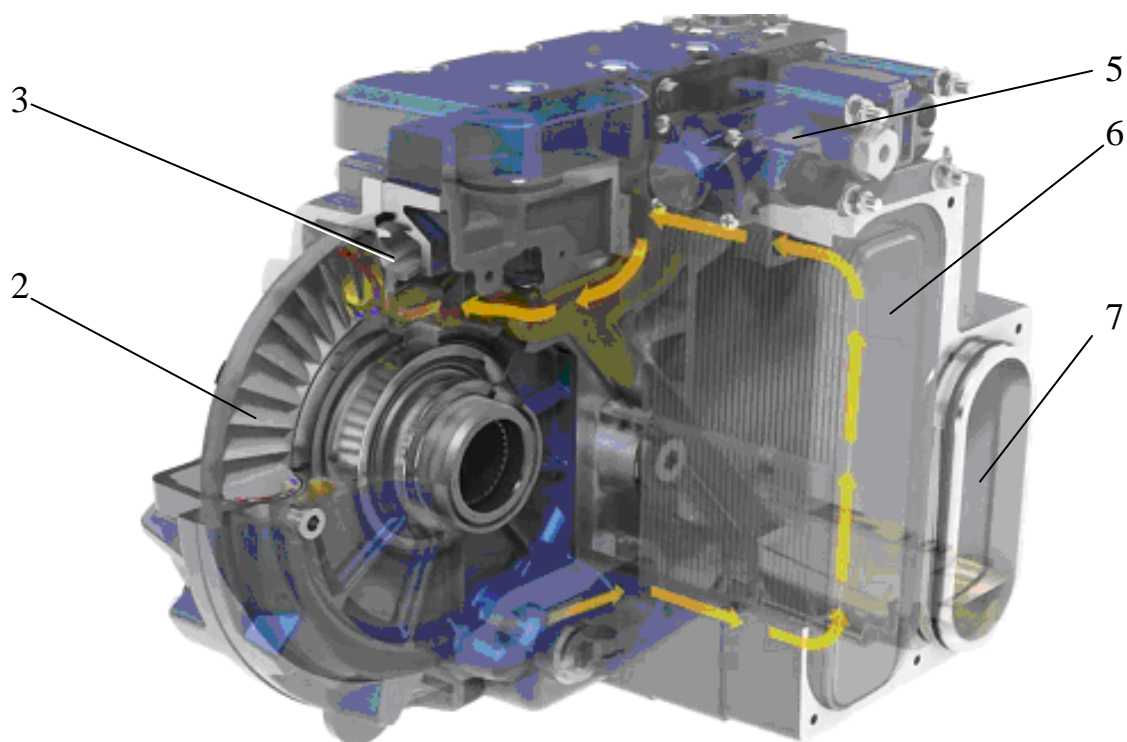
Рассмотренные типы моторных тормозов на высоких частотах вращения коленчатого вала двигателя заметно теряет свои свойства. Поэтому в качестве дополнения на грузовиках средней и большой грузоподъемности, а также на автобусах большого класса используются трансмиссионные замедлители.

Простейшим трансмиссионным замедлителем является фрикционный тормозной механизм, установленный на корпусе коробки передач и воздействующий на ее вторичный вал. Однако, в силу наличия механического трения такой механизм не применим для длительного непрерывного использования, т.е. во вспомогательной тормозной системе.

Широкое распространение в качестве трансмиссионных тормозов вспомогательной (износостойкой) тормозной системы получили гидродинамические тормоза-замедлители – ретардеры, рис. 8.3.



а)



б)

Рис. 8.3. Схема (а) и конструкция (б) тормоза-ретардера: 1 – входной вал; 2 – насосное (подвижное) колесо; 3 – турбинное (неподвижное) колесо; 4 – емкость с рабочей жидкостью; 5 – управляющие клапаны; 6 – теплообменник; 7 – выходы в систему охлаждения двигателя автомобиля

Гидродинамические тормоза-замедлители представляют собой гидромфту, насосное колесо 2 которой связано с валом коробки передач. Турбинное колесо 3 ретардера жестко закреплено в его корпусе. Зачастую ретардер имеет свой гидравлический насос для подачи рабочей жидкости (масла) в полость муфты, что происходит при включении вспомогательного тормоза и, как следствие, срабатывании управляющих клапанов 5. Интенсивность торможения зависит от степени заполнения полости муфты рабочей жидкостью. При торможении механическая энергия превращается в тепловую, которая отводится с помощью теплообменника 6 в систему охлаждения двигателя, что ограничивает мощность ретардера. Для снятия подобных ограничений ретардер может иметь собственный радиатор охлаждения, установленный вместе с радиатором двигателя, рис. 8.4.

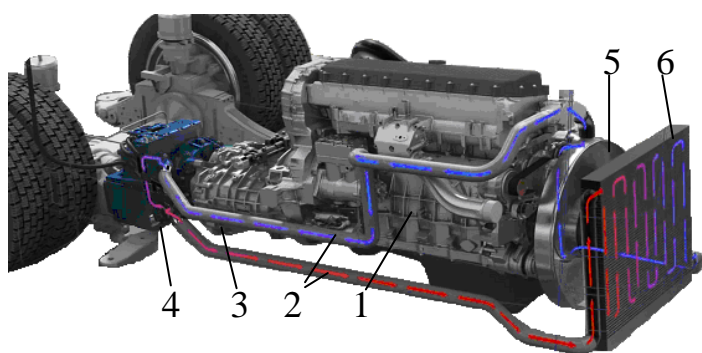


Рис. 8.4. Установка ретардера в трансмиссии автобуса: 1 – двигатель; 2 – трубопроводы системы охлаждения ретардера; 3 – коробка передач; 4 – ретардер; 5 – вентилятор системы охлаждения двигателя; 6 – радиатор ретардера

Гидродинамический тормоз-замедлитель может быть установлен на первичном вале коробки передач, например, коробка передач автомобилей БЕЛАЗ, рис. 8.5. Однако, при такой компоновке изменение тормозного момента путем переключения передач не представляется возможным.

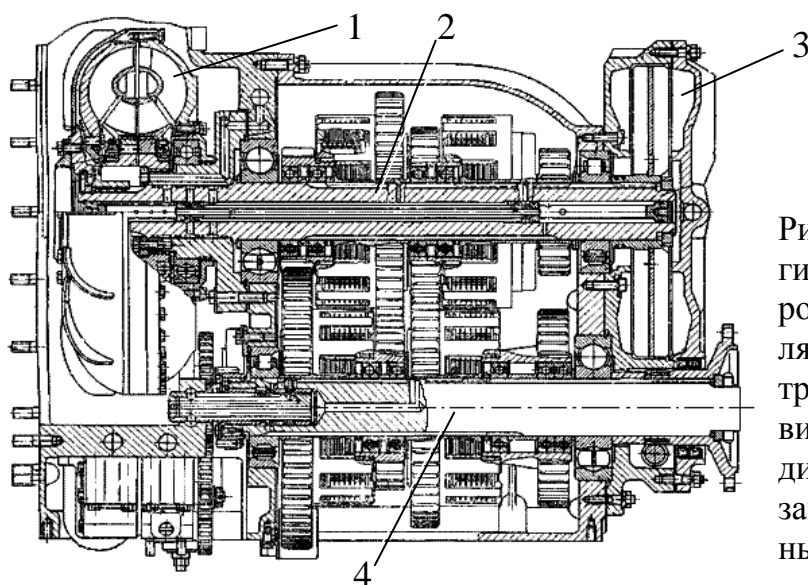


Рис. 8.5. Конструкция гидромеханической коробки передач автомобиля БЕЛАЗ: 1 – гидротрансформатор; 2 – первичный вал; 3 – гидродинамический тормоз-замедлитель; 4 – вторичный вал

Наиболее эффективным является установка ретардера на вторичном валу коробки передач, рис. 8.6. При этом насосное колесо связано напрямую с фланцем крепления карданной передачи.

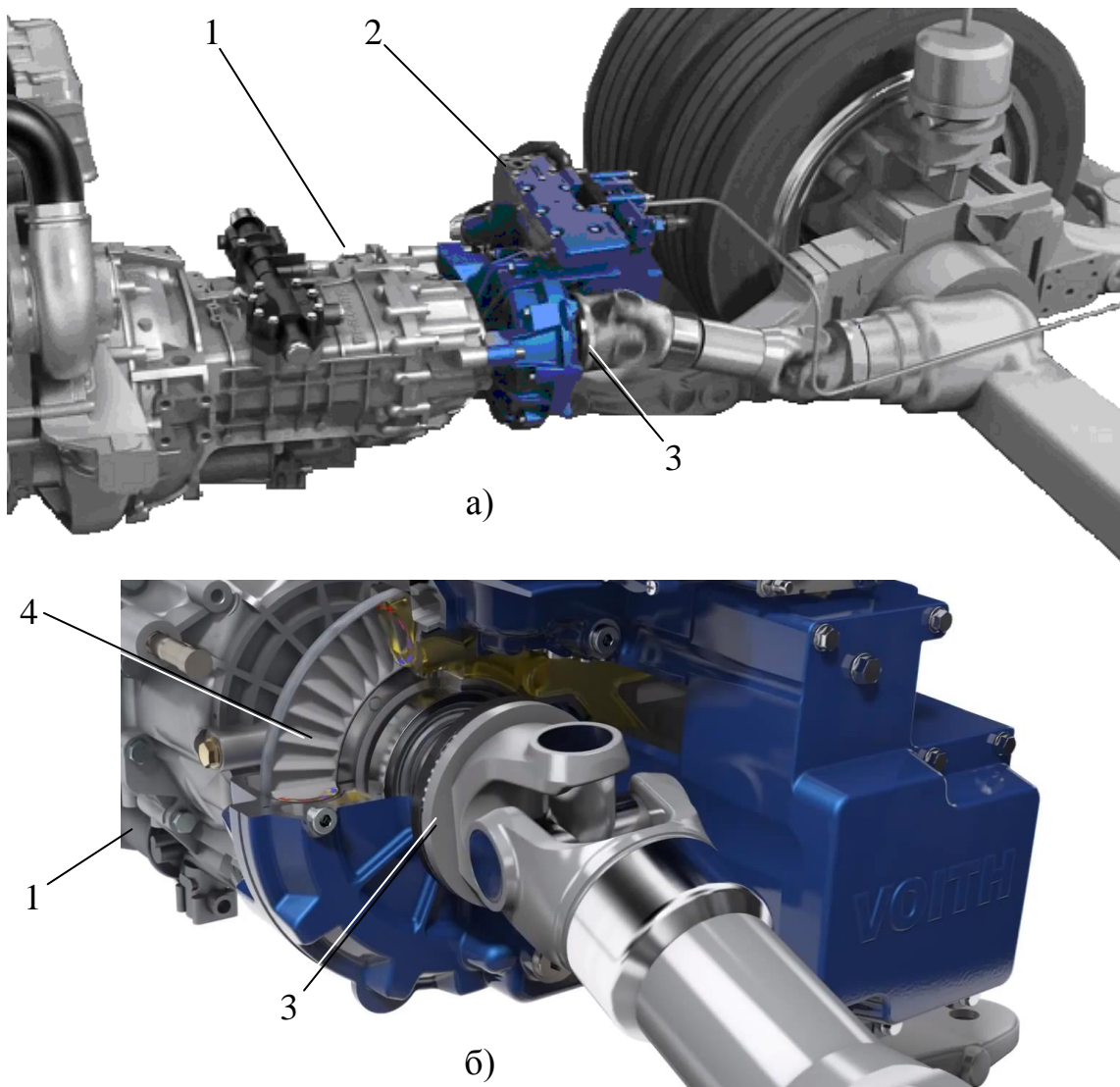


Рис. 8.6. Установка ретардера в трансмиссии (а), соединение карданной передачи с ретардером (б): 1 – коробка передач; 2 – ретардер; 3 – фланец крепления карданной передачи; 4 – насосное (подвижное) колесо ретардера

Преимущества гидродинамических тормозов-замедлителей:

- простота конструкции и обслуживания;
- высокая энергоемкость при малых габаритных размерах;
- плавность включения;
- отсутствие изнашиваемых от трения деталей;
- возможность регулирования эффективности действия;
- стабильность тормозных характеристик.

В ряде случаев гидродинамические тормоза-замедлители интегрируются с коробкой передач и имеют отдельную зубчатую передачу от вторичного вала, рис. 8.7. Такие тормоза-замедлители называются «интардеры» и расположены в стороне от выходного фланца вторичного вала. Преимущество интардера – уменьшение габаритных размеров коробки передач в сборе с тормозом-замедлителем.

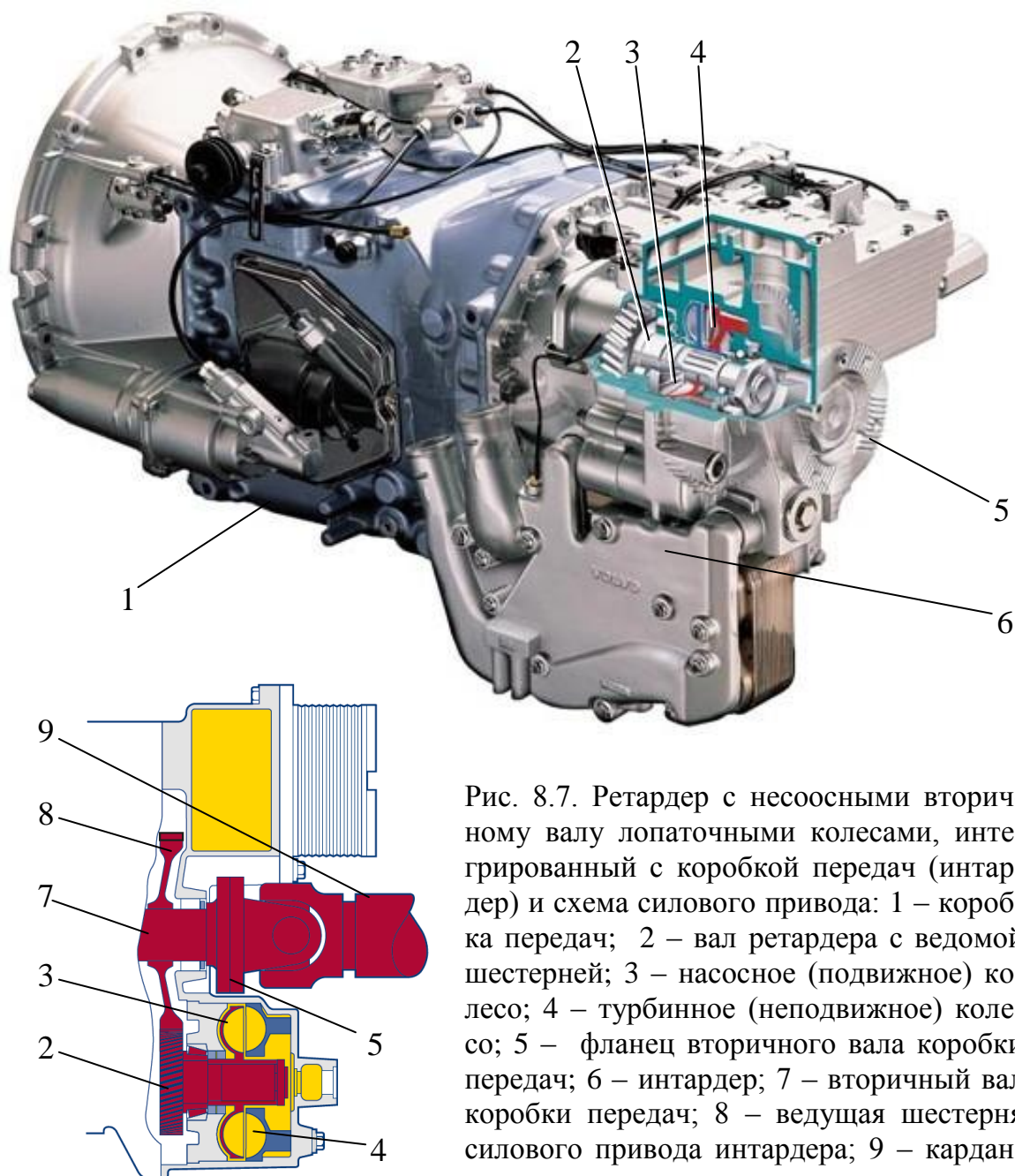


Рис. 8.7. Ретардер с несоосными вторичному валу лопаточными колесами, интегрированный с коробкой передач (интардер) и схема силового привода: 1 – коробка передач; 2 – вал ретардера с ведомой шестерней; 3 – насосное (подвижное) колесо; 4 – турбинное (неподвижное) колесо; 5 – фланец вторичного вала коробки передач; 6 – интардер; 7 – вторичный вал коробки передач; 8 – ведущая шестерня силового привода интардера; 9 – карданная передача

Одной из последних разработок немецкой компании Voith (крупнейший европейский производитель ретардеров) является гидродинамический

тормоз-замедлитель, работающий на охлаждающей жидкости двигателя – акватардер, рис. 8.8.

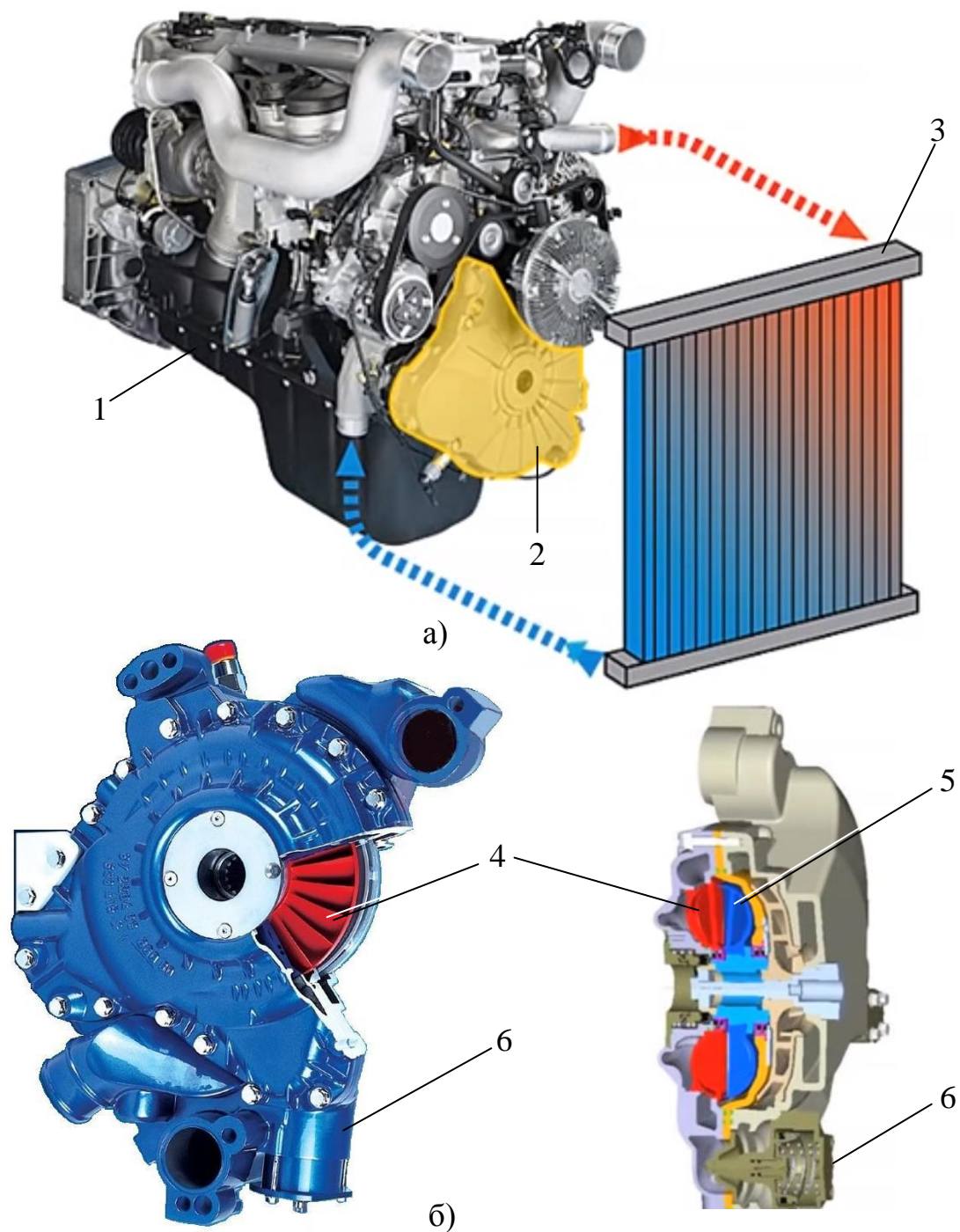


Рис. 8.8. Установка акватардера на двигателе (а), конструкция акватардера (б): 1 – двигатель; 2 – акватардер; 3 – радиатор двигателя; 4 – насосное (подвижное) колесо акватардера, связанное с носком коленчатого вала двигателя; 5 – турбинное (неподвижное) колесо; 6 – управляющий клапан

Он устанавливается перед двигателем, что дает возможность отказаться от трубопроводов системы охлаждения. Создаваемый им тормозной момент (1800 Нм) меньше, чем у масляных трансмиссионных ретардеров, из-за меньшей вязкости рабочей жидкости и ограничений по теплоотдаче в систему охлаждения двигателя. При этом в паре с моторным тормозом эффективность акватардера достаточно высокая.

8.3. Электродинамический трансмиссионный тормоз

Электродинамические (индукционные) замедлители – электроретардеры – выполняются в виде автономных агрегатов, которые сравнительно просто компонуются на автотранспортном средстве, рис. 8.9. Применяются на автобусах, грузовых автомобилях полной массой от 3,5 до 40 т и на тяжелых прицепах.

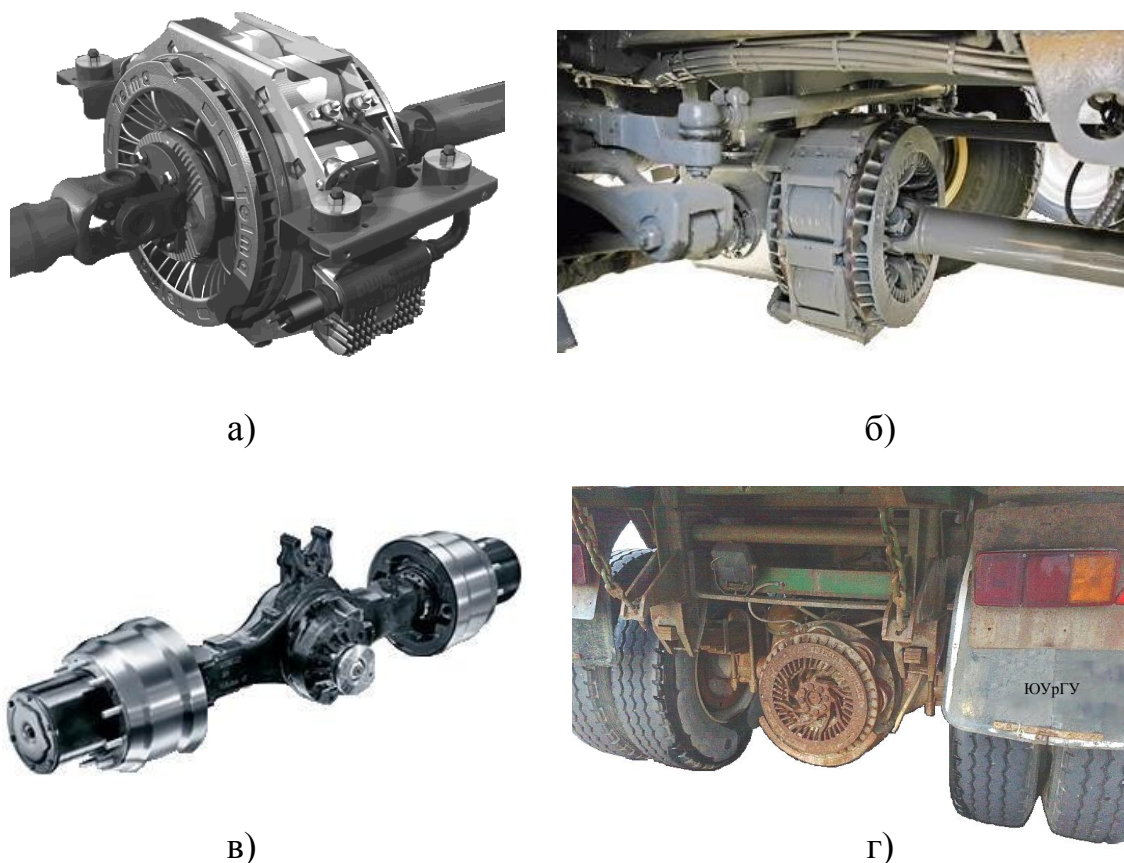


Рис. 8.9. Общий вид электродинамического тормоза-замедлителя (а) и варианты его установки в трансмиссии (б, в, г)

По типу размещения на шасси автомобиля электроретардеры можно разделить на две основные группы: карданные и трансмиссионные. В первом случае замедлитель устанавливается между коробкой передач и ведущим мостом и является также промежуточной опорой карданной передачи,

рис. 8.9а. При таком способе установки трансмиссия не подвергается излишним перегревам, а также обеспечивается относительно свободный доступ для обслуживания узла.

При трансмиссионном способе установки электроретардер комплектуется либо непосредственно на КП, рис. 8.9б, либо на ведущем мосту, рис. 8.9в и 8.9г. В последнем случае увеличивается неподрессоренная масса.

Конструкция электродинамического замедлителя показана на рис. 8.10. Замедлитель представляет собой электрическую муфту скольжения, в которой ротор в виде двух стальных дисков 1 связан с трансмиссионным валом 4. На корпусе статора закреплены электромагниты 3. Зазоры между дисками ротора и электромагнитами составляют 0,5...2 мм.

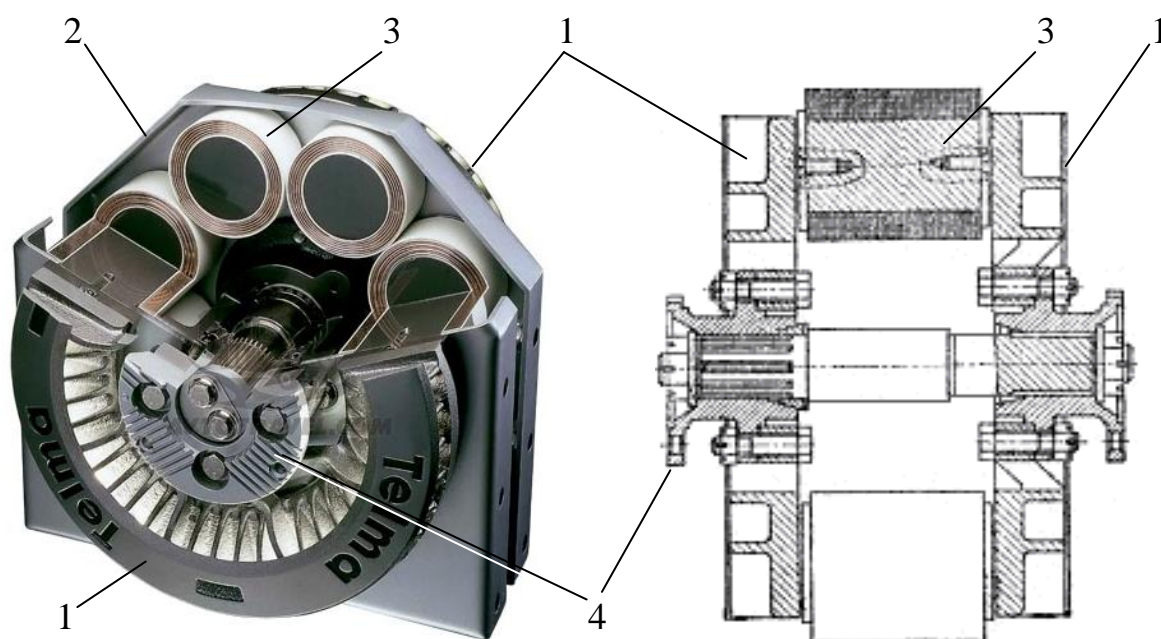


Рис. 8.10. Конструкция электродинамического тормозного механизма:
1 – диски ротора; 2 – корпус; 3 – электромагниты; 4 – вал

При возбуждении обмотки электромагнитов создается магнитный поток, пересекаемый дисками ротора, в которых наводятся вихревые токи (токи Фуко). Токи Фуко создают магнитный поток вокруг дисков ротора, взаимодействие двух магнитных потоков приводит к возникновению сил, действующих в направлении, противоположном вращению ротора. В результате этого создается тормозной момент, действующий на приводной вал 4 и зависящий от степени возбуждения, в том числе, от количества подключенных к работе катушек. При торможении температура дисков ротора повышается, теплоотводу способствует ребрение дисков.

Электроретардеры отличаются высокой эффективностью даже при низкой частоте вращения ротора, отсутствием специальной системы охлаждения, простой обслуживания, удобным дистанционным управлением. Также

они могут быть установлены на находящиеся в эксплуатации автомобили. Интеграция со штатными средствами активной безопасности (ABS, ESP) позволяет автоматически регулировать тормозной момент.

К недостаткам электроретардеров следует отнести сравнительно большую массу, значительный момент инерции ротора, расход энергии от бортовой сети автомобиля, перегрев катушек вследствие высокого тепловыделения, высокая стоимость их замены.

В заключение следует отметить, что современные грузовые автомобили оснащаются не одним типом замедлителя, а их комбинацией. Эти замедлители интегрированы в единую систему управления торможением и являются частью комплексной системы активной безопасности.

9. СТОЯНОЧНАЯ ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА

Стояночная тормозная система служит для удержания неподвижного автомобиля на месте, а также применяется для предотвращения скатывания транспортного средства назад при старте на подъеме. Воздействует либо на трансмиссию, либо на задние колеса автомобиля. Согласно требованиям ГОСТ Р 41.13-2007 (Правил ЕЭК ООН №13-10) система стояночного тормоза, даже если она связана с одной из остальных тормозных систем, должна удерживать груженое транспортное средство, остановившееся на спуске или подъеме с уклоном 18 %. На транспортных средствах, которые допускаются к буксировке прицепа, система стояночного тормоза тягача должна удерживать весь состав на спуске или на подъеме с уклоном в 12 %.

Как и любая другая тормозная система, стояночная тормозная система состоит из тормозного привода и тормозных механизмов. В качестве тормозных механизмов, как правило, используются тормозные механизмы задних колес рабочей тормозной системы. В легковых автомобилях при дисковых задних тормозных механизмах в ряде случаев применяются встроенные барабанные тормозные механизмы.

Виды привода стояночной тормозной системы:

- механический;
- пневматический (см. раздел 5.4);
- электромеханический;
- электрический.

Механический привод осуществляется при помощи ручного рычага, либо дополнительной педали, управляемой ногой водителя. Передача усилия от органа управления осуществляется тросом (привод на тормозные механизмы задних колес – рис. 9.1 на примере автомобиля ВАЗ-2107), либо рычагами и тягами (трансмиссионный стояночный тормоз – рис. 9.3 и 9.4). Привод стояночного тормоза оснащен устройством, обеспечивающим его регулировку в процессе эксплуатации.

Механический тросовый привод, рис. 9.1, работает следующим образом. При повороте рычага 2 по часовой стрелке происходит натяжение переднего троса 4 влево по рисунку, который передвигает за собой направляющую 5. Движение направляющей 5 вперед вызывает натяжение заднего троса 7, концы которого закреплены на рычагах 11 тормозных механизмов обоих задних колес.

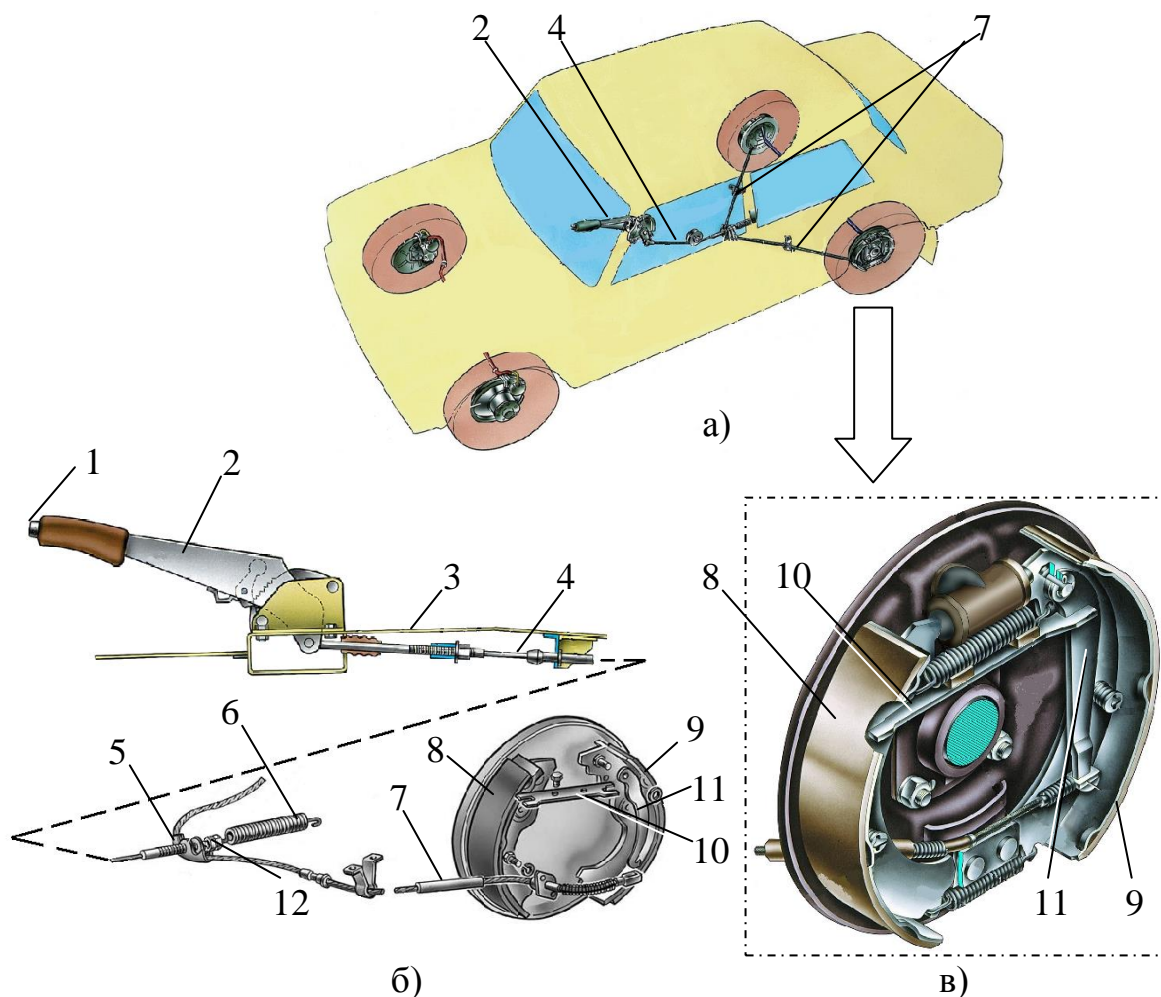


Рис. 9.1. Стояночная тормозная система легкового автомобиля: а – компоновка, б – конструкция, в – привод барабанного тормозного механизма; 1 – кнопка фиксатора; 2 – рычаг; 3 – пол салона; 4 – передний трос; 5 – направляющая заднего троса; 6 – оттяжная пружина; 7 – задний трос; 8 – передняя тормозная колодка; 9 – задняя тормозная колодка; 10 – распорная планка; 11 – рычаг привода тормозных колодок для включения стояночного тормоза; 12 – регулировочная гайка

Рычаг 11 имеет ось вращения на задней колодке 9 и средней частью упирается в задний конец планки 10. Передний конец планки упирается в переднюю колодку 8. При повороте рычага 11 от натяжения троса 7 колодка 9, «отталкиваясь» от планки 10, поворачивается по часовой стрелке (для тормозного механизма левого заднего колеса, показанного на рис. 9.1) и

прижимается к тормозному барабану. Планка 10, передвигаясь вперед, заставляет поворачиваться и прижиматься к тормозному барабану и переднюю колодку 8. При включении стояночного тормоза оба механизма срабатывают аналогично.

Сила натяжения тросов, а, следовательно, и тормозной момент зависят от угла поворота рычага 2, имеющего порядка пяти фиксированных положений. Кнопка 1 необходима для отключения фиксатора при растормаживании. В процессе эксплуатации происходит вытяжка приводных тросов, поэтому периодически производится восстановление их предварительного натяжения регулировочной гайкой 12, см. также рис. 9.2. При демонтаже тормозного барабана трос 7 должен быть полностью ослаблен выкручиванием гайки 12.

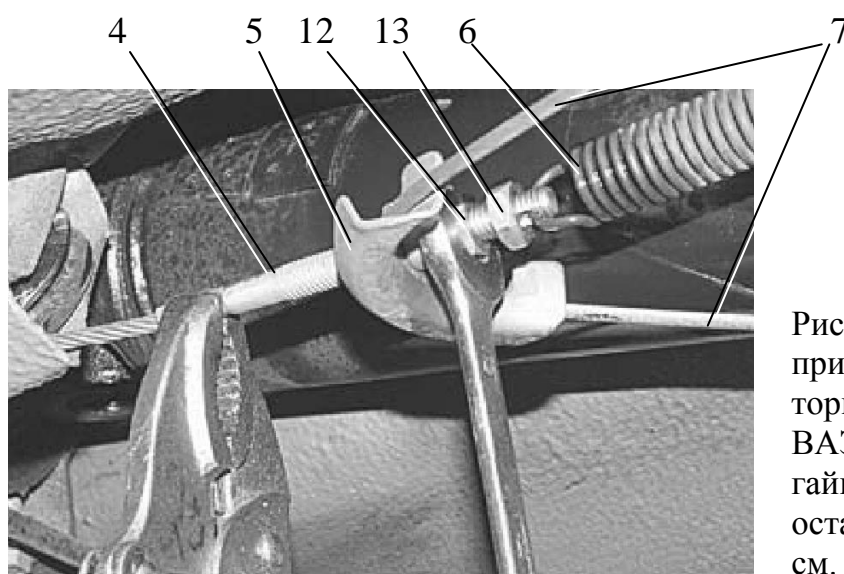


Рис. 9.2. Регулировка привода стояночного тормоза автомобиля ВАЗ-2107: 13 – контргайка; наименование остальных позиций – см. рис. 9.1

На грузовых автомобилях могут устанавливаться трансмиссионные тормозные механизмы на корпусе коробки передач для заднеприводных автомобилей, рис. 9.3, либо на корпусе раздаточной коробки для полноприводных автомобилей. На рис. 9.4 показан механический привод стояночного тормоза полноприводных грузовых автомобилей УРАЛ. Усилие от рычага управления 6 передается тормозному механизму 1 посредством тяг 3, 4 и 5. Особенностью данной стояночной тормозной системы является наличие привода крана управления стояночным тормозом прицепа тягой 7 (см. также раздел 7.1). Таким образом, автомобиль затормаживается механическим приводом стояночного тормоза, а прицеп (при его наличии) – его пневматической тормозной системой. Конструкция крана управления стояночным тормозом прицепа представлена на рис. 9.5 (золотник 6 показан в промежуточном положении). При опущенном рычаге стояночного тормоза золотник 6 смещен влево, и воздух из баллона через вывод «Б» крана управления поступает к соответствующему выводу клапана управ-

ления тормозами прицепа с двухпроводным приводом (описание работы этого клапана дано в разделе 5.8.2). При включении стояночного тормоза золотник крана управления смещается вправо, соединяя указанный вывод клапана управления тормозами прицепа с атмосферой через вывод «В», что приводит к срабатыванию привода тормоза прицепа.

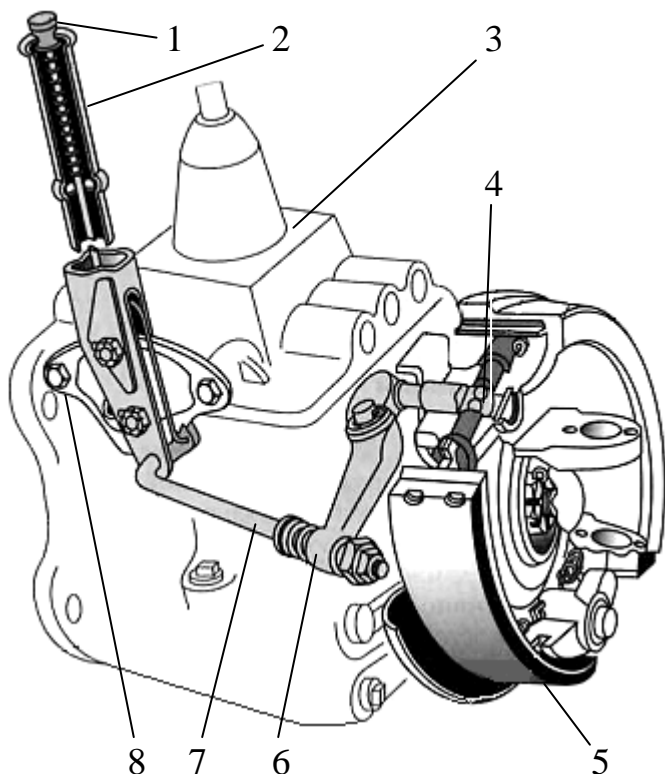


Рис. 9.3. Механический привод трансмиссионного стояночного тормоза грузового автомобиля ГАЗ: 1 – кнопка фиксатора; 2 – рычаг управления стояночным тормозом; 3 – коробка передач; 4 – клиновой разжимной механизм; 5 – барабанный тормозной механизм; 6 – рычаг привода толкателя; 7 – продольная тяга; 8 – зубчатый сегмент

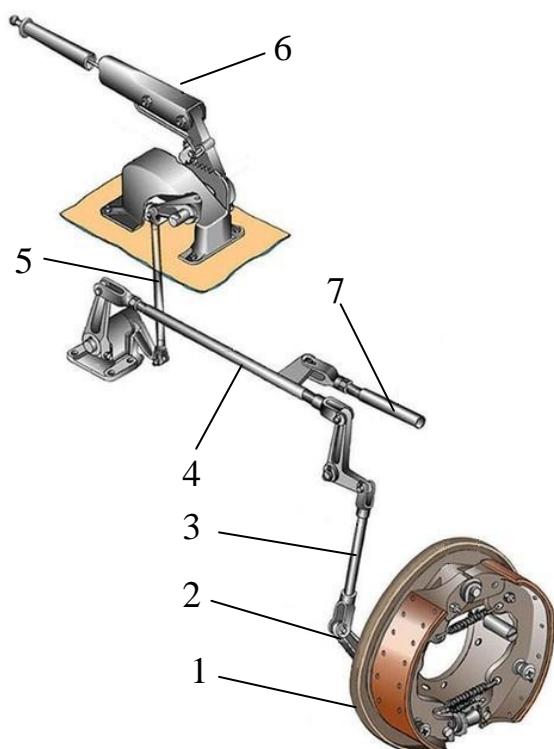


Рис. 9.4. Механический привод трансмиссионного стояночного тормоза автомобиля УРАЛ: 1 – трансмиссионный барабанный тормозной механизм; 2 – рычаг привода разжимного механизма; 3, 4, 5 – тяги; 6 – рычаг управления стояночным тормозом; 7 – тяга привода тормозного крана прицепа

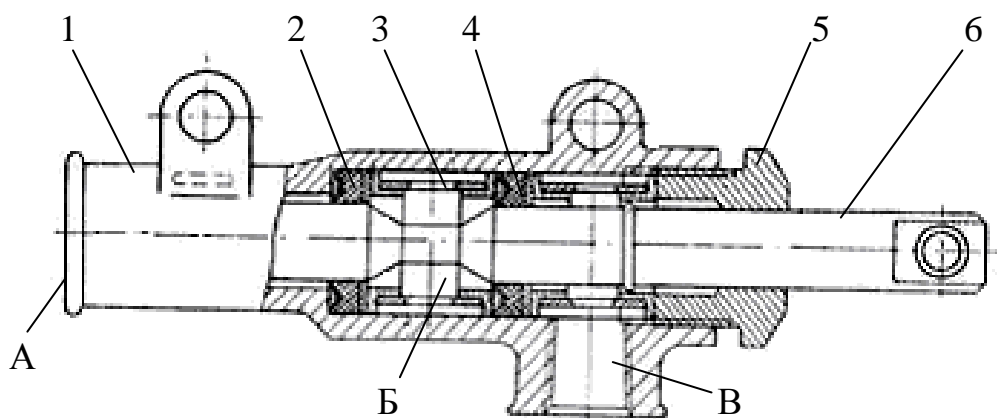


Рис. 9.5. Конструкция крана управления стояночным тормозом прицепа грузовых автомобилей УРАЛ: 1 – корпус; 2 и 4 – уплотнительные манжеты; 3 – втулка; 5 – направляющая золотника; 6 – золотник; А – вывод из воздушного баллона; Б – вывод к клапану управления тормозами прицепа; В – вывод в атмосферу

Трансмиссионный барабанный тормозной механизм стояночного тормоза грузового автомобиля УРАЛ, рис. 9.6, с самоусилением и по конструкции разжимного устройства отличается от колесных тормозных механизмов этого автомобиля.

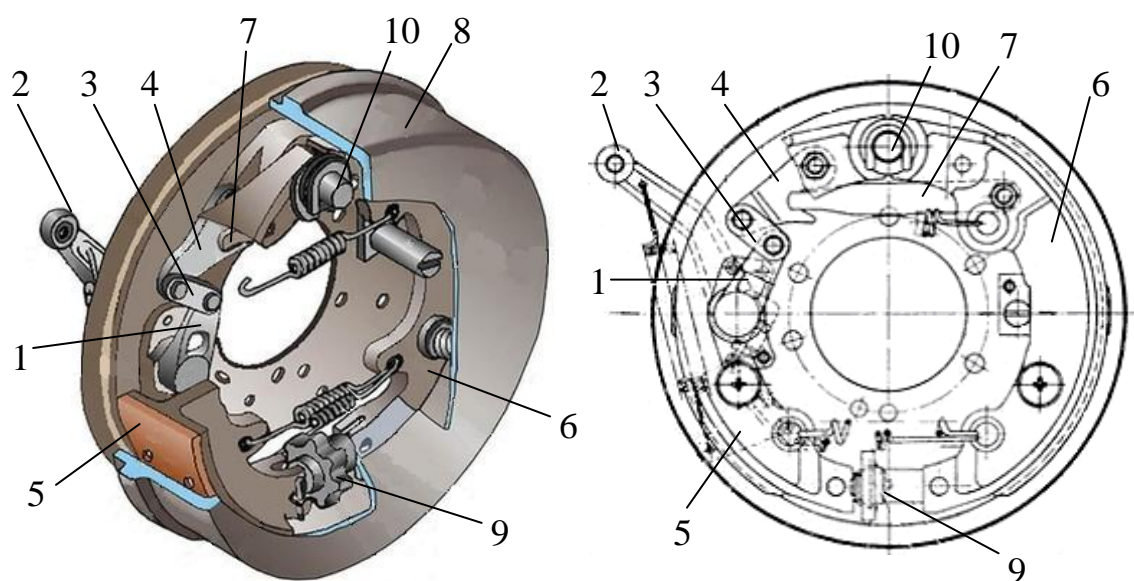


Рис. 9.6. Трансмиссионный барабанный тормозной механизм стояночного тормоза грузового автомобиля УРАЛ: 1 – рычаг; 2 – рычаг привода разжимного механизма; 3 – серьга; 4 – разжимной рычаг; 5 и 6 – тормозные колодки; 7 – штанга; 8 – тормозной барабан, 9 – регулировочное устройство; 10 – опорный палец

При торможении рычаг привода разжимного механизма 2 поворачивается по часовой стрелке. Усилие передается через рычаг 1, серьгу 3 на раз-

жимной рычаг 4. При вращении тормозного барабана 8 по часовой стрелке приводное усилие передается от рычага 4 через штангу 7 к правой колодке 6. Колодка отходит от опорного пальца 10 и прижимается к тормозному барабану. При этом колодка, вследствие трения, захватывается барабаном, смещается в сторону вращения и через регулировочное устройство 9 прижимает левую колодку 5 к опорному пальцу и барабану. При вращении тормозного барабана против часовой стрелки рычаг 4, опираясь на штангу 6, передает приводное усилие к левой колодке 5. Колодка отходит от опорного пальца 10 и прижимается к тормозному барабану. Колодка, вследствие трения, захватывается барабаном, смещается в сторону вращения и через регулировочное устройство прижимает правую колодку 6 к опорному пальцу и барабану.

На ряде современных легковых автомобилях применяется механический привод стояночного тормоза, управляемый ножной pedalью. На рис. 9.7 показана конструкция такого привода, применяемого в легковом автомобиле Audi Q7 (показан тормозной механизм только одного колеса).

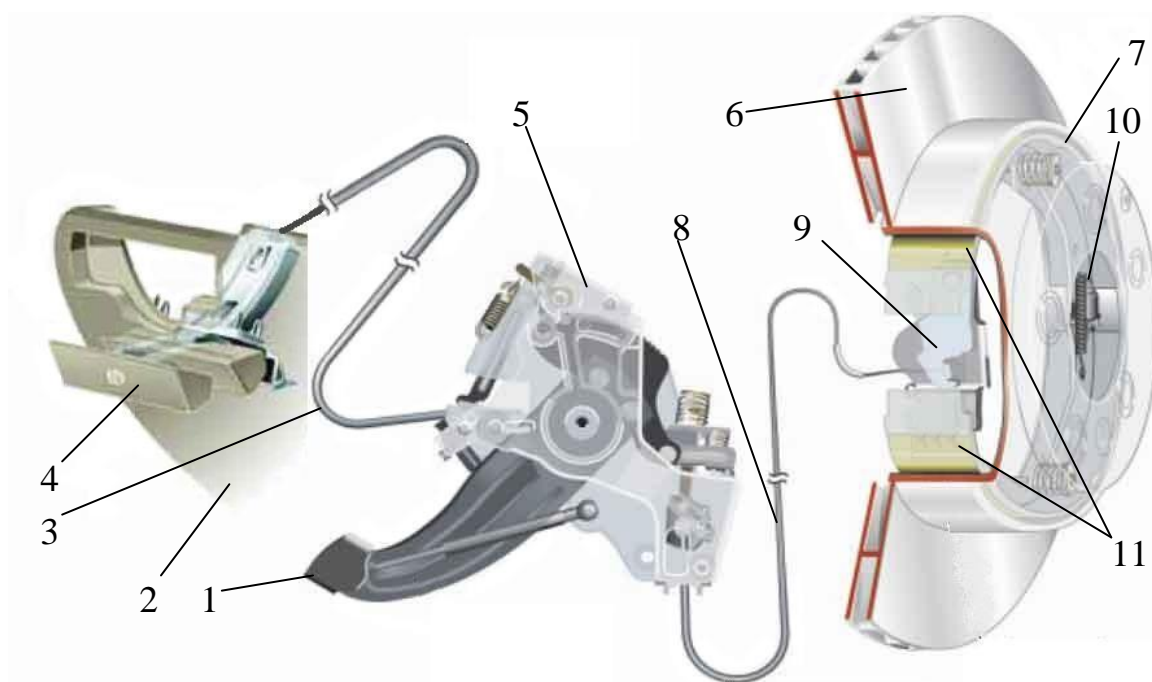


Рис. 9.7. Механический привод стояночного тормоза легкового автомобиля Audi Q7: 1 – педаль управления стояночным тормозом; 2 – передняя панель салона автомобиля; 3 – трос привода механизма разблокировки; 4 – рукоятка разблокировки стояночного тормоза; 5 – узел педали привода стояночного тормоза; 6 – диск тормозного механизма рабочей тормозной системы; 7 – встроенный барабанный тормозной механизм стояночной тормозной системы; 8 – трос привода тормозных механизмов; 9 – разжимной механизм; 10 – регулировочный винт; 11 – тормозные колодки

Включение стояночного тормоза производится нажатием на педаль 1. При нажатии педаль 1 проворачивается вокруг своей оси и тянет вверх трос 8 стояночного тормоза. В нажатом состоянии педаль фиксируется храповиком 5, рис. 9.8, который входит в зацепление с зубчатым сегментом 4, неподвижно соединенным с педалью 1. Храповик 5 установлен на оси 6 и прижимается к зубчатому сегменту 4 пружиной. При зафиксированной педали 1 трос 8 привода тормозных механизмов остается натянутым, а стояночный тормоз включенным. Выключение стояночного тормоза производится воздействием на рукоятку 4, рис. 9.7, в результате которого трос 3 привода механизма разблокировки натягивается, фиксирующий храповик проворачивается на своей оси и выходит из зацепления с зубчатым сегментом. Педаль 1 разблокируется и благодаря демпфирующему действию газового упора плавно возвращается в исходное положение. Трос 8 ослабляется и выключает стояночный тормоз.

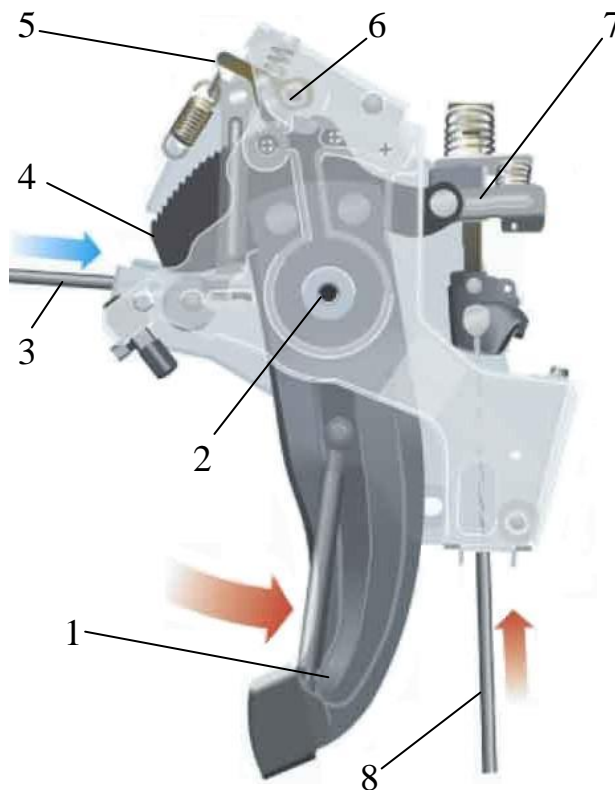


Рис. 9.8. Узел педали привода стояночного тормоза с фиксацией зубчатым сегментом (тормоз включен): 1 – педаль управления приводом стояночного тормоза; 2 – ось педали; 3 – трос привода механизма разблокировки; 4 – зубчатый сегмент; 5 – храповик; 6 – ось храповика; 7 – механизм автоматической регулировки привода стояночного тормоза; 8 – трос привода тормозных механизмов

Существуют конструкции, в которых применяется фрикционный способ блокировки педали управления стояночным тормозом, рис. 9.9. При нажатии на педаль 1 поворачивается барабан 3, натягивая троса 6 привода тормозных механизмов. Одновременно закручивается петлевая пружина 5 и прижимается к барабану 3. Сила трения между петлевой пружиной и барабаном противодействует перемещению педали в обратном направлении. В результате производится практически бесступенчатое и бесшумное фикс-

сирование педали. При растормаживании производится натяжение троса 4, в результате петлевая пружина 5 разжимается, освобождая при этом барабан 3, и педаль 1 возвращается в исходное положение. Этот принцип позволяет производить растормаживание с минимальными усилиями.

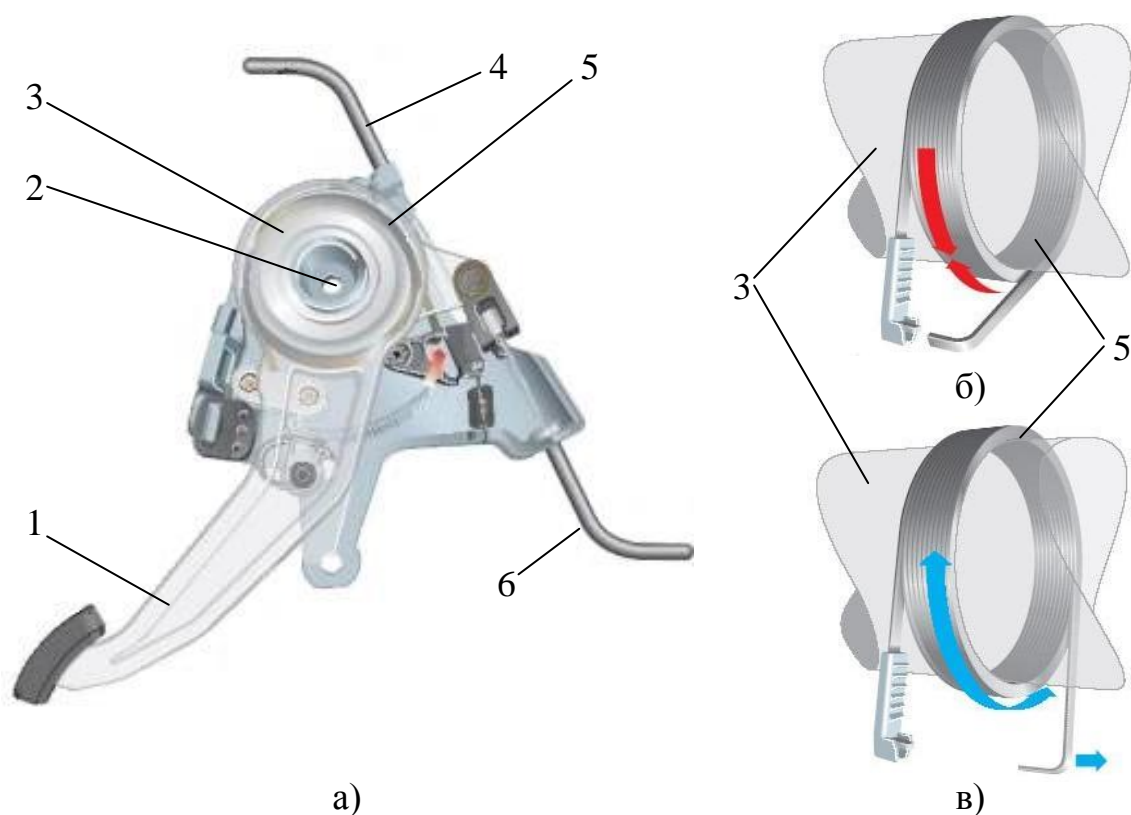


Рис. 9.9. Узел педали привода стояночного тормоза с фиксацией фрикционным (тормоз выключен): а – конструкция узла, б – работа петлевой пружины при включении стояночного тормоза, в – работа петлевой пружины при выключении стояночного тормоза (растормаживании); 1 – педаль управления приводом стояночного тормоза; 2 – ось педали; 3 – барабан; 4 – трос привода механизма разблокировки; 5 – петлевая пружина; 6 – трос привода тормозных механизмов

В рассматриваемой конструкции стояночной тормозной системы, рис. 9.7, применяется встроенный барабанный тормозной механизм 7 с самоусилением, тогда как тормозные механизмы рабочей тормозной системы являются дисковыми. Работа этих механизмов аналогична работе тормозного механизма стояночной тормозной системы автомобиля УРАЛ. Начальная установка зазора в сопряжении колодка-барабан производится регулировочным винтом 10, в процессе эксплуатации зазор регулируется автоматически. Барабан стояночного тормозного механизма выполнен в центральной части диска рабочего тормозного механизма, рис. 9.10.

В ряде автомобилей в стояночной тормозной системе используются дисковые тормозные механизмы рабочей тормозной системы. Одна из таких конструкций представлена на рис. 9.11.

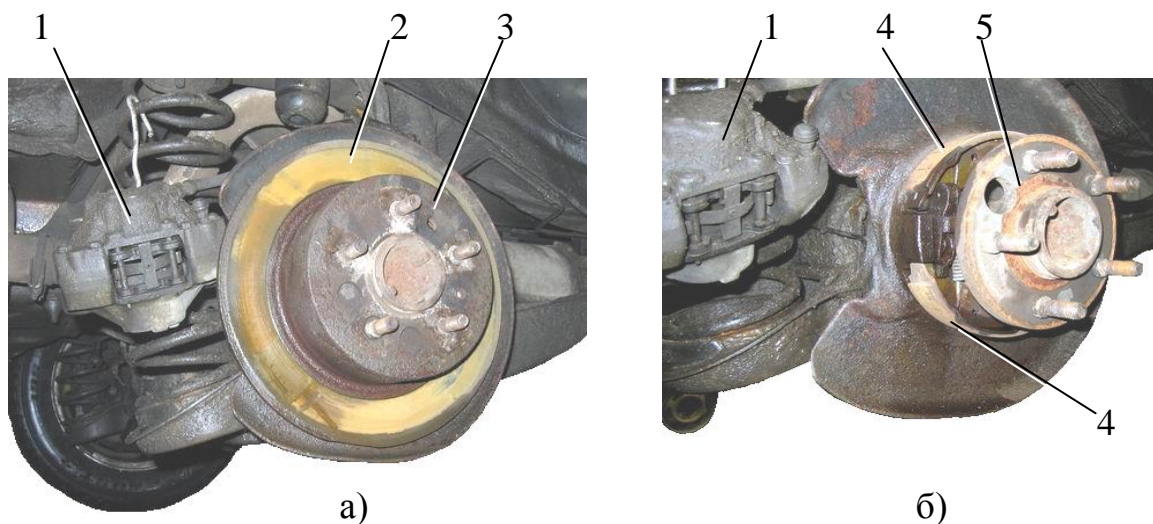


Рис. 9.10. Конструкция тормозов заднего колеса: а – вид с установленным тормозным диском, б – вид с демонтированным тормозным диском; 1 – суппорт рабочего тормоза (демонтирован); 2 – тормозной диск рабочего тормозного механизма; 3 – барабан стояночного тормозного механизма; 4 – колодки стояночного тормозного механизма; 5 – ступица

При включении стояночного тормоза приводной трос воздействует на рычаг 6, который поворачивает вокруг оси вал 8. На другом конце вала 8 выполнена пластина 9 с тремя гнездами переменной глубины. В каждом гнезде находится шарики 4, которые при проворачивании вала прокатываются по гнездам переменной глубины и упираются в кольцо 5, заставляя перемещаться в осевом направлении влево пластину 9 с валом 8 (см. также рис. 9.12). Профиль конических гнезд выполнен таким образом, что осевое перемещение пластины 9 уменьшается по мере проворота вала 8, за счет чего передаваемое усилие увеличивается.

Осевое перемещение пластины 9 передается на головку винта 11, который, сжимая пружину 10, через гайку 12 передает усилие поршню 13, смонтированному в плавающей скобе 2. Поршень 13 является также рабочим поршнем гидравлического привода рабочей тормозной системы. Перемещение поршня 13 вызывает перемещение скобы 2, и тормозные колодки 3 зажимают тормозной диск 1.

По мере износа тормозных колодок 3 и диска 1 появляется увеличенный зазор. При срабатывании стояночного тормоза поршень 13 не упирается в тормозные колодки 2, и за счет трения между пластиной 9 и головкой винта 11 винт проворачивается относительно гайки 12, что приводит к уменьшению зазора между тормозными колодками и диском. Пара «винт-гайка» имеет люфт в резьбовом соединении, что обеспечивает минимальный необходимый зазор между колодками и тормозным диском. Так производится автоматическое регулирование стояночного тормоза. Внешний вид конструкции показан на рис. 9.13.

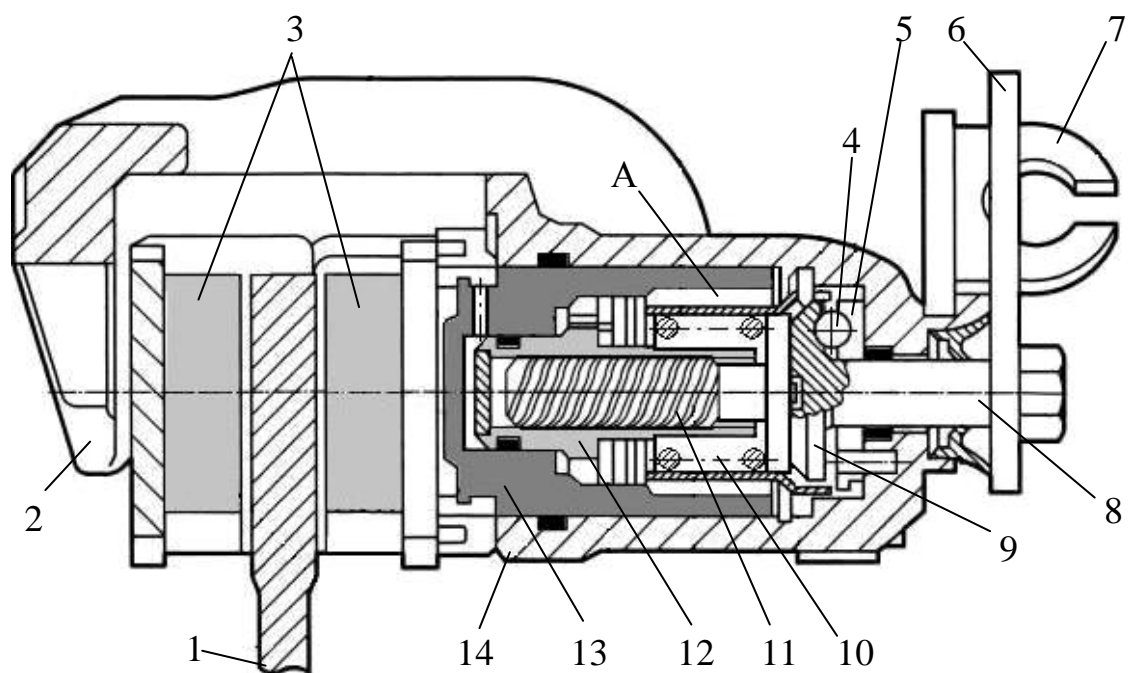


Рис. 9.11. Конструкция механизма стояночного тормоза: 1 – тормозной диск; 2 – плавающая скоба; 3 – тормозные колодки; 4 – шарик; 5 – кольцо; 6 – рычаг; 7 – кронштейн крепления оплетки приводного троса; 8 – вал; 9 – пластина; 10 – пружина; 11 – винт; 12 – гайка; 13 – поршень; 14 – рабочий тормозной цилиндр; А – полость гидроцилиндра тормозного механизма рабочей тормозной системы

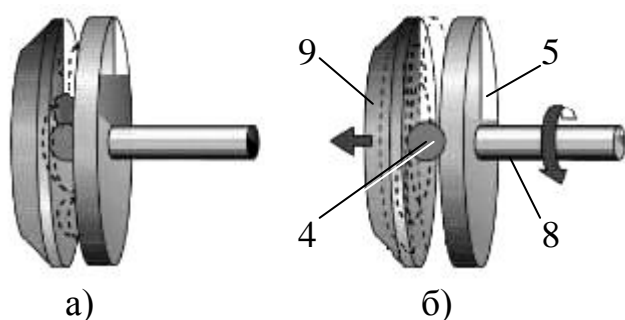


Рис. 9.12. Схема работы муфты включения механизма стояночного тормоза: а – тормоз выключен; б – тормоз включен; наименование позиций см. рис. 9.11

На рис. 9.14 показана более простая конструкция механизма стояночного тормоза для дискового тормозного механизма, которая может быть использована в легковых автомобилях малого класса, где нет необходимости создания больших усилий. При затягивании троса стояночного тормоза рычаг 4 поворачивается по часовой стрелке, воздействуя на толкатель 3, который в свою очередь воздействует на тормозную колодку и приводит в действие дисковый тормозной механизм с плавающей скобой 1. Тормозной диск на рисунке не показан.

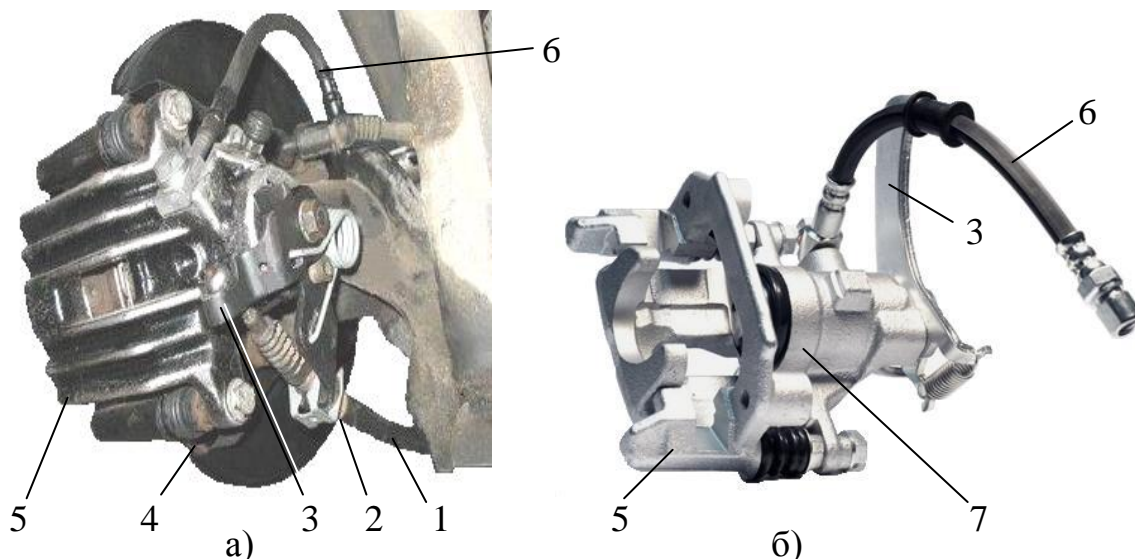


Рис. 9.13. Дисковый тормозной механизм рабочей и стояночной тормозной системы с механическим приводом: а – в сборе на тормозном диске, б – тормозной суппорт; 1 – приводной трос стояночного тормоза; 2 – кронштейн крепления оплетки троса; 3 – рычаг; 4 – тормозной диск; 5 – плавающая скоба; 6 – тормозной шланг гидропривода рабочего тормоза; 7 – рабочий тормозной цилиндр

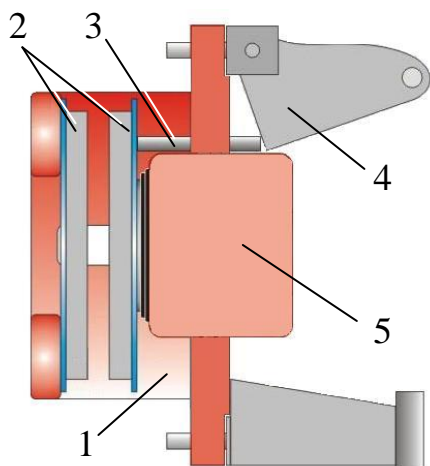


Рис. 9.14. Схема механизма стояночного тормоза для дискового тормозного механизма: 1 – плавающая скоба; 2 – тормозные колодки; 3 – толкатель; 4 – рычаг; 5 – рабочий тормозной цилиндр

Преимущество данной конструкции заключается не только в простоте, но и в том, что механизм привода стояночного тормоза вынесен из полости рабочего гидроцилиндра. Это уменьшает вероятность утечек тормозной жидкости через уплотнения вала привода механизма стояночного тормоза.

В последнее время на легковых автомобилях применяется электромеханический стояночный тормоз – ЕРВ, в котором также используются тормозные механизмы рабочей тормозной системы задних колес. Преимущество – легкость управления и возможность автоматизации в сочетании с другими системами автомобиля. Компоновка такого тормоза представлена на рис. 9.15.

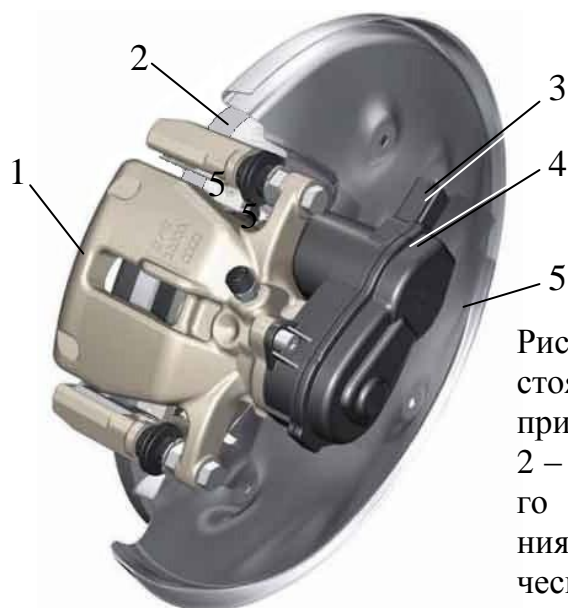


Рис. 9.15. Компоновка механического стояночного тормоза с электрическим приводом: 1 – суппорт рабочего тормоза; 2 – тормозной диск рабочего тормозного механизма; 3 – разъем для подключения электропровода; 4 – электромеханический привод; 5 – защитный кожух тормозного механизма

Электропривод 4 закреплен непосредственно на суппорте тормозного механизма и включает в себя электродвигатель, механическую понижающую передачу и винтовую пару (см. также рис. 9.17). В качестве механической передачи используются различные типы передач. На рис. 9.16 показана конструкция привода электромеханического стояночного тормоза, в которой применен двухступенчатый цилиндрический редуктор. Недостаток такой конструкции – невысокое передаточное число и, как следствие, потребность в электродвигателе с большим крутящим моментом, что приводит к увеличению неподрессоренной массы.

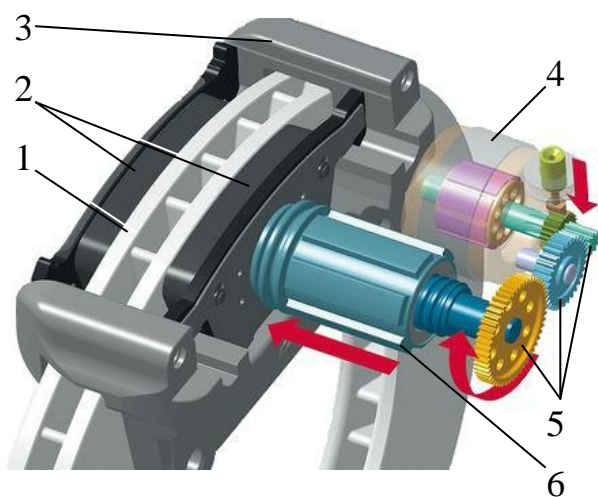


Рис. 9.16. Привод электромеханического стояночного тормоза с цилиндрическим редуктором: 1 – тормозной диск; 2 – тормозные колодки; 3 – суппорт тормозного механизма; 4 – электродвигатель; 5 – шестерни редуктора; 6 – винтовая пара

Указанный недостаток отсутствует в варианте, представленном на рис. 9.17.

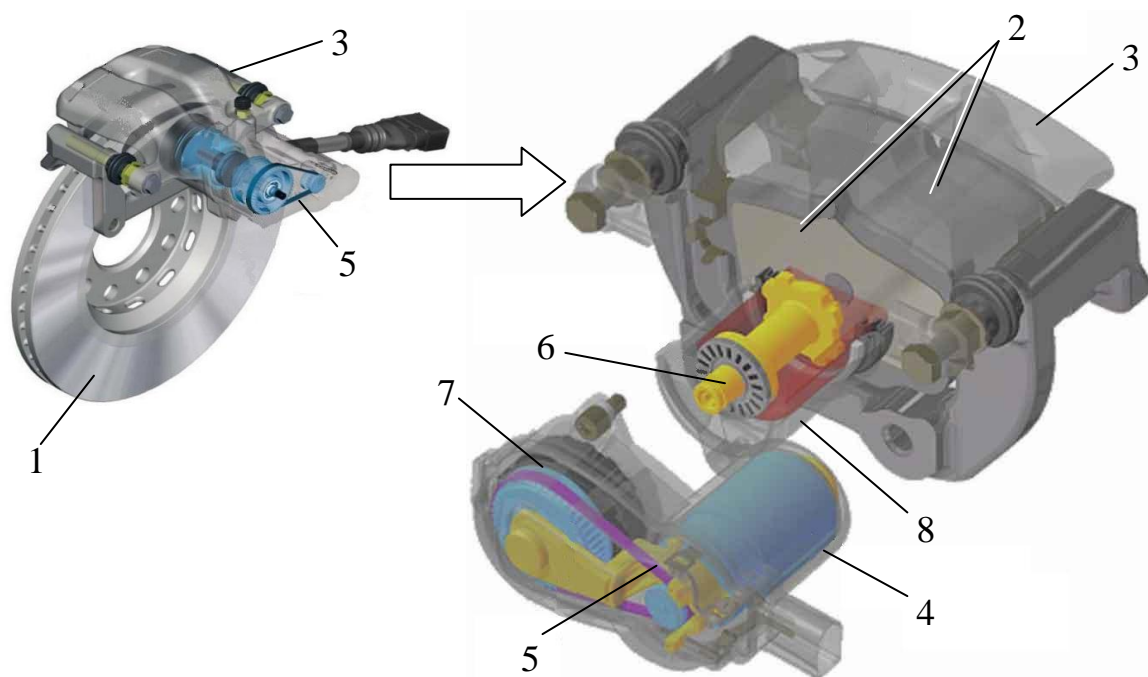


Рис. 9.17. Привод электромеханического стояночного тормоза с редуктором и ременной передачей: 1 – тормозной диск; 2 – тормозные колодки; 3 – суппорт тормозного механизма; 4 – электродвигатель; 5 – зубчатый ремень; 6 – винтовая пара; 7 – редуктор; 8 – поршень рабочей тормозной системы

В приводе реализовано двухступенчатое снижение частоты вращения. Первая ступень – передача зубчатым ремнем 5, связывающая электродвигатель 4 с редуктором 7. (передаточное число порядка 3). Вторая ступень – редуктор с передаточным числом порядка 50. Таким образом, крутящий момент на выходном вале редуктора примерно в 150 раз больше, чем на вале электродвигателя. Зубчатый ремень может быть с прямыми или косыми зубьями. В последнем случае увеличивается несущая способность и уменьшается уровень шума передачи.

В серийных конструкциях применяются редукторы двух типов: планетарный и редуктор с качающейся шестерней. На рис. 9.18 представлена компоновка привода с планетарным редуктором, конструкция редуктора показана на рис. 9.19. Большое передаточное число достигается за счет двух последовательно соединенных планетарных редукторов. Зубчатый ремень 11 приводит во вращение первичную шестерню 10 редуктора, жестко связанную с солнечной шестерней 9 первого планетарного ряда. Эпицикл 12 этого ряда, также как и эпицикл 13 второго ряда, выполнен заодно с корпусом 8 редуктора. Водило 6 является ведомым элементом первого планетарного ряда, и оно жестко связано с солнечной шестерней 5 второго планетарного ряда. Водило 3 является ведомым элементом второго планетарного ряда, с ним жестко связан выходной вал 2 редуктора.

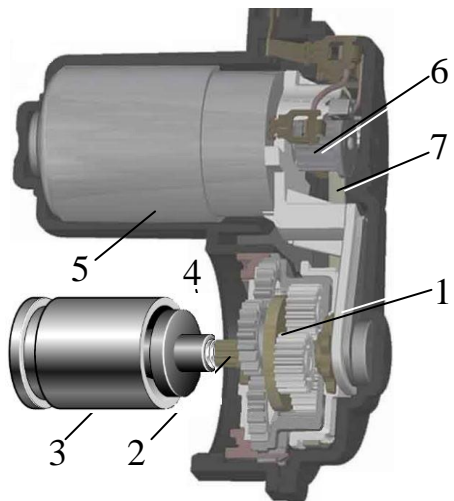


Рис. 9.18. Привод электромеханического стояночного тормоза с планетарным редуктором: 1 – редуктор; 2 – выходной вал редуктора; 3 – поршень рабочей тормозной системы; 4 – винтовая пара; 3 – электродвигатель; 6 – выходной вал электродвигателя; 7 – зубчатый ремень

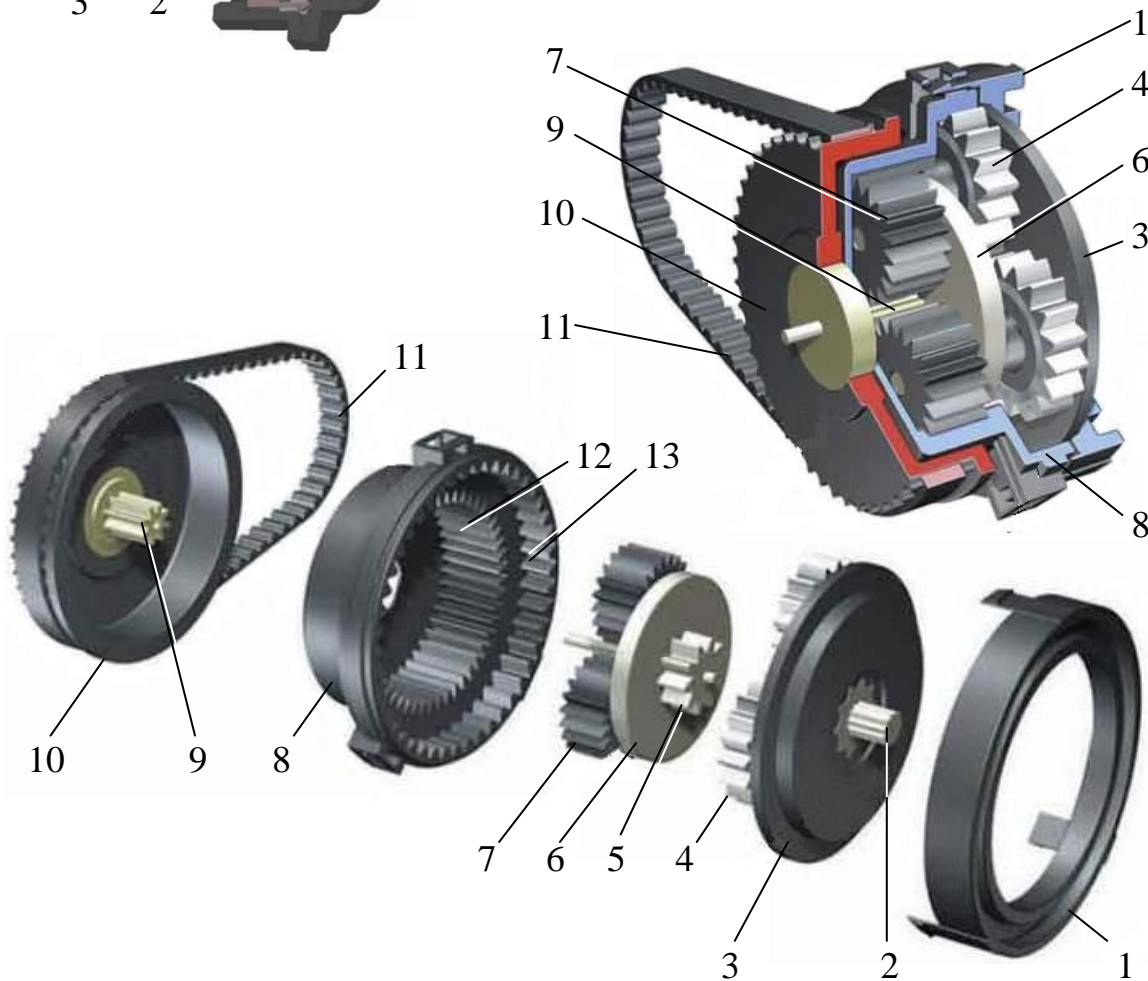


Рис. 9.19. Конструкция планетарного редуктора привода электромеханического стояночного тормоза: 1 – крышка редуктора с фиксаторами; 2 – выходной вал редуктора; 3 – водило второго планетарного ряда; 4 – сателлиты второго планетарного ряда; 5 – солнечная шестерня второго планетарного ряда; 6 – водило первого планетарного ряда; 7 – сателлиты первого планетарного ряда; 8 – корпус редуктора; 9 – солнечная шестерня первого планетарного ряда; 10 – первичная шестерня редуктора; 11 – зубчатый ремень; 12 – эпицикл первого планетарного ряда; 13 – эпицикл второго планетарного ряда

На рис. 9.20 представлена конструкция привода электромеханического стояночного тормоза, в составе которого имеется редуктор с качающейся шестерней.

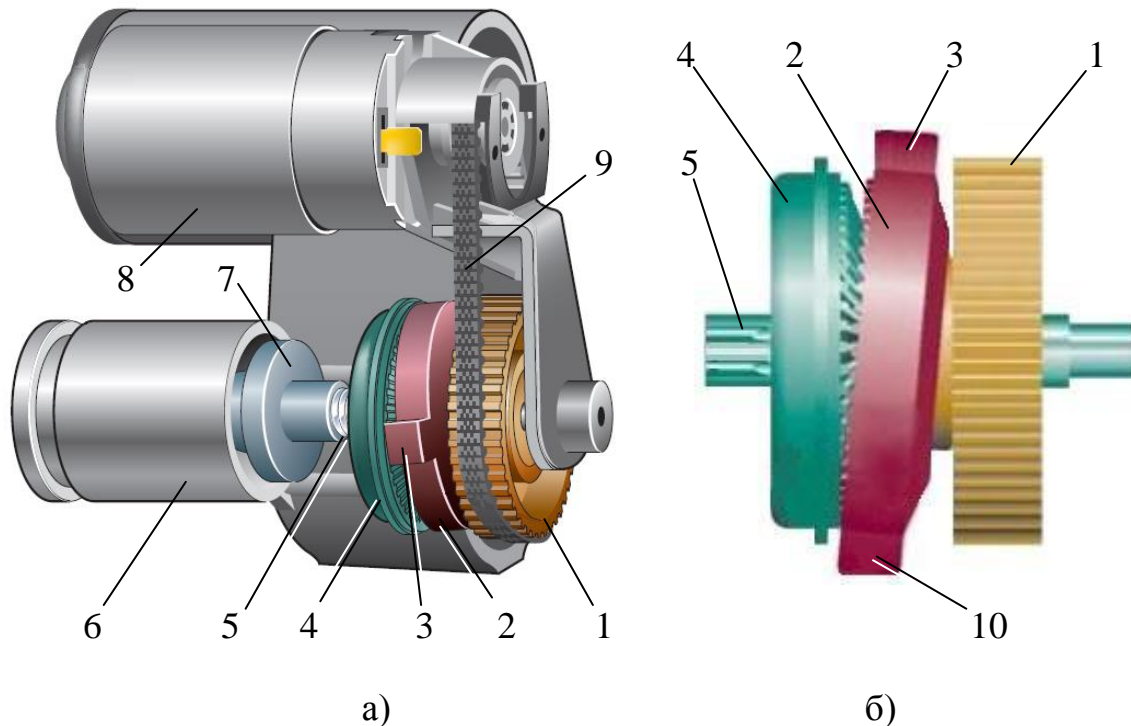


Рис. 9.20. Привод электромеханического стояночного тормоза: а – компоновка привода, б – редуктор с качающейся шестерней; 1 – первичная шестерня редуктора; 2 – качающаяся шестерня редуктора; 3 и 10 – поводки качающейся шестерни; 4 – ведомая шестерня редуктора; 5 – выходной вал редуктора; 6 – поршень рабочей тормозной системы; 7 – винтовая пара; 8 – электродвигатель; 9 – зубчатый ремень

Работа редуктора с качающейся шестерней проиллюстрирована на рис. 9.21. Качающаяся шестерня 2 смонтирована на подшипнике качения 7 на оси 6, жестко связанной с первичной шестерней 1 редуктора, но выполненной наклонно оси первичной шестерни (оси редуктора). Благодаря этому, при вращении первичной шестерни 1 шестерня 2 будет качаться вправо-влево вокруг точки «А». Чтобы шестерня 2 не имела возможности проворачиваться вокруг своей оси, на ней имеются поводки 3 и 10, которые входят в пазы корпуса редуктора. В связи с тем, что качающаяся шестерня 2 всегда не перпендикулярна оси редуктора, лишь два ее каких-либо зуба 8 будут всегда находиться в зацеплении с двумя какими-либо зубьями 9 ведомой шестерни 4. Зубья обеих шестерен выполнены с треугольным профилем, но качающаяся шестерня 2 имеет на один зуб больше, чем ведомая шестерня 4, т.е. меньший шаг зубьев. Поэтому когда при качании шестерни 2 ее зубья входят в зацепление с зубьями ведомой шестерни 4, они взаимодействуют боковыми поверхностями. В результате такого взаимодей-

ствия возникает сила, вызывающая проворот ведомой шестерни 4 (шестерня 2 зафиксирована от проворота поводками 3 и 10). Таким образом, при повороте ведущей шестерни 1 на пол-оборота, т.е. при каждом качании шестерни 2, ведомая шестерня 4 и вместе с ней выходной вал 5 редуктора поворачиваются на угол, соответствующий половине ширины зуба. Если ведомая шестерня имеет 50 зубьев, то передаточное число такого редуктора тоже будет 50.

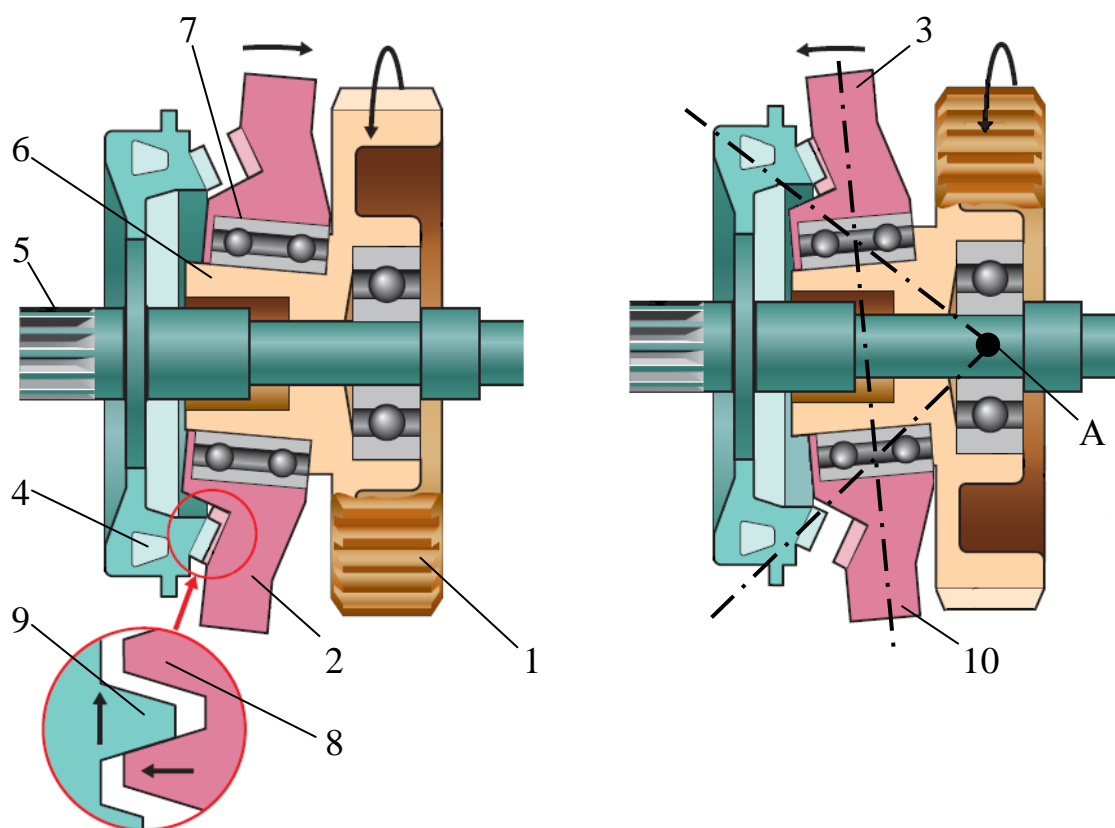
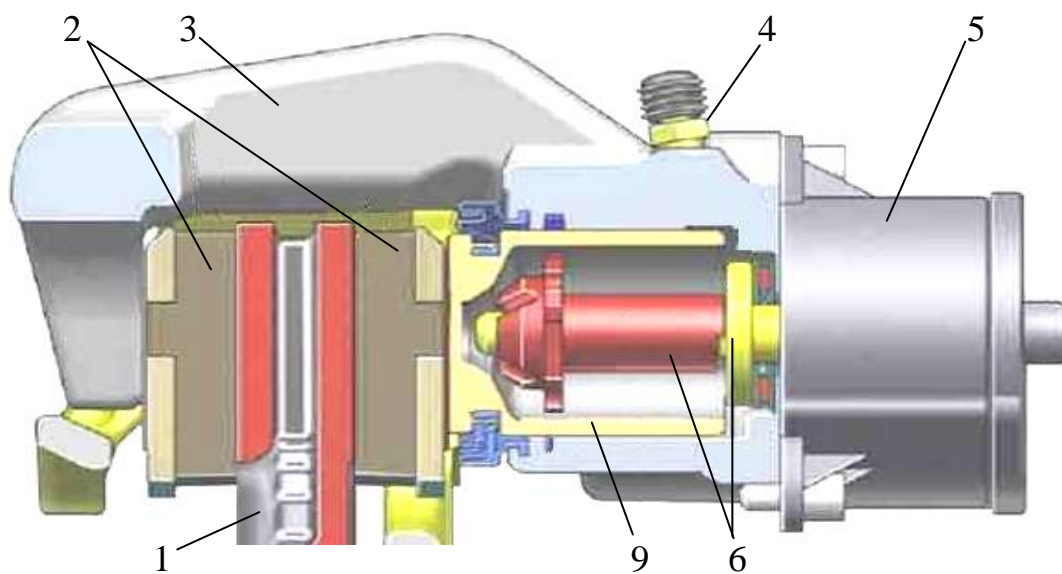
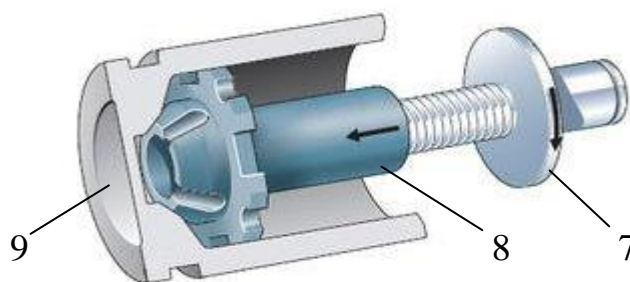


Рис. 9.21. Работа редуктора с качающейся шестерней: 1 – первичная шестерня редуктора; 2 – качающаяся шестерня редуктора; 3 и 10 – поводки качающейся шестерни; 4 – ведомая шестерня редуктора; 5 – выходной вал редуктора; 6 – ось качающейся шестерни; 7 – подшипник качающейся шестерни; 8 – зубья качающейся шестерни; 9 – зубья ведомой шестерни

Как указывалось выше, в электромеханическом стояночном тормозе используются тормозные механизмы рабочей тормозной системы задних колес, рис. 9.21. В полости поршня 9 гидропривода рабочего тормоза расположена винтовая пара 6, которая преобразует вращательное движение выходного вала редуктора электромеханического привода 5 в поступательное движение нажимной гайки 8. При вращении шпинделя 7 нажимная гайка 8 может свободно скользить вдоль поршня 9, не вращаясь относительно него. От проворачивания гайка 8 фиксируется выступами на поверхности ее фланца и канавками на внутренней поверхности поршня 9.



а)



б)

Рис. 9.22. Тормозной механизм электромеханического стояночного тормоза: а – конструкция механизма, б – конструкция винтовой пары; 1 – тормозной диск; 2 – тормозные колодки; 3 – плавающая скоба суппорта тормозного механизма; 4 – клапан удаления воздуха из гидропривода рабочего тормоза колеса; 5 – электромеханический привод стояночного тормоза; 6 – винтовая пара; 7 – шпиндель винтовой пары; 8 – нажимная гайка винтовой пары; 9 – поршень рабочей тормозной системы

При включении стояночного тормоза вращение шпинделя 7 приводит к поступательному движению нажимной гайки 8, которая упирается в поршень 9 и прижимает через него колодки 2 к тормозному диску 1. По мере повышения усилия воздействия колодок на тормозной диск возрастает потребление тока электродвигателем. Величина потребляемого тока контролируется блоком управления электромеханическим стояночным тормозом, и при достижении заданного значения электродвигатели выключаются.

Резьба винтовой пары 6 является самотормозящей, поэтому после сведения тормозных колодок и прекращения подачи напряжения на электродвигатель стояночный тормоз остается затянутым.

Число оборотов вала электродвигателя определяется посредством датчика Холла, благодаря чему блок управления может вычислить ход нажимной гайки. Это необходимо для осуществления автоматической регулировки зазоров в приводе стояночного тормоза (в частности, между нажимной гайкой 8 и поршнем 9). Если при пробеге очередных 1000 км стояночный тормоз не приводился в действие ни одного раза, зазоры также регулируются автоматически. Для этого тормозные колодки перемещаются из их исходного положения до упора в тормозной диск, а затем привод проворачивает шпиндель 7 в обратном направлении на необходимое число оборотов.

Применение электронного управления стояночной тормозной системой позволяет расширить диапазон режимов ее работы, автоматизировать некоторые из этих режимов, а также обеспечить работу стояночного тормоза в сочетании с другими системами автомобиля. На современных автомобилях при включении и выключении стояночного тормоза блоком управления анализируются: угол наклона автомобиля, его продольное ускорение, крутящий момент двигателя, положение педали управления подачей топлива, степень выключения сцепления (при механической коробке передач), скорость автомобиля, заданное направление движения автомобиля, определяемое по положению селектора АКП или по сигналу с выключателя фонарей заднего хода.

Работа стояночного тормоза позволяет осуществлять плавное троганье с места и предотвратить скатывание автомобиля назад на уклоне при неумелых действиях водителя. Если автомобиль стоит на месте или движется медленнее 7...10 км/ч, нажатие клавиши управления стояночным тормозом приводит к срабатыванию электромеханического привода. Привод автоматически срабатывает, если водитель отстегнет ремень безопасности, откроет дверь или выключит зажигание. Включение электромеханического стояночного тормоза возможно даже при заглушенном двигателе, а выключение производится автоматически, если водитель закрыл дверь, пристегнул ремень безопасности, запустил двигатель и нажал на педаль тормоза или педаль управления подачей топлива. При этом момент выключения тормоза зависит от угла продольного наклона автомобиля и крутящего момента двигателя.

При нажатии клавиши управления стояночным тормозом на скорости выше 10 км/ч включается система динамического управления. Торможение производится повышением давления тормозной жидкости во всех рабочих цилиндрах, за счет включения гидронасоса ABS. При этом подключается система ABS/ESP, которая обеспечивает торможение автомобиля без заноса. Если необходимо прервать аварийное торможение, достаточно отпустить клавишу выключателя стояночного тормоза или нажать педаль управления подачей топлива.

Электромеханическая стояночная тормозная система совместно с ABS могут также обеспечить функцию автоматического удержания (Auto Hold). Для ее включения используется дополнительная клавиша, при нажатии которой после остановки автомобиля клапаны блока ABS остаются закрытыми, а давление в контурах высокое, колодки сжимают тормозные диски. Если остановка продлится более двух минут, ABS отключается, включается стояночная тормозная система. Эта функция существенно облегчает управление автомобилем с автоматической трансмиссией в пробках, т.к. нет необходимости держать ногу на педали тормоза.

В заключение раздела следует упомянуть о тормозной системе с электрическим приводом (EVB), разработки которой ведутся довольно интенсивно. Преимуществами электропривода являются высокое быстродействие, возможность автоматизации и регулирования тормозных сил по любым заданным закономерностям, большие приводные силы, отсутствие тормозной жидкости. Недостаток такого привода – отсутствие непосредственной связи органа управления и тормозных механизмов, выход из строя при отключении электропитания.

10. АНТИБЛОКИРОВОЧНАЯ СИСТЕМА ТОРМОЗОВ

Антиблокировочная система тормозов – АБС (Antilock Brake System – ABS) является системой автоматизированного управления процессом торможения, обеспечивающая оптимальную тормозную эффективность при сохранении устойчивости и управляемости. Это достигается предотвращением блокировки колес, т.е. постановки колес «на юз» за счет регулирования тормозных сил. Регуляторы тормозных сил, действующие на тормозные механизмы задних колес, выполняют эту задачу лишь частично. Система АБС обеспечивает регулирование тормозных сил практически во всем диапазоне скоростей движения автомобиля и вертикальных нагрузок на колеса. С 2004 года все автомобили, выпускающиеся в Европе, оснащаются антиблокировочной системой тормозов.

Очевидно, что эффективность торможения, т.е. величина тормозного пути, напрямую зависит от величины коэффициента сцепления* колеса с опорной поверхностью, обладающей различными физическими свойствами в зависимости от состава материала поверхности и степени ее загрязнения. Кроме этого коэффициент сцепления эластичного колеса зависит не только от состояния опорной поверхности, но и от степени скольжения колеса относительно этой поверхности в про-

* Табличные значения коэффициента сцепления определяются экспериментально при движении заблокированного колеса, т.е. при 100% скольжении колеса относительно опорной поверхности.

цессе торможения, скорости колеса при торможении, свойства самого эластичного колеса.

Различают коэффициенты сцепления в продольном и поперечном направлениях. Продольный коэффициент сцепления K_x вычисляется как отношение тормозной силы к нормальной реакции на колесо (удельная тормозная сила) и определяет величину тормозного пути. Поперечный коэффициент сцепления K_y – это отношение силы трения, возникающей между колесом и опорной поверхностью в поперечном направлении, к нормальной реакции на колесо. Этот коэффициент определяет устойчивость автомобиля при действии на него боковой силы и управляемость автомобиля при торможении.

Скольжение колеса принято характеризовать величиной относительного скольжения S при торможении.

$$S = \frac{V_a - \omega_k r_k}{V_a},$$

где: V_a – скорость автомобиля, ω_k – угловая скорость колеса, r_k – радиус колеса.

Зависимость коэффициентов сцепления колеса с опорной поверхностью от относительного скольжения при торможении на дорогах с различным покрытием показана на рис. 10.1. Нулевое скольжение – это свободное вращение ведомого колеса, т.е. отсутствие торможения.

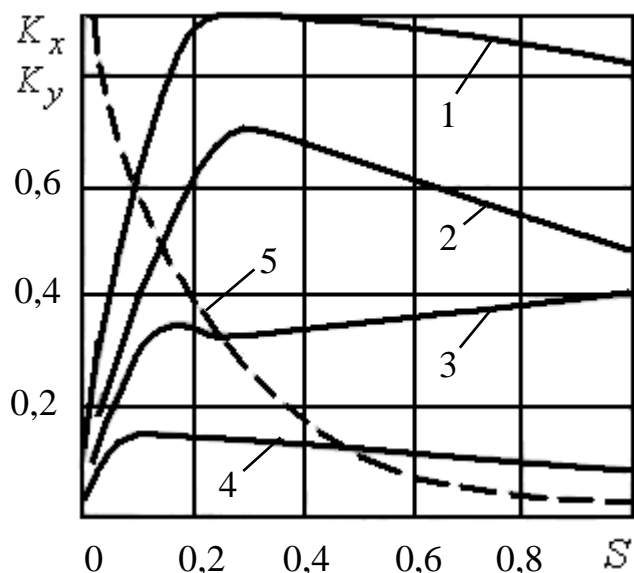


Рис. 10.1. Зависимость коэффициентов сцепления колеса с опорной поверхностью от относительного скольжения при торможении на дорогах с различным покрытием: сплошная линия – продольный коэффициент сцепления K_x , пунктирная линия – поперечный коэффициент сцепления K_y ; 1 и 5 – сухой асфальт; 2 – мокрый асфальт; 3 – рыхлый снег; 4 – лед

Максимального значения продольный коэффициент сцепления K_x достигает при некотором проскальзывании тормозящего колеса. Величина этого проскальзывания называется критической ($S_{кр}$). На всех твердых поверхностях продольный коэффициент сцепления, а, следовательно, и

тормозной путь, уменьшается при постановке колеса на юз ($K_x = 1,0$). Несколько иная картина на рыхлой поверхности (на рис. 10.1 – кривая 3). В этом случае тормозной путь при блокировке колес уменьшается за счет формирования клина из грунта перед колесом, что создает дополнительное сопротивление движению автомобиля. Поперечный коэффициент сцепления K_y по мере торможения колеса существенно снижается и при постановке колеса на юз имеет значения ниже, чем продольный коэффициент сцепления с поверхностью, покрытой льдом. На мокрой и скользкой поверхности эффект уменьшения поперечного коэффициента сцепления проявляется еще в большей степени. Этим объясняется потеря автомобилем устойчивости (занос) и управляемости при резком торможении.

В некотором диапазоне значений относительного скольжения ($0,1 \dots 0,3$) при достаточно высоких значениях K_x поперечный коэффициент сцепления K_y сохраняет значения, достаточные для обеспечения устойчивого движения автомобиля при торможении. Таким образом, наиболее эффективное торможение при сохранении устойчивости и управляемости может быть достигнуто таким регулированием тормозного момента, которое обеспечивает проскальзывание тормозящего колеса в указанном диапазоне. Эту функцию и выполняет антиблокировочная система тормозов.

На рис. 10.2 представлена зависимость момента M_k на тормозящем колесе, возможного по сцеплению колеса с опорной поверхностью, а также момента M_T , создаваемого тормозным механизмом, от относительного скольжения S в процессе автоматического регулирования современными АБС.

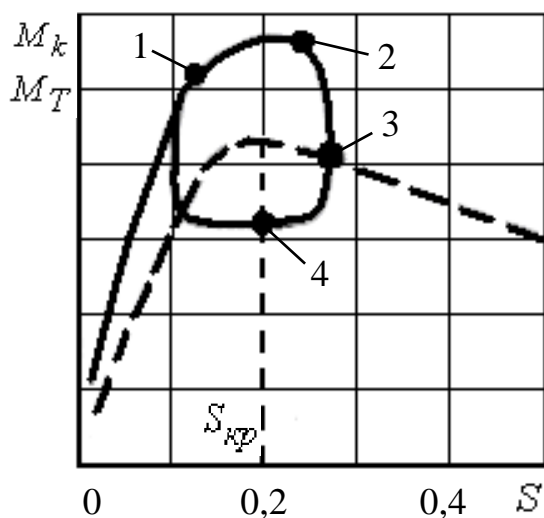


Рис. 10.2. Зависимость момента по сцеплению колеса с опорной поверхностью M_k (пунктирная линия) и тормозного момента M_T (сплошная линия) от относительного скольжения при торможении сухом асфальте с АБС

Воздействие на орган управления рабочей тормозной системой приводит к росту тормозного момента и замедлению колеса. Т.к. $M_T > M_k$, относительное проскальзывание увеличивается и между точками 1 и 2 на графике превышает критическое значение, при котором возникает опасность бокового скольжения колеса. Чтобы это предотвратить производится автоматическое снижение давления в тормозном приводе (фаза сброса давления), замедление колеса уменьшается до полного прекращения в точке 3. Падение давления в тормозном приводе останавливается (фаза удержания давления), и колесо начинает ускоряться, т.к. тормозной момент меньше момента по сцеплению (колесо раскручивается движущимся автомобилем). Следует отметить, что торможение автомобиля в этот момент не прекращается, т.к. тормозной момент продолжает действовать на колесо, снижается только его величина.

В точке 4 система автоматически начинает увеличивать давление в тормозном приводе (фаза увеличения давления), тормозной момент возрастает. Такая организация цикла называется трехфазовой. Цикл повторяется до полной остановки автомобиля или до момента прекращения воздействия на орган управления рабочей тормозной системой.

При торможении колесо останавливается намного быстрее, чем автомобиль. Например, для остановки при скорости движения 100 км/ч автомобилю требуется примерно 5 секунд, колесо же блокируется менее, чем за 1 секунду. Для того, чтобы колеса останавливались с той же скоростью, что и автомобиль, во время торможения АБС обеспечивает несколько десятков циклов пульсации давления в контуре, обеспечивая максимально эффективное замедление на грани блокировки. Современные системы АБС способны обеспечивать до нескольких десятков импульсов в секунду. Водитель ощущает пульсацию педали тормоза, при этом, чем выше частота циклов, тем меньше величина пульсации на педали.

На рис. 10.3 приведены графики, характеризующие изменение параметров торможения во времени. Номера точек соответствуют графику на рис. 10.2. Изменение тормозного момента M_T показано для упрощения в ограниченном диапазоне. Скорость автомобиля V_a монотонно уменьшается, угловая скорость тормозящего колеса ω_k пульсирует в процессе уменьшения в соответствии с изменением тормозного момента, обеспечиваемом антиблокировочной системой.

Регулирование тормозного момента по указанному алгоритму возможно при наличии постоянной информации как минимум о частоте вращения тормозящего колеса и скорости автомобиля. Необходимо также устройство, анализирующее поступающую информацию и выдающее необходимые управляющие сигналы исполнительному устройству.

В состав АБС входят следующие элементы:

- датчики частоты вращения колес, функцией которых является выдача информации об угловой скорости колес;
- электронный блок управления (ЭБУ), который обрабатывает информацию от датчиков и выдает команду исполнительным механизмам;
- исполнительные устройства (модуляторы давления), которые в зависимости от поступившей из блока управления команды изменяют давление в приводе тормозных механизмов колес; для этого в модуляторе установлены клапаны (впускные и выпускные) для каждого тормоза, контролируемого АБС.

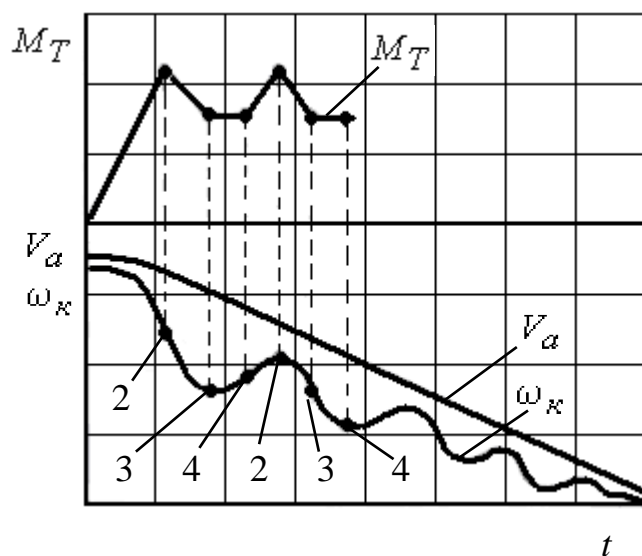


Рис. 10.3. Изменение во времени t тормозного момента M_T , угловой скорости колеса ω_k и скорости автомобиля V_a в процессе торможения с антиблокировочной системой

Механические и электромеханические АБС, которые являлись начальными вариантами развития антиблокировочных систем, на современных автомобилях не применяются.

Возможны следующие конструктивные варианты установки АБС на автомобиле.

1. Наиболее простой вариант системы (и наименее эффективный) имеет один модулятор давления и один датчик частоты вращения, расположенный на дифференциале (одноканальная система управления). Такая система осуществляет контроль и управление торможением обоих задних колес. Устанавливалась на небольших грузовиках.

2. Система, в состав которой входит один модулятор давления и по одному датчику для каждого колеса задней оси (одноканальная система управления). Система осуществляет контроль и управление торможением обоих задних колес.

3. Система, в которой на каждое колесо устанавливается по датчику и два модулятора – один на управление торможением передних колес, дру-

гой на управление торможением задних колес (двухканальная система управления).

4. Система, в которой на каждое переднее колесо устанавливается по датчику и по модулятору давления, а для задних колес устанавливается один датчик на дифференциале и один модулятор (трехканальная система управления).

5. Система, в которой на каждое колесо устанавливается по датчику и четыре модулятора давления для управления торможением каждым из четырех колес индивидуально (четырёхканальная система управления), рис. 10.4.

В антиблокировочных системах по п.п.2 и 3 управление может настраиваться на колесо, которое находится по сцеплению в худших условиях (низкопороговое регулирование). В этом случае тормозные возможности другого колеса недоиспользуются, тормозная эффективность несколько снижается, но сохраняется курсовая устойчивость при торможении. Если система сориентирована на колесо с лучшими условиями по сцеплению (высокопороговое регулирование), тормозная эффективность возрастает при ухудшении устойчивости. В системе по п.3 может применяться для одной из осей низкопороговое регулирование, для другой оси – высокопороговое.

Система по п.4 предусматривает индивидуальный контроль для каждого переднего колеса, обеспечивая для них максимальную тормозную эффективность. Задние колеса отслеживаются в паре, что допускает недотормаживание одного заднего колеса при торможении.

На большинстве современных автомобилей применяется четырехканальные АБС (вариант по п.5), обеспечивающие наивысшую эффективность торможения. Также эти системы обеспечивают регулировку тормозных усилий по осям.

При установке АБС в гидравлическом тормозном приводе возможны два ее вида – закрытый и открытый. Закрытая (гидростатическая) АБС работает по принципу изменения объема тормозной системы в процессе торможения. Такой привод отличается от обычного установкой модулятора давления с дополнительной камерой. Модулятор работает по двухфазовому циклу. При нажатии на тормозную педаль давление жидкости, создаваемое в главном цилиндре, передается через модулятор к рабочим тормозным цилиндрам, тормозной момент растет (первая фаза цикла). При достижении критической величины относительного скольжения тормозящего колеса впускной клапан в модуляторе перекрывает канал, соединяющий главный тормозной цилиндр с рабочими цилиндрами и открывает канал, соединяющий рабочие цилиндры с дополнительной емкостью. Объем гидросистемы перед рабочими цилиндрами увеличивается, что приводит к падению давления и уменьшению тормозного момента (вторая фаза

цикла). Затем блок управления даст команду на открытие впускного клапана, давление в рабочих тормозных цилиндрах нарастает и цикл повторяется.

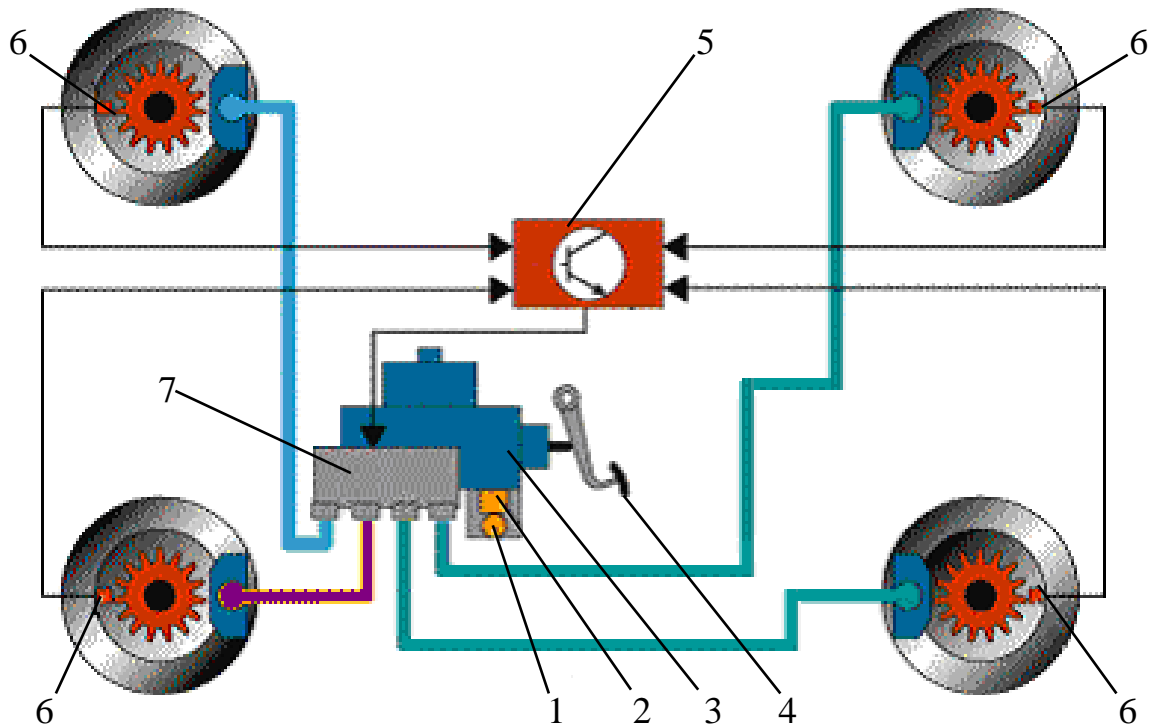


Рис. 10.4. Схема ABS легкового автомобиля с гидравлическим приводом рабочей тормозной системы: 1 – гидронасос; 2 – аккумулятор давления; 3 – главный тормозной цилиндр; 4 – тормозная педаль; 5 – электронный блок управления (ЭБУ); 6 – датчики частоты вращения правого переднего колеса; 7 – блок электромагнитных гидравлических клапанов

Закрывающаяся ABS ограничена в применении из-за недостаточного быстродействия в связи с недостатком энергии. В современных конструкциях применяется открытая антиблокировочная система тормозов (привод высокого давления), которые имеют внешний источник энергии в виде гидронасоса высокого давления в сочетании с гидроаккумулятором. Такие системы работают по трехфазовому циклу.

На рис. 10.5 показана схема четырехканальной открытой антиблокировочной системы тормозов легкового автомобиля на примере одного контура (диагональный гидравлический привод).

Как уже отмечалось, индивидуальное регулирование позволяет получить оптимальный тормозной момент на каждом колесе в соответствии с дорожными условиями и, как следствие, минимальный тормозной путь. Работает данная ABS в соответствии с описанным выше алгоритмом следующим образом.

Водитель нажимает на тормозную педаль, тормозная жидкость через открытые впускные клапаны 4 и 14 поступает к тормозным механизмам переднего правого и заднего левого колес соответственно. Выпускные клапаны 12 и 13 закрыты, электродвигатель 10 насоса 6 обесточен. Колеса замедляются, информация об их частоте вращения с колесных датчиков анализируется блоком управления 9.

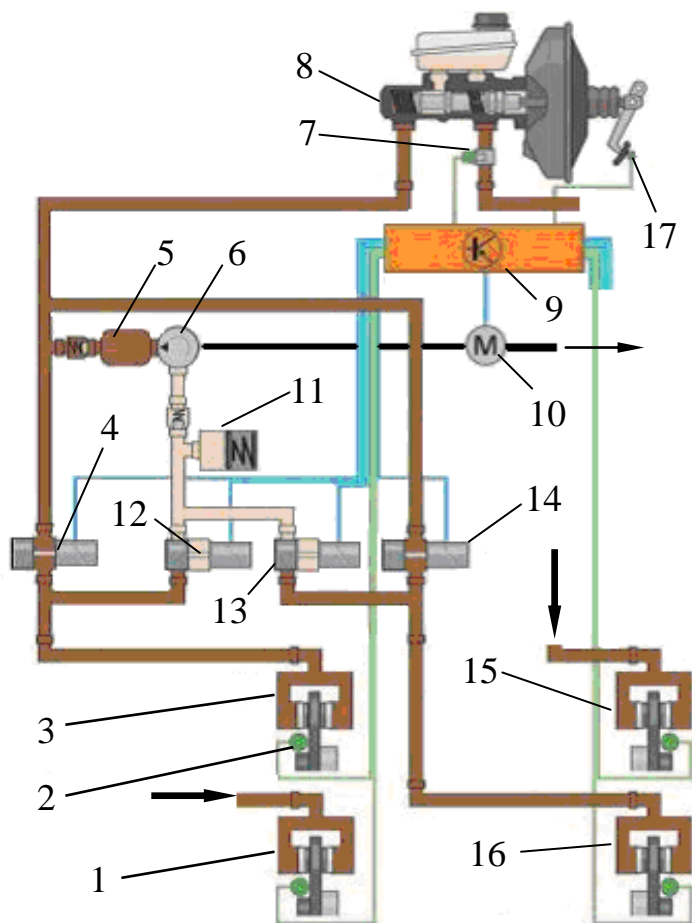


Рис. 10.5.Схема АБС на примере одного контура: 1 – тормозной механизм левого переднего колеса; 2 – датчик частоты вращения правого переднего колеса; 3 – тормозной механизм правого переднего колеса; 4 и 14 – впускные клапаны; 5 – амортизационная камера; 6 – насос; 7 – датчик давления в системе; 8 – главный тормозной цилиндр; 9 – блок управления; 10 – электродвигатель гидронасоса; 11 – аккумулятор давления; 12 и 13 – выпускные клапаны; 15 – тормозной механизм правого заднего колеса; 16 – тормозной механизм левого заднего колеса; 17 – выключатель сигнала торможения

1. Фаза сброса давления. При достижении величины проскальзывания критического значения, например, переднего правого колеса, блок управления выдает команду на закрытие впускного клапана 4 и открытие выпускного клапана 12. Происходит сброс жидкости из тормозного механизма 3 в аккумулятор давления 11. В случае, если его емкости недостаточно (интенсивное воздействие на педаль) для предотвращения блокировки колеса, включается насос обратной подачи 6. Жидкость из аккумулятора давления 11 через амортизационную камеру 5 (необходима для снижения пульсаций) и обратный клапан отводится к главному тормозному цилиндру 8. Педаль тормоза приподнимается, водитель ощущает биение тормозной педали.

2. Фаза удержания давления. Замедление колеса уменьшается до полного прекращения, блок управления выдает команду на закрытие выпускного клапана 12 (впускной клапан 4 остается закрытым). При дальнейшем нажатии на педаль тормоза давление в тормозном цилиндре колеса не увеличивается. Колесо ускоряется до достижения заданной величины проскальзывания (см. также рис. 10.2, точка 4).

3. Фаза повышения давления. При достижении минимально допустимого значения проскальзывания блок управления выдает команду на открытие впускного клапана 4, жидкость поступает к тормозному механизму переднего правого колеса, вновь вызывая его замедление. Двигатель 10 насоса 6 обесточен.

Цикл повторяется до прекращения или существенного ослабления воздействия на педаль, а также при снижении скорости автомобиля до ~ 10 км/ч. Аналогично происходит управление торможением других колес автомобиля.

Следует отметить, что возможен и иной алгоритм работы АБС, при котором фаза удержания давления предшествует фазе сброса давления.

В антиблокировочную систему может быть интегрирован усилитель экстренного торможения. Назначение усилителя экстренного торможения состоит в том, чтобы как можно быстро повысить давление до максимально возможного уровня. АБС ограничивает величину высокого давления в тормозной системе, когда достигается граница блокировки колес. Поэтому после срабатывания АБС, усилитель экстренного торможения давление не повышает.

Кроме сигналов датчиков частоты вращения колес блок управления анализирует сигналы датчика давления в тормозной системе 7 и выключателя сигнала торможения 17, рис. 10.5. При экстренном торможении (резком повышении давления в тормозной системе) включается насос обратной подачи 6 и через открытые впускные клапаны 4 и 14 подает жидкость в рабочие цилиндры тормозных механизмов колес. Давление в тормозной системе достигает диапазона регулирования АБС раньше, чем без усилителя экстренного торможения, вследствие чего тормозной путь автомобиля уменьшается. Усилитель экстренного торможения не срабатывает, если:

- тормозная педаль не нажата;
- давления в системе возрастает слишком медленно;
- скорость автомобиля невысокая;
- водитель нажал тормозную педаль достаточно сильно.

Датчики частоты вращения колес в АБС являются обязательным элементом. Используются пассивные или активные датчики. Наиболее распространенными являются индуктивные (пассивные) датчики, рис. 10.6. Датчик установлен на неподвижной части колесного узла (поворотной

цапфе, кожухе полуоси и т.п.), импульсный ротор – на вращающейся части (корпус ШРУСа, ступица колеса и т.п.), рис. 10.7.

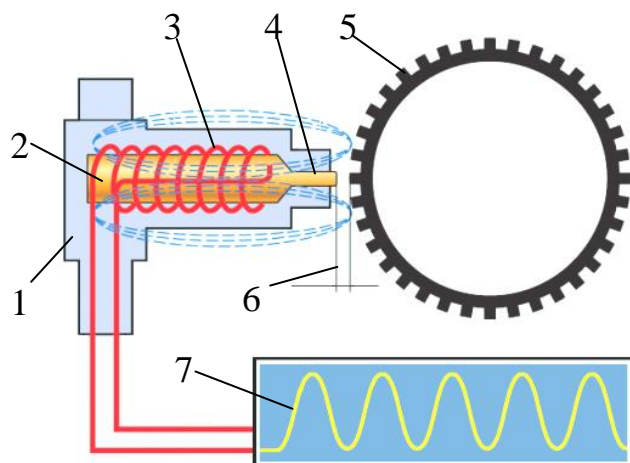


Рис. 10.6. Схема работы индуктивного датчика: 1 – корпус датчика; 2 – постоянный магнит; 3 – катушка индуктивности; 4 – ферромагнитный сердечник; 5 – импульсный ротор; 6 – зазор; 7 – осциллограмма сигнала датчика

В основе работы таких датчиков лежит явление электромагнитной индукции. При прохождении мимо сердечника ферромагнитного элемента (зубца импульсного ротора) магнитный поток датчика изменяется, и в катушке 3 индуцируется электродвижущая сила (э.д.с.), что и является сигналом датчика. Амплитуда импульсов э.д.с. зависит от частоты вращения и зазора 6, что увеличивает ошибку измерений при низких скоростях движения. Частота импульсов сигнала 7 пропорциональна количеству зубцов ротора и частоте вращения ротора, жестко связанного с колесом. В блоке управления по частоте сигнала при известном количестве зубцов определяется текущая частота вращения колеса.

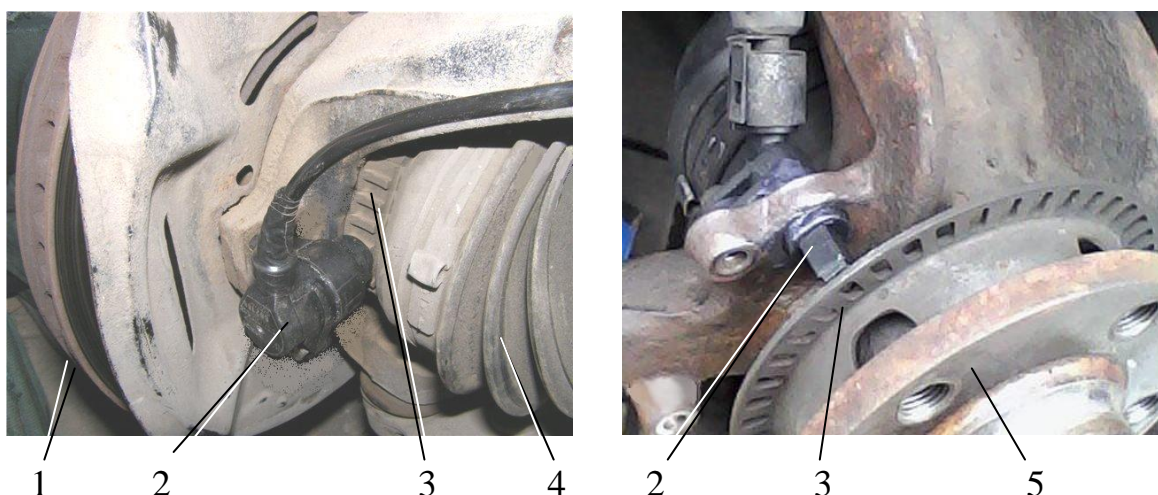


Рис. 10.7. Примеры установки колесных датчиков АБС: 1 – тормозной диск; 2 – датчик; 3 – импульсный ротор; 4 – чехол ШРУСа; 5 – ступица колеса

Активные датчики, рис. 10.8, содержат интегральную схему Холла 2, в которой при подаче напряжения питания 6 возникает напряжение Холла 7.

Если вокруг датчика изменяется магнитное поле, то также изменяется и напряжение Холла, т.к. изменяется сопротивление интегральной схемы.

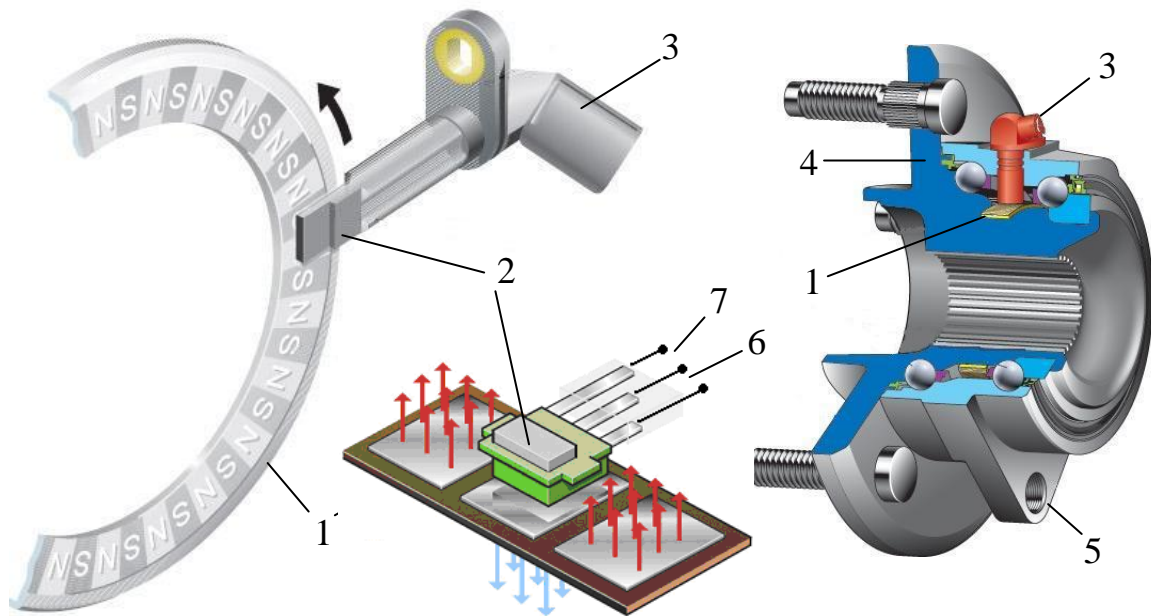


Рис. 10.8. Принцип работы и установка активного колесного датчика АБС; 1 – намагниченная считываемая дорожка; 2 – интегральная схема Холла; 3 – колесный датчик АБС; 4 – ступица колеса; 5 – фланец крепления к подвеске; 6 – напряжение питания; 7 – напряжение Холла

Изменение магнитного поля происходит при взаимодействии датчика с намагниченной считываемой дорожкой 1, которая жестко связана со ступицей 4 колеса и вращается вместе с ней.

Насос обратной подачи, рис. 10.9, представляет собой двухступенчатый гидравлический насос, который включается и выключается блоком управления АБС. Наиболее распространенный вариант – двухпоршневой насос. В дорогих моделях легковых автомобилей с целью снижения пульсаций применяются насосы с большим количеством радиальных поршневых элементов (до шести).

При каждом ходе поршня происходят одновременно процесс всасывания и процесс нагнетания из-за наличия перед поршнем и за ним по одной рабочей полости. Когда толкатель поршня упирается в выступающую часть кулачка 3, полость нагнетания 7 освобождается от тормозной жидкости, а в полость всасывания 6 жидкость засасывается (левый поршневой элемент на рис. 10.9в). Когда толкатель поршня упирается в затылочную часть кулачка 3, тормозная жидкость из полости всасывания 6 вытесняется в полость нагнетания 7 (правый поршневой элемент на рис. 10.9в).

У полноприводных автомобилей в АБС может быть включен дополнительный G-датчик с акселерометром продольных ускорений, работающий, например, как конденсатор изменяемой емкости, рис. 10.10. Датчик фор-

мирует сигнал ускорения или замедления, учитываемый при вычислении коэффициента коррекции скорости автомобиля.

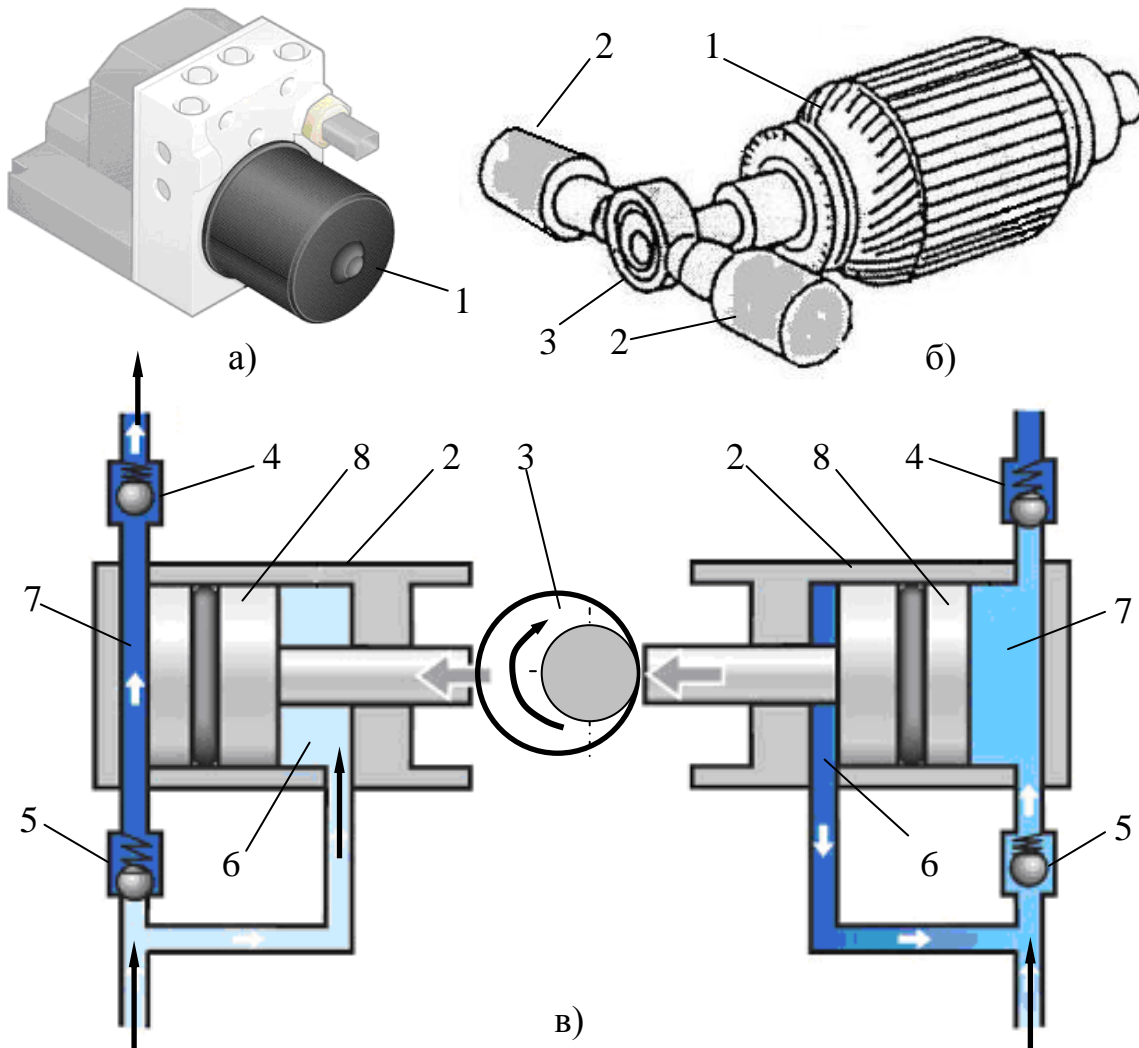


Рис. 10.9. Насос обратной подачи: а – общий вид, б – компоновка основных узлов, в – схема работы; 1 – электродвигатель насоса; 2 – радиальный поршневой элемент насоса; 3 – кулачок; 4 – нагнетательный клапан; 5 – впускной клапан; 6 – полость всасывания; 7 – полость нагнетания; 8 – поршень

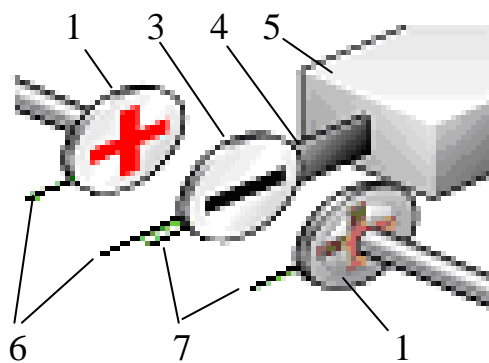


Рис. 10.10. Схема работы датчика ускорений: 1 и 2 – неподвижные пластины конденсатора; 3 – подвижная пластина конденсатора; 4 – упругая стойка; 5 – корпус; 6 – контакты измерения емкости передней секции конденсатора; 7 – контакты измерения емкости задней секции конденсатора

Схема пневматического тормозного привода с АБС двухосного грузового автомобиля представлена на рис. 10.11.

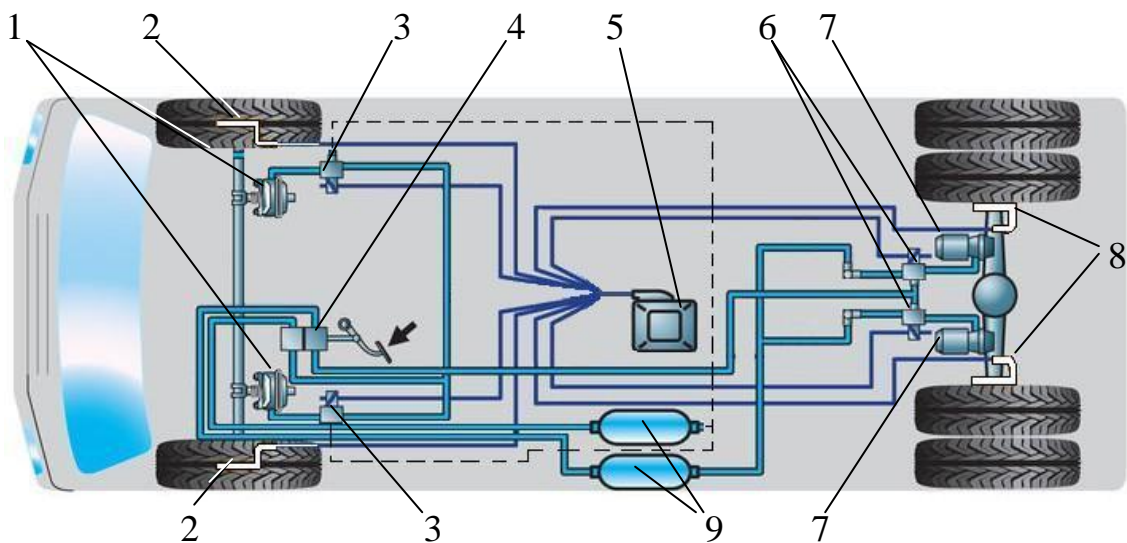


Рис. 10.11. Схема пневматического тормозного привода с АБС двухосного грузового автомобиля: 1 – тормозные камеры передних колес; 2 – датчики частоты вращения передних колес; 3 – модуляторы давления тормозов передней оси; 4 – тормозной кран; 5 – блок управления АБС; 6 – модуляторы давления тормозов задней оси; 7 – тормозные камеры задних колес; 8 – датчики частоты вращения задних колес; 9 – ресиверы

Работа АБС обеспечивается колесными датчиками 2 и 8, электронным блоком управления 5, а также модуляторами давления 3 и 6. Остальные элементы тормозного привода аналогичны тем, что описаны в предыдущих разделах. Схема модулятора давления представлена на рис. 10.12.

В расторможенном состоянии клапан 5 под действием пружины 7 занимает верхнее положение, разъединяя выходы «В» и «Г». В то же время клапан 6 под действием пружины 4 открыт, рабочая полость тормозной камеры через вывод «Г» – клапан 6 – вывод «Д» соединены с атмосферой.

При торможении без срабатывания АБС воздух поступает от тормозного крана на выход «А», через открытый электромагнитный клапан 1 в полость над поршнем 3, который перемещается вниз. Атмосферный клапан 6 закрывается, впускной клапан 5 открывается и воздух из ресивера через вывод «В» – клапан 5 – вывод «Г» поступает в рабочую полость тормозной камеры. При растормаживании давление в выводе «А», а следовательно, над поршнем 3 понижается, т.к. воздух стравливается через тормозной кран. Под действием пружин 4 и 7 детали модулятора занимают исходное положение, соответствующее расторможенному состоянию, воздух из рабочей полости тормозной камеры через вывод «Г» – клапан 6 – вывод «Д» выходит в атмосферу.

При срабатывании АБС модулятор по командам блока управления обеспечивает трехфазный рабочий цикл, т.е. кроме нарастания давления фазы сброса и удержания давления. Открытие электроклапана 2 при закрытом электроклапане 1 (подача напряжения на электромагниты обоих клапанов) обеспечивает фазу сброса давления из тормозной камеры через клапан 6. Закрытие обоих электроклапанов 1 и 2 (подача напряжения на электромагнит клапана 1) обеспечивает фазу удержания давления при равновесии поршня 3 (клапаны 5 и 6 находятся в закрытом состоянии). Фаза нарастания давления обеспечивается закрытием электроклапана 2 и открытием электроклапана 1.

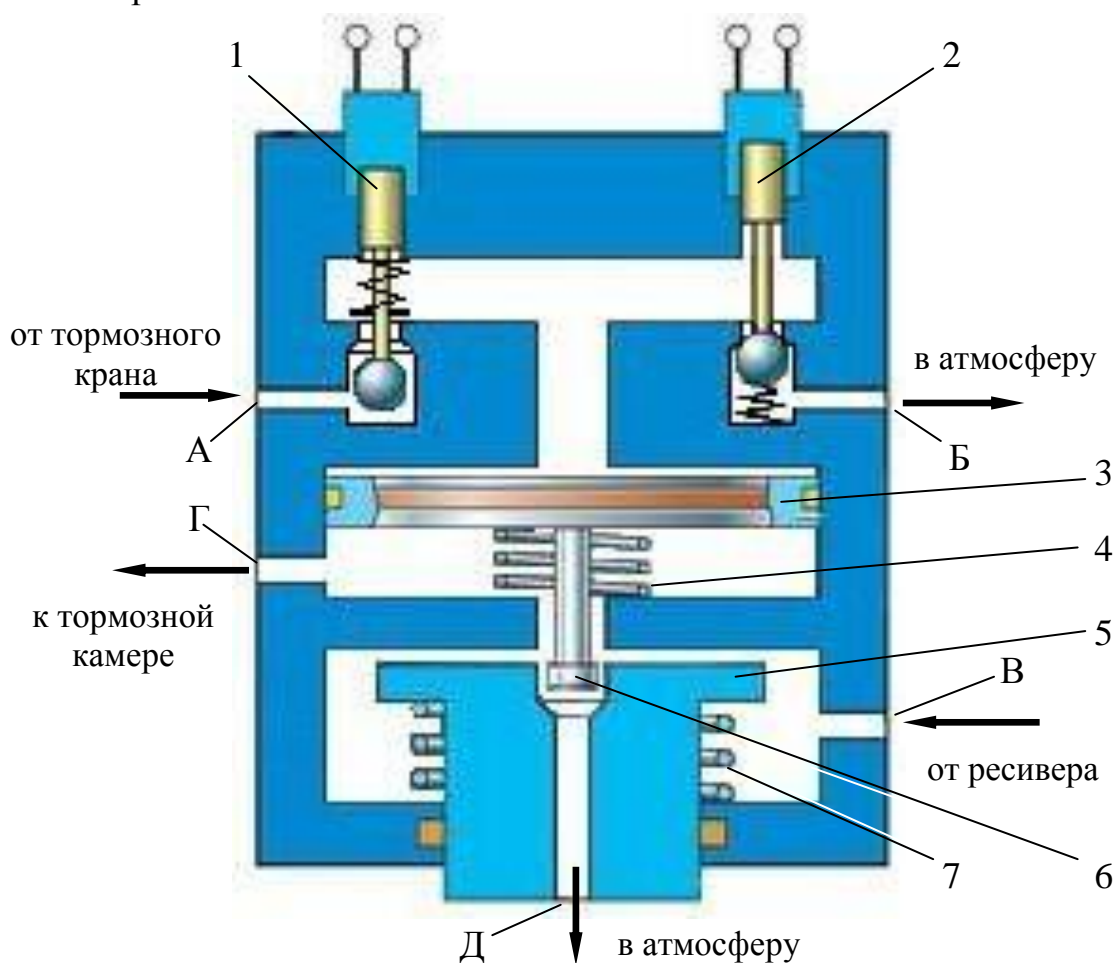


Рис. 10.12. Схема модулятора АБС пневматического тормозного привода: 1 и 2 – электромагнитные клапаны; 3 – следящий поршень; 4 и 7 – пружины; 5 – впускной клапан; 6 – атмосферный клапан;

Для грузовых автомобилей и автобусов с пневматическим приводом рабочей тормозной системой с АБС в ряде случаев применяется концепция двухканальной электроники с диагональным распределением каналов. К каждому процессору блока управления подключаются датчики и модуляторы двух колес по диагонали: одного переднего и одного заднего. В этом

случае при возникновении неисправности отключается только одна диагональ, что обеспечивает достаточную устойчивость и управляемость автомобиля. При включенном вспомогательном тормозе блок управления автоматически отключает его, когда АБС вступает в работу.

В процессе эксплуатации автомобилей с АБС выявлены следующие недостатки. На рыхлой поверхности (песок, гравий, снег) применение антиблокировочной системы увеличивает тормозной путь. На таком покрытии наименьший тормозной путь обеспечивается как раз при заблокированных колесах, когда перед каждым колесом формируется клин из грунта, который и приводит к сокращению тормозного пути. Неровности опорной поверхности вызывают отскок колес, а при определенных условиях возможен даже временный отрыв колеса от дороги. В такие моменты колеса сильно разгружаются, что приводит к их ранней блокировке при вынужденном торможении и, соответственно, к раннему срабатыванию АБС. Такой же эффект раннего срабатывания наблюдается на участках асфальта, покрытых песком, грязью, гравием или на голом льду. В итоге – увеличение тормозного пути. Другой вариант – потеря сцепления на подъеме на скользкой или грязной дороге, и резкое нажатие на тормоз. В таком случае блок управления АБС воспринимают происходящее как блокировку колеса, и даже нажатая до упора педаль тормоза не поможет удержать машину на склоне. Поэтому антиблокировочные системы постоянно совершенствуются, современные системы в состоянии оценивать динамику движения автомобиля, угол наклона дорожного полотна, сцепление с поверхностью дороги и другие факторы, что позволяет избегать описанных ситуаций.

В заключение следует напомнить, что АБС не создает сцепление с дорогой, а лишь сохраняет контроль над автомобилем, предотвращая блокировку колес тормозной системой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Автомобили «Жигули»: многокрасочный альбом / под ред. В.С. Соловьева. – М.: Машиностроение, 1977. – 100 с.
2. Автомобили КАМАЗ-6460: руководство по устройству, техническому обслуживанию и ремонту / под общей ред. В.В. Васина. – Набережные Челны: Открытое Акционерное Общество «КАМАЗ», 2003. – 411 с.
3. Болштянский, А.П. Основы конструкции автомобиля: учебное пособие / А.П. Болштянский, Ю.А. Зензин, В.Е. Щерба; под ред. В.Е. Щербы. – М.: Легион-Автодата, 2005. – 312 с.
4. ВАЗ 21213: руководство по ремонту, эксплуатации и техническому обслуживанию / С.Н. Волгин, А.П. Игнатов, С.Н. Косарев и др. – М.: Издательство «Третий Рим», 1999. – 168 с.
5. ВАЗ 2107: серия «Школа авторемонта» на CD – М.: Издательство «Третий Рим».
6. ВАЗ 21213: серия «Мой автомобиль» на CD – М.: Издательство «Третий Рим».
7. ВАЗ 21099: серия «Ремонт и эксплуатация автомобиля» на CD – М.: Издательство «Третий Рим».
8. ВАЗ 2110: серия «Ремонт и эксплуатация автомобиля» на CD – М.: Издательство «Третий Рим».
9. Вахламов, В.К. Автомобили. Основы конструкции: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.К. Вахламов. – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 528 с.
10. Гаврилов, К.Д. Первое в России практическое руководство по регламентным работам, диагностике и ремонту легковых и грузовых автомобилей иностранного и отечественного производства / К.Д. Гаврилов. – М.: Майор, 2003. – 256 с.
11. ГОСТ Р 41.13–99 (Правила ЕЭК ООН № 13). Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения механических транспортных средств категорий М, N и O в отношении торможения. – М.: Стандартиформ, 2006. – 114 с.
12. ГОСТ Р 41.13–2007 (Правила ЕЭК ООН № 13). Единообразные предписания, касающиеся транспортных средств категорий М, N и O в отношении торможения. – М.: Стандартиформ, 2009. – 96 с.
13. ГОСТ Р 41.13-Н–99 (Правила ЕЭК ООН № 13-Н). Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения легковых автомобилей в отношении торможения. – М.: Стандартиформ, 2002. – 35 с.
14. Жестков, В.В. Тормозные системы тяжелых автотранспортных средств: учебное пособие по курсу «Автопоезда» вузов / В.А. Жестков, В.В. Жестков. – Челябинск: Челябинский политехнический институт, 1988. – 67 с.

15. Косенков, А. Устройство тормозных систем иномарок и отечественных автомобилей. Серия «Библиотека автомобилиста» / А. Косенков. – Ростов н/Д: Феникс, 2003. – 224 с.
16. Михайловский, Е.В. Устройство автомобиля: учебник для учащихся автотранспортных техникумов / Е.В. Михайловский, К.Б. Серебряков, Е.Я. Тур. – М.: Машиностроение, 1987. – 352 с.
17. Основы конструкции автомобиля: учебник для вузов / А.М. Иванов, А.Н. Солнцев, В.В. Гаевский и др. – М.: ООО «Книжное издательство «За рулем», 2006. – 336 с.
18. Оспепчугов, В.В. Автомобиль: Анализ конструкций, элементы расчета: учебник для студентов вузов / В.В. Оспепчугов, А.К. Фрумкин. – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.
19. Родичев, В.А. Устройство и техническое обслуживание грузовых автомобилей: учебник водителя автотранспортных средств категории «С» / В.А. Родичев. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 256 с.
20. Руководство по ремонту автомобиля ГАЗ 3110 «Волга» / А.В. Ашмаров, Ю.И. Кубышкин, С.Н. Погребной и др. – М.: «Издательский Дом Третий Рим», 1999. – 172 с.
21. Умняшкин, В.А. Автомобили «ИЖ» модели М-412 ИЭ, ИЖ-21251, ИЖ-2715-01, ИЖ-27151-01, ИЖ-27156: многокрасочный альбом / В.А. Умняшкин, Ш.А. Урманчеев, А.С. Кондрашкин. – М.: Издательство «Третий Рим». – 68 с.
22. <http://autoholding.net>
23. <http://club.azlk.net>
24. <http://everest-autokam.ru>
25. <http://kupi-pricep.ru>
26. <http://mondeoclub.ru>
27. <http://pro-gruzoviki.ru>
28. <http://remkam.ru>
29. <http://ru.telma.com>
30. <http://samosvalby.com/>
31. <http://stroy-technics.ru>
32. <http://systemsauto.ru>
33. <http://ustroistvo-avtomobilya.ru>
34. <http://wiki.zr.ru>
35. <http://www.35135.ru>
36. <http://www.ati.su>
37. <http://www.auto.etlt.ru/>
38. <http://www.avtostroyka.ru/>
39. <http://www.detalinfo.ru>
40. <http://www.dvfokin.narod.ru>
41. <http://www.exist.ru>
42. <http://www.fjr1300.ru>

43. <http://www.kamaz.net>
44. <http://www.kfz-tech.de>
45. <http://www.os1.ru>
46. <http://www.tehimpex.kiev.ua>
47. <http://www.uralimpuls.ru>
48. <http://www.uralmob.ru>
49. <http://www.zr.ru>
50. <http://военная-энциклопедия.рф>

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение.....	3
1. Определения.	3
2. Рабочая тормозная система	
2.1. Тормозные механизмы	5
2.2. Фрикционные тормозные механизмы.....	6
2.3. Фрикционные барабанные колодочные тормозные механизмы.....	8
2.3.1. Разжимные устройства	10
2.3.2. Виды барабанных колодочных тормозных механизмов	12
2.3.3. Регулировка барабанных колодочных тормозных механизмов	17
2.4. Фрикционные дисковые тормозные механизмы	26
3. Тормозные приводы. Гидравлический тормозной привод	34
3.1. Конструкция гидравлического тормозного привода.....	35
3.2. Конструкция элементов гидравлического тормозного привода	40
3.3. Конструкция усилителей гидравлического тормозного привода	
3.3.1. Вакуумные усилители гидравлического тормозного привода.....	47
3.3.2. Гидровакуумные усилители гидравлического тормозного привода.....	53
3.4. Регуляторы тормозных сил гидравлического тормозного привода	57
3.5. Элементы сигнализации в гидравлическом тормозном приводе.....	69
4. Тормозные приводы. Пневматические тормозные приводы.....	71
4.1. Одноконтурные пневматические тормозные приводы.....	72
4.1.1. Питающие устройства	74
4.1.2. Улучшающие устройства.....	79
4.1.3. Управляющие устройства	79
4.1.4. Исполнительные устройства.....	82
4.2. Торможение автопоезда при одноконтурной тормозной системе автомобиля-тягача	84
4.2.1. Однопроводный привод тормозной системы прицепа при одноконтурной тормозной системе автомобиля-тягача.....	84
4.2.2. Комбинированный тормозной кран.....	87
4.2.3. Воздухораспределитель прицепа при однопроводном приводе тормозной системы прицепа.....	91
4.3. Двухпроводный привод тормозной системы прицепа при одноконтурной тормозной системе автомобиля-тягача	94

4.3.1. Воздухораспределитель прицепа при двухпроводном приводе тормозной системы прицепа.....	95
4.3.2. Воздухораспределитель прицепа при подключении к тормозной системе тягача по однопроводной схеме.	103
5. Многоконтурные пневматические тормозные приводы.....	103
5.1. Участок питания многоконтурного пневматического тормозного привода.....	107
5.1.1. Компрессор.....	108
5.1.2. Регулятор давления.....	108
5.1.3. Предохранитель от замерзания.	112
5.1.4. Водоотделитель.....	113
5.1.5. Двойной защитный клапан	114
5.1.6. Тройной защитный клапан.....	116
5.1.7. Четырехконтурный защитный клапан.....	120
5.2. Контур № 1 привода тормозов рабочей тормозной системы передних колес и прицепа.....	122
5.2.1. Двухсекционный тормозной кран.....	124
5.2.2. Клапан ограничения давления и клапан контрольного вывода	127
5.3. Контур № 2 привода тормозов рабочей тормозной системы колес задней тележки и прицепа.	129
5.3.1. Автоматический регулятор тормозных сил.	131
5.3.2. Тормозные камеры колес задней тележки.	135
5.4. Контур № 3 привода тормозов стояночной и запасной тормозных систем и прицепа.....	137
5.4.1. Кран управления стояночной и запасной тормозными системами.	140
5.4.2. Ускорительный клапан.....	141
5.4.3. Перепускной клапан	143
5.4.4. Одинарный защитный клапан.	143
5.5. Контур № 5 привода системы аварийного растормаживания тормозов стояночной тормозной системы.	144
5.6. Контур № 4 привода вспомогательной тормозной системы и питания потребителей.....	146
5.7. Дополнительные устройства пневматического тормозного привода автомобилей КАМАЗ.....	148
5.8. Управление тормозами прицепа в пневматическом тормозном приводе автомобилей КАМАЗ	
5.8.1. Управление тормозами прицепа при подключении по однопроводной схеме	149
5.8.2. Управление тормозами прицепа при подключении по двухпроводной схеме	154

5.9. Органы управления и приборы сигнализации тормозной системы автомобилей КАМАЗ.....	160
6. Тормозные приводы прицепов.....	162
6.1. Пневматические тормозные приводы прицепов.....	163
6.2. Стояночная тормозная система прицепа	172
6.3. Инерционные тормозные приводы прицепов	174
7. Комбинированные тормозные приводы	
7.1. Пнеумогидравлический тормозной привод грузового автомобиля	175
7.2. Электропневматический тормозной привод	180
8. Вспомогательная тормозная система	182
8.1. Моторный тормоз.....	183
8.2. Трансмиссионный тормоз.	185
8.3. Электродинамический трансмиссионный тормоз	191
9. Стояночная тормозная система.	193
10. Антиблокировочная система тормозов.....	211
Библиографический список.....	226