

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
Белорусский национальный технический университет

---

Кафедра «Техническая эксплуатация автомобилей»

Е. Л. Савич  
Е. А. Лагун  
П. В. Иванис

# ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЕЙ

Пособие

для студентов специальностей

1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей  
(по направлениям)» по направлению 1-37 01 06-01

«Техническая эксплуатация автомобилей (автотранспорт общего  
и личного пользования)» и 1-37 01 07 «Автосервис»

Минск  
БНТУ  
2020

УДК 629.3.017.083(075.8)

ББК 34.446я7

С13

Р е ц е н з е н т ы:

*В. Е. Тарасенко, И. В. Матвиенко*

**Савич, Е. Л.**

С13      Диагностирование и техническое обслуживание тормозных систем автомобилей : пособие для студентов специальностей 1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей (по направлениям)» по направлению 1-37 01 06-01 «Техническая эксплуатация автомобилей (автотранспорт общего и личного пользования)» и 1-37 01 07 «Автосервис» / Е. Л. Савич, Е. А. Лагун, П. В. Иванис. – Минск: БНТУ, 2020. – 48 с.

ISBN 978-985-583-540-1.

В пособии рассмотрены содержание и порядок выполнения лабораторных работ по дисциплинам «Техническая эксплуатация автомобилей», «Сервисное обслуживание и ремонт легковых автомобилей», «Обслуживание и ремонт автомобилей».

**УДК 629.017**

**ББК 34.446**

**ISBN 978-985-583-540-1**

© Савич Е. Л., Лагун Е. А.,  
Иванис П. В., 2020

© Белорусский национальный  
технический университет, 2020

## СОДЕРЖАНИЕ

### Лабораторная работа № 1

Устройство гидравлической тормозной системы, оборудованной ABS .....	4
---	---

### Лабораторная работа № 2

Диагностирование гидравлической тормозной системы, оборудованной ABS .....	14
2.1. Конструкция и составляющие учебного стенда .....	14
2.2. Диагностирование рабочей характеристики главного тормозного цилиндра .....	16
2.3. Диагностирование рабочей характеристики главного цилиндра с включенным вакуумным усилителем .....	18
2.4. Изучение параметров тормозной системы с ABS в различных режимах торможения .....	20

### Лабораторная работа № 3

Устройство пневматической тормозной системы, оборудованной ABS .....	22
3.1. Устройство пневматической тормозной системы, оборудованной ABS .....	22
3.2. Назначение отдельных компонентов пневматической системы тормозного привода .....	24
3.3. Антиблокировочная тормозная система .....	28

### Лабораторная работа № 4

Диагностирование пневматической и механической части пневматической тормозной системы, оборудованной ABS .....	39
4.1. Проверка регулятора тормозных сил .....	39
4.2. Проверка работоспособности стояночной тормозной системы .....	39
4.3. Проверка работоспособности тормозной системы прицепа .....	40
4.4. Проверка антиблокировочной противобуксовочной системы .....	41

Список литературы .....	48
-------------------------	----

## Лабораторная работа № 1

### Устройство гидравлической тормозной системы, оборудованной ABS

**Цель работы:** изучить и закрепить знания по устройству и принципу действия основных компонентов тормозной системы с гидравлическим приводом современных легковых автомобилей.

**Организация рабочего места:** на рабочем месте должен быть учебный стенд, компьютер с программным обеспечением, диагностический сканер СКАНМАТИК.

Рабочие тормозные системы легковых автомобилей, как правило, исполняют с гидравлическим приводом. В состав такой тормозной системы входят (рис. 1.1):

- главный цилиндр гидропривода тормозов;
- бачок главного цилиндра;
- педаль тормоза;
- усилитель тормозного усилия;
- тормозной механизм переднего колеса;
- тормозной механизм заднего колеса;
- регулятор давления (тормозных сил)
- трубопроводы.

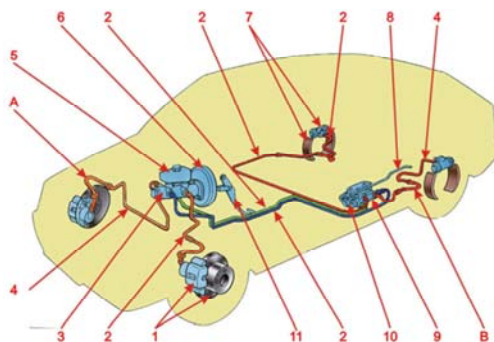


Рис.1.1. Компонентный состав гидравлической тормозной системы:

*A, B* – контура;

- 1* – передний тормозной дисковый колесный механизм; *2, 4, 8, 9* – трубопроводы;
- 3* – главный цилиндр гидропривода тормозов; *5* – бачок главного цилиндра;
- 6* – гидровакуумный усилитель тормозного привода;
- 7* – задний тормозной барабанный колесный механизм;
- 10* – регулятор давления (тормозных сил); *11* – тормозная педаль

Основным узлом является главный тормозной цилиндр, который создает давление жидкости в системе. Тормозная жидкость заливается в бачок, который соединен с главным тормозным цилиндром. При нажатии на педаль тормоза шток передвигает поршень, который создает давление в системе. Так как жидкость практически несжимаема, она давит на поршни колесных цилиндров, которые и перемещают колодки. Колодки при этом прижимаются или к тормозному диску, или к барабану и колеса автомобиля затормаживаются. Когда водитель снимает ногу с педали тормоза или ослабляет давление на педаль, давление в системе падает, а жесткие пружины тормозных механизмов возвращают колодки назад. Колеса автомобиля в этом случае растормаживаются.

Схема главного тормозного цилиндра автомобиля ВАЗ-2118 представлена на рис. 1.2 и 1.3.

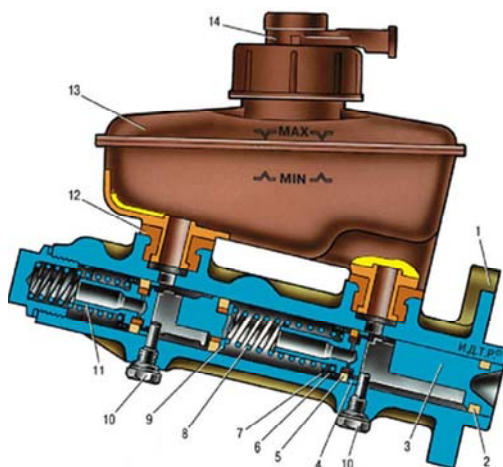


Рис. 1.2. Главный тормозной цилиндр с тормозным бачком автомобиля ВАЗ-2118:

*A* – зазор;

- 1* – корпус главного тормозного цилиндра; *2* – уплотнительное кольцо низкого давления; *3* – поршень привода контура левый передний–правый задний тормоз; *4* – распорное кольцо; *5* – уплотнительное кольцо высокого давления; *6* – прижимная пружина уплотнительного кольца; *7* – тарелка пружины;
- 8* – возвратная пружина поршня; *9* – шайба; *10* – стопорный винт;
- 11* – поршень привода контура правый передний–левый задний тормоз;
- 12* – соединительная втулка; *13* – тормозной бачок;
- 14* – датчик аварийного уровня тормозной жидкости

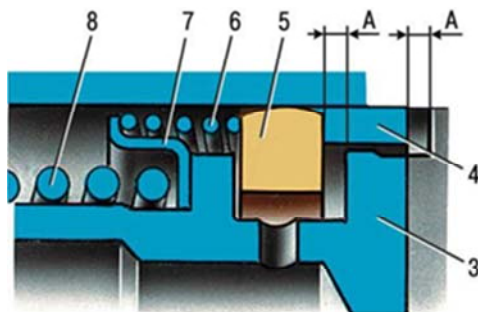


Рис. 1.3. Фрагмент главного тормозной цилиндр автомобиля ВАЗ-21186:

*A* – зазор;

- 3 – поршень привода контура левый передний – правый задний тормоз;
- 4 – распорное кольцо; 5 – уплотнительное кольцо высокого давления;
- 6 – прижимная пружина уплотнительного кольца; 7 – тарелка пружины;
- 8 – возвратная пружина поршня

В полости главного цилиндра *1* расположены последовательно два поршня, каждый из которых управляет своим контуром. Поршень *3* уплотняется в цилиндре двумя резиновыми кольцами. Уплотнительное кольцо *5* высокого давления поджимается пружиной *6* к торцу распорного кольца *4*. Другой конец пружины упирается в тарелку *7*. С другой стороны, в тарелку упирается возвратная пружина *8*. Ход поршня в цилиндре ограничивается стопорным винтом *10*, ввернутым снизу в корпус цилиндра. Конец винта заходит в паз поршня *3*. В задней канавке поршня установлено уплотнительное кольцо низкого давления *2*. Поршень *3* создает давление в контуре «левый передний – правый задний тормоза». Передний плавающий поршень *11* имеет аналогичное устройство, уплотнение передней части и ограничение хода. Только задняя часть уплотняется также кольцом *29* высокого давления, которое поджимается к торцу поршня пружиной *8* через шайбу *9*. На главном цилиндре при помощи двух соединительных втулок *12* крепится бачок *13*, на горловину которого навертывается крышка *14*, крепящая датчик аварийного уровня жидкости.

Через зазор *A* при обратном ходе поршней через ослабленные кольца высокого давления осуществляется долив тормозной жидкости из бачка *13* в тормозные контуры. Недостаток жидкости образуется из-за износа тормозных колодок и постепенного выдвигания поршней рабочих цилиндров.

Для повышения эффективности тормозной системы, а также для более комфортной ее эксплуатации, в схему системы введен усилитель тормозов. По принципу работы различают усилители тормозов:

- вакуумные;
- электрические.

Схема вакуумного усилителя тормозов автомобиля ВАЗ-2118 представлена на рис. 1.4.

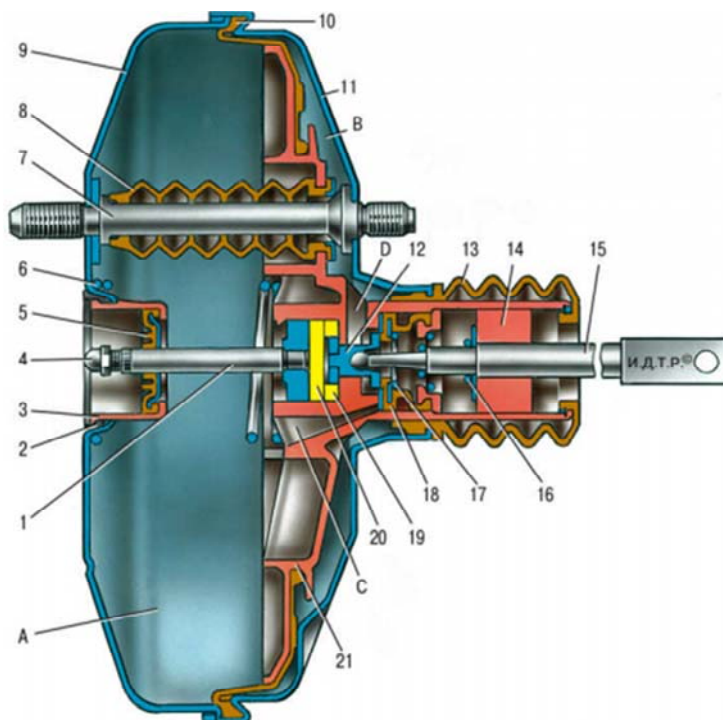


Рис. 1.4. Вакуумный усилитель тормозов автомобиля ВАЗ-2118:

- A* – вакуумная камера; *B* – атмосферная камера; *C, D* – каналы;
- 1* – шток; *2* – уплотнительное кольцо фланца главного цилиндра;
- 3* – чашка корпуса усилителя; *4* – регулировочный болт; *5* – уплотнитель штока;
- 6* – возвратная пружина диафрагмы; *7* – шпилька усилителя;
- 8* – уплотнительный чехол; *9* – корпус вакуумного усилителя; *10* – диафрагма;
- 11* – крышка корпуса вакуумного усилителя; *12* – поршень;
- 13* – защитный чехол корпуса клапана; *14* – воздушный фильтр; *15* – толкатель;
- 16* – возвратная пружина толкателя; *17* – пружина клапана; *18* – клапан;
- 19* – втулка корпуса клапана; *20* – буфер штока; *21* – корпус клапана

Резиновая диафрагма вместе с корпусом 21 клапана, делят полость вакуумного усилителя на две камеры: вакуумную камеру *A* и атмосферную камеру *B*. Камера *A* соединяется с впускной трубой двигателя. Корпус 21 клапана пластмассовый. На выходе из крышки он уплотняется гофрированным защитным чехлом 13. В корпусе клапана размещен шток 1 привода главного цилиндра тормозов с опорной втулкой, буфер 20 штока, поршень 12 корпуса клапана, клапан 18 в сборе, возвратные пружины 16 и 17 толкателя и клапана, воздушный фильтр 14, толкатель 15. При нажатии на педаль тормоза перемещаются толкатель 15, поршень 12, а вслед за ними и клапан 18 до упора в седло корпуса клапана. При этом камеры *A* и *B* разобщаются. При дальнейшем перемещении поршня его седло отходит от клапана и через образовавшийся зазор камера *B* соединяется с атмосферой. Воздух, поступивший через фильтр 14 в зазор между поршнем и клапаном в канал *D*, создает давление на диафрагму 10. За счет разности давления в камерах *A* и *B* корпус клапана перемещается вместе со штоком 1, который действует на поршень главного тормозного цилиндра до тех пор, пока вследствие этого перемещения клапан не отойдет от своего корпуса, и через образовавшийся зазор и канал *C* камеры *A* и *B* не соединятся между собой.

Таким образом, под действием атмосферного давления, приложенного к диафрагме, шток 1 будет перемещать поршень главного цилиндра настолько, насколько под действием мускульной силы водителя перемещается толкатель 15.

Регулятор тормозных сил, применяемый в тормозных системах без электронного регулирования предназначен для получения оптимального соотношения тормозных сил на передних и задних колесах автомобиля, что сокращает тормозной путь за счет предотвращения преждевременной блокировки задних колес во время экстренного торможения (во время которого происходит резкое перераспределение массы в сторону передней части автомобиля).

#### *Колесные тормозные механизмы.*

Колесные тормозные механизмы с учетом массы автомобиля, приходящейся на переднюю и заднюю оси, для обеспечения эффективного торможения выполняют двух типов: барабанные и дисковые (рис. 1.5).



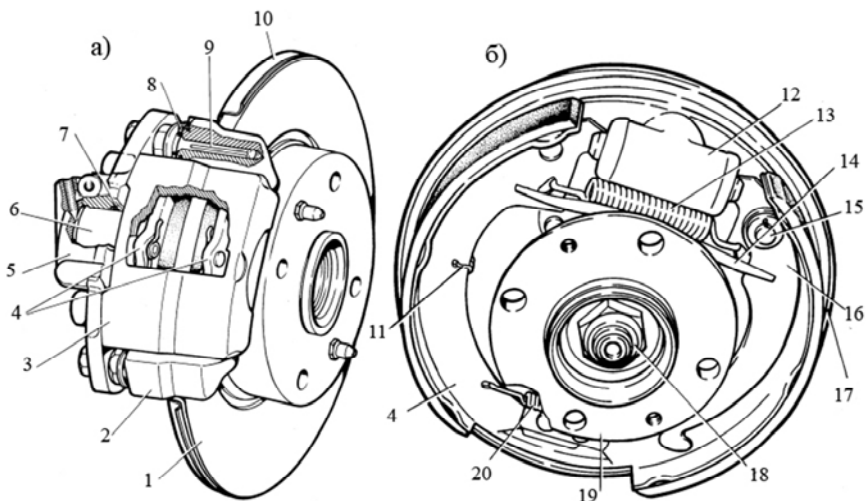


Рис. 1.5. Тормозные механизмы колес:

*a* – дисковый; *б* – барабанный;

- 1 – тормозной диск; 2 – направляющая колодок; 3 – суппорт; 4 – тормозные колодки; 5 – цилиндр; 6 – поршень; 7 – уплотнительное кольцо; 8 – защитный чехол направляющего пальца; 9 – направляющий палец; 10 – защитный кожух;
- 11 – направляющая пружина; 12 – колесный цилиндр; 13 – верхняя стяжная пружина; 14 – разжимная планка; 15 – палец рычага привода стояночного тормоза; 16 – рычаг привода стояночного тормоза; 17 – щит тормозного механизма; 18 – гайка крепления ступицы; 19 – ступица колеса; 20 – нижняя стяжная пружина колодок; 21 – тормозная колодка

В настоящее время на передних колесах легковых автомобилей устанавливают дисковые тормозные механизмы. По сравнению с барабанными они обладают более высокой эффективностью. Поскольку на передние колеса автомобиля при торможении приходится более значительная часть тормозных сил, оснащение передних колес дисковыми тормозными механизмами улучшает эксплуатационные свойства автомобиля. Различают механизмы с плавающей и неподвижной скобой. Дисковый тормозной механизм с плавающей скобой показан на рис. 1.6, *a*. Скоба образуется суппортом 3 и колесным цилиндром 5, которые стянуты болтами. Подвижная скоба крепится болтами к пальцам 9, которые установлены в отверстиях направляющей колодок. В эти отверстия закладывается смазка, между пальцами и направляющей колодок уста-

новлены резиновые чехлы 8. К пазам направляющей поджаты пружинами тормозные колодки 4, внутренняя колодка имеет сигнализатор износа накладки.

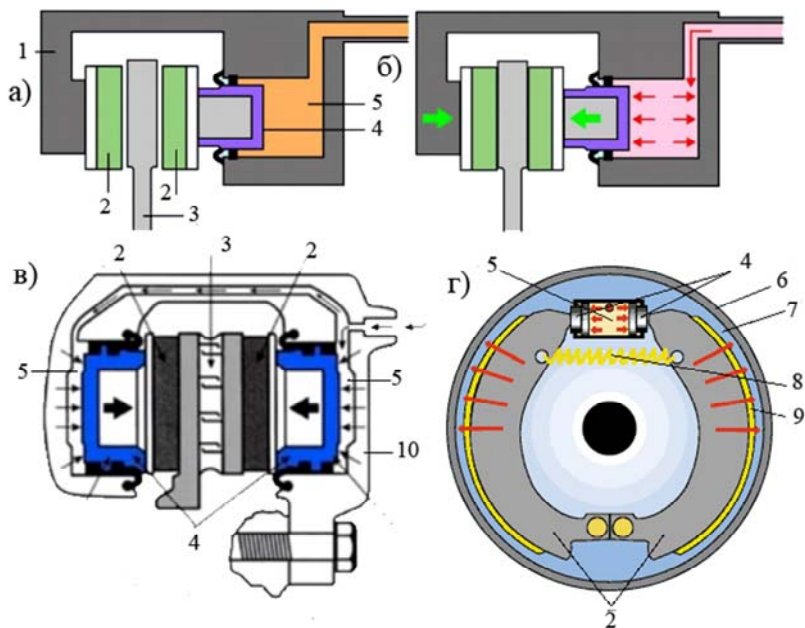


Рис. 1.6. Схемы тормозных механизмов колес  
*а* – дисковый с подвижной скобой расторможен;  
*б* – дисковый с подвижной скобой заторможен;

- в* – дисковый с неподвижной скобой заторможен; *г* – барабанный;  
 1 – подвижная тормозная скоба; 2 – тормозная колодка с накладкой;  
 3 – тормозной диск; 4 – поршень; 5 – цилиндр с тормозной жидкостью;  
 6 – барабан; 7 – зазор между колодками и барабаном; 8 – стяжная пружина;  
 9 – тормозная накладка; 10 – неподвижная скоба

В полости цилиндра 5 установлен поршень 6 с уплотнительным кольцом 7. За счет упругости этого кольца поддерживается оптимальный зазор между колодками и диском.

При отсутствии давления тормозной жидкости в конструкции механизма с плавающей скобой между диском 3 и колодками 2 имеется зазор и диск вращается свободно (рис. 1.6, *а*). В процесс торможения поршень 4 (рис. 1.6, *б*) нажимает на колодку 2 и при-

жимает ее к диску, притормаживая его, а по окончании данной фазы плавающая скоба 1 начинает сдвигаться в сторону поршня, скользя по направляющим. За счет этого к поверхности диска прижимается еще одна колодка 2 и диск колеса тормозится.

Конструкция тормозного механизма с неподвижной скобой состоит из двух цилиндров 5 по бокам тормозного диска 3 (рис. 1.6, в). Корпус конструкции фиксируется на кулаке. Как только водитель нажимает педаль тормоза, колодки 2, за счет воздействия на них поршней 4, фиксируют диск 3 с двух сторон. В разведенном состоянии их удерживают пружины. Они отличаются необычной формой. Подобные системы устанавливают на автомобили с большим весом.

Барабанный тормозной механизм с гидравлическим приводом (рис. 1.6, з) состоит из двух колодок с фрикционными накладками, установленных на опорном диске. Нижние концы колодок закреплены шарнирно на опорах, а верхние – упираются через стальные сухари в поршни разжимного колесного цилиндра. Стяжная пружина прижимает колодки к поршням цилиндра, обеспечивая зазор 7 между колодками и тормозным барабаном в нерабочем положении тормоза. При поступлении жидкости из привода в колесный цилиндр 5 его поршни 4 расходятся и раздвигают колодки 2 до соприкосновения с тормозным барабаном 6, который вращается вместе со ступицей колеса. Возникающая сила трения колодок о барабан вызывает затормаживание колеса. После прекращения давления жидкости на поршни колесного цилиндра стяжная пружина 8 возвращает колодки в исходное положение и торможение прекращается.

Все современные автомобили оборудованы ABS.

Работа системы ABS происходит по программе, подразделяющейся на три фазы: 1 – нормальное или обычное торможение; 2 – удержание давления на постоянном уровне; 3 – сброс давления.

Фаза нормального торможения (рис. 1.7, а). При обычном торможении напряжение на электромагнитных клапанах отсутствует, из главного цилиндра тормозная жидкость под давлением свободно проходит через открытые электромагнитные клапаны и приводит в действие тормозные механизмы колес. Гидронасос не работает. Скорость колеса продолжает снижаться до тех пор, пока блок управления ABS не обнаружит начало блокировки колеса по сигналу, полученному от датчика скорости колеса.

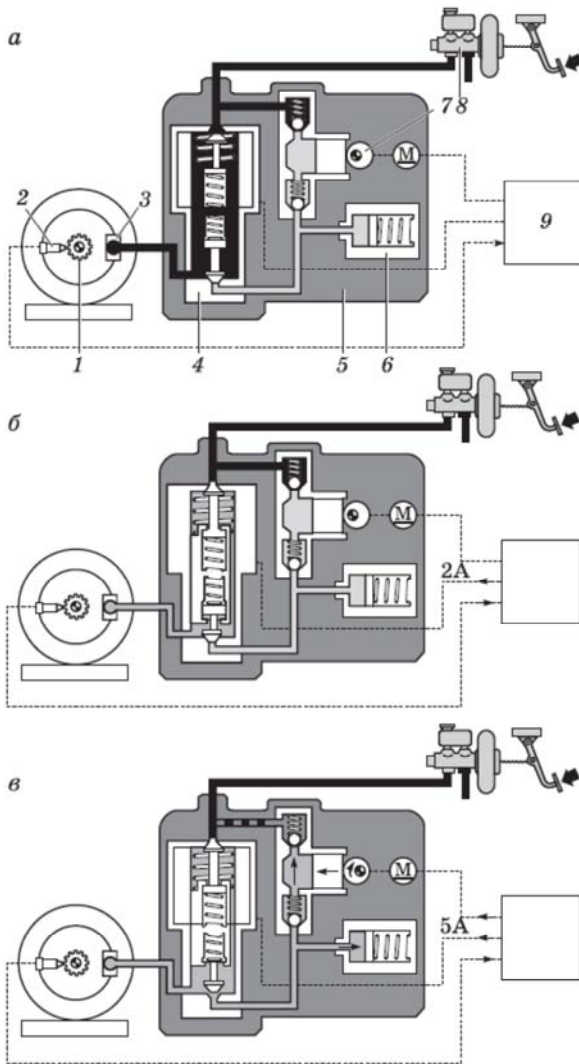


Рис. 1.7. Фазы торможения:

*а* – фаза нормального торможения; *б* – фаза удержания давления на постоянном уровне; *в* – фаза сброса давления;

*1* – ротор колесного датчика; *2* – колесный датчик; *3* – колесный (рабочий) цилиндр; *4* – электрогидравлический модулятор; *5* – электромагнитный клапан; *6* – аккумулятор давления; *7* – нагнетательный насос; *8* – главный тормозной цилиндр; *9* – блок управления

Фаза удержания давления на постоянном уровне (рис. 1.7, б). При появлении признаков блокировки одного из колес БУ, получив соответствующий сигнал от колесного датчика, переходит к выполнению программы цикла удержания давления на постоянном уровне путем разъединения главного и соответствующего колесного цилиндра. На обмотку электромагнитного клапана подается ток силой 2 А. Поршень клапана перемещается и перекрывает поступление тормозной жидкости из главного цилиндра. Давление в рабочем цилиндре колеса остается неизменным, даже если водитель продолжает нажимать на педаль тормоза.

Фаза сброса давления (рис. 1.7, в). Если опасность блокировки колеса сохраняется, блок управления подает на обмотку электромагнитного клапана ток большей силы: 5 А. В результате дополнительного перемещения поршня клапана открывается канал, через который тормозная жидкость сбрасывается в аккумулятор давления жидкости. Давление в колесном цилиндре падает. Блок управления выдает команду на включение гидронасоса, который отводит часть жидкости из аккумулятора давления. Педаль тормоза приподнимается, что ощущается по биению тормозной педали.

## Лабораторная работа № 2

### Диагностирование гидравлической тормозной системы, оборудованной ABS

**Цель работы:** изучить и закрепить знания по диагностированию параметров основных компонентов тормозной системы с гидравлическим приводом, оборудованных ABS.

**Организация рабочего места:** на рабочем месте должен быть учебный стенд, компьютер с программным обеспечением, диагностический сканер СКАНМАТИК.

#### 2.1. Конструкция и составляющие учебного стенда

Конструктивно стенд представляет собой сборный алюминиевый каркас, на котором закреплено оборудование тормозной системы автомобиля и лицевая панель (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Общий вид стенда с гидравлической тормозной системой

Стенд с гидравлической тормозной системой (рис. 2.1) состоит из следующих элементов:

1 – миллиамперметр, показывающий усилие на тормозной педали; 2 – схема гидровакуумного усилителя; 3 – блок ABS; 4 – схема колесного тормозного механизма барабанного типа заднего правого колеса; 5 – схема колесного тормозного механизма барабанного типа заднего левого колеса; 6 – схема колесного тормозного механизма дискового типа переднего левого колеса; 7 – схема колесного тормозного механизма дискового типа переднего правого колеса; 8 – переключатели-тумблеры ДС-1–ДС-4, имитирующие включение режима поверхности дороги, при проезде по которой срабатывает ABS; 9 – тумблеры включения сети; 10 – вакуумметр P1 разряжения в вакуумной камере; 11 – манометр P2 давления в левом заднем рабочем цилиндре; 12 – манометр P3 давления в левом переднем рабочем цилиндре; 13 – манометр P4 давления в тормозном контуре 1; 14 – манометр P5 давления в тормозном контуре 2; 15 – манометр P6 в правом переднем рабочем цилиндре; 16 – манометр P7 в правом заднем рабочем цилиндре; 17 – шкив 1, имитатор дисков колес автомобиля; 18 – шкив 2, имитатор работы колеса при срабатывании ABS; 19 – тумблер включения вращения шкивов; 20 – регулятор скорости вращения шкивов колес (шкив 1); 21 – переключатель имитации режима торможения колеса автомобиля (шкива 2); 22 – тумблер включения зажигания; 23 – тумблер включения вакуумного компрессора для создания разряжения в гидровакуумном усилителе; 24 – диагностический разъем; 25 – вакуумный усилитель с главным тормозным цилиндром; 26 – электрический домкрат; 27 – блок ABS; 28 – колесный тормозной механизм барабанного типа заднего левого колеса; 29 – колесный тормозной механизм дискового типа переднего левого колеса; 30 – вакуумный компрессор; 31 – колесный тормозной механизм дискового типа переднего правого колеса; 32 – колесный тормозной механизм барабанного типа заднего правого колеса; 33 – переключатель диапазона измерений силомера; 34 – педаль.

На лицевой панели изображена гидравлическая схема тормозной системы автомобиля, на которой отображается состояние каждого клапана гидроагрегата ABS и электродвигателя возвратного насоса, размещены элементы сигнализации тормозной системы (индикатор включения «Стоп-сигнала»), измерительные приборы (вакуумметр

разрежения в вакуумной камере усилителя, манометры давления в ветвях гидравлических контуров, силомер усилия на тормозной педали). В верхней части корпуса размещен кронштейн с главным тормозным цилиндром автомобиля ВАЗ-2118, вакуумным усилителем и тормозной педалью. Для создания усилия на тормозной педали используется ромбовый домкрат с электроприводом, закрепленный на стенде через весовой датчик. Под главным тормозным цилиндром размещен гидроагрегат ABS со встроенным электронным блоком управления Bosch 8.0.

На панели стенда также размещены датчики скорости вращения колес, расположенные возле двух модулирующих шкивов, для одного из которых можно задавать скорость вращения, а для другого – степень проскальзывания относительно первого. С помощью переключателей на панели для каждого из входных каналов блока ABS можно выбрать датчик, установленный возле первого или второго шкива, тем самым задавая проскальзывание того или иного колеса.

В нижней части корпуса на металлической раме закреплены элементы задних тормозных механизмов автомобиля ВАЗ-2108, передний левый тормозной механизм автомобиля ВАЗ-2101 (с двумя тормозными цилиндрами), передний правый тормозной механизм автомобиля ВАЗ-2108 (со свободным суппортом), и компрессор, предназначенный для создания разрежения в вакуумной камере вакуумного усилителя.

Измерительная система изделия позволяет измерять давление тормозной жидкости в рабочих цилиндрах, разрежение в вакуумной камере вакуумного усилителя, усилие на тормозной педали.

Стенд оснащен колодкой диагностики для подключения диагностического сканера с интерфейсом USB для управления стендом с компьютера.

## **2.2. Диагностирование рабочей характеристики главного тормозного цилиндра**

1. Убедиться, что автоматические выключатели «Сеть», тумблеры «Компрессор», «Зажигание», «Вращение шкивов» находятся в положении «Выключено» (вниз), переключатель диапазонов измерения силомера F1 находится в положении « $\vee$ », домкрат находится в полностью сложенном состоянии, разрежение в вакуумной камере



вакуумного усилителя отсутствует (вакуумметр P1, поз. 10, рис. 2.1). Если в вакуумной камере присутствует остаточное разрежение, сделать несколько несильных нажатий рукой на педаль тормоза. С каждым нажатием разрежение будет уменьшаться.

2. Проверить уровень тормозной жидкости в бачке главного тормозного цилиндра. При необходимости долить тормозную жидкость до уровня среднего между отметками «min» и «max». На стенде в качестве тормозной жидкости используется смесь из 75 % глицерина и 25 % воды.

3. Включить питание стенда автоматическими выключателями «Сеть» поз. 9. Подвести тормозные колодки к тормозным дискам и тормозным барабанам. Для этого, с помощью переключателя 33 электрического домкрата, сделать несколько имитаций нажатий на педаль тормоза таких, чтобы давление в цилиндрах передних тормозных механизмов (манометры P3 поз. 12, P4 поз. 13) достигало значения порядка 0,4 МПа. После каждого нажатия домкрат возвращать в исходное состояние (положение переключателя диапазона измерений силомера V). Давление в тормозных цилиндрах измеряется по манометрам, усилие на тормозной педали по миллиамперметру (поз. 1). Диапазон переключателя диапазонов должен быть в положении 100 кгс.

4. С помощью переключателя 33 электрического домкрата симулировать нажатие на тормозную педаль так, чтобы давление в цилиндрах передних тормозных механизмов достигло уровня 0,5 МПа. Показания манометров P2, P3, P4, P5 (поз. 14) и силомера F1 (поз. 1) зафиксировать в табл. 2.1.

5. Увеличить давление в цилиндрах передних тормозных механизмов на 0,5 МПа. Показания манометров P2, P3, P4, P5 и силомера F1 зафиксировать в табл. 2.1.

6. Повторять эти операции до тех пор, пока давление в цилиндрах передних тормозных механизмов не достигнет значения 8 МПа.

7. Домкрат вернуть в исходное состояние (положение переключателя диапазона измерений силомера V).

8. Измерения по п. 5–7 повторить еще 2 раза.

9. Выключить автоматические выключатели «Сеть». Рассчитать средние по трем опытам значения измерений давления в цилиндрах рабочих тормозных цилиндров (<P2>–<P5>), усилия на тормозной педали (<F1>). Результаты занести в табл. 2.1. По данным табл. 2.1

построить рабочую характеристику главного тормозного цилиндра – зависимость давления в гидравлических контурах от усилия на тормозной педали.

Таблица 2.1

Характеристики главного тормозного цилиндра  
с выключенным вакуумным усилителем

№ опыта	P2, МПа	P3, МПа	P4, МПа	P5, МПа	F1, кгс
1		0,5			
2		1,0			
3		2,0			
4		3,0			
5		4,0			
6		5,0			
7		6,0			
8		7,0			
9		8,0			

### 2.3. Диагностирование рабочей характеристики главного цилиндра с включенным вакуумным усилителем

1. Тумблер «Компрессор» включить. Компрессор оборудован устройством защиты от частых включений. Поэтому после выключения компрессора в течение 1–2 мин при повторном включении тумблера «Компрессор» он включаться не будет.

2. Подвести тормозные колодки к тормозным дисками и тормозным барабанам. Для этого с помощью домкрата сделать несколько нажатий на педаль тормоза таких, чтобы давление в цилиндрах передних тормозных механизмов (манометры P3, P4) достигало значения порядка 0,4 МПа. После каждого нажатия домкрат возвращать в полностью сложенное состояние.

3. Нажать на переключатель силомера 33, имитирующего давление тормозной педали в положение «V», чтобы давление в цилиндрах передних тормозных механизмов достигло уровня 0,5 МПа,

а разрежение в вакуумной камере усилителя составляло не менее 80 кПа. Показания манометров P2, P3, P4, P5 и силомера F1 зафиксировать в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Характеристики главного тормозного цилиндра  
с включенным вакуумным усилителем

№ опыта	P2, МПа	P3, МПа	P4, МПа	P5, МПа	F1, кгс
1		0,5			
2		1,0			
3		2,0			
4		3,0			
5		4,0			
6		5,0			
7		6,0			
8		7,0			
9		8,0			

4. Увеличить давление в цилиндрах передних тормозных механизмов на 0,5 МПа. При этом разрежение в вакуумной камере усилителя должно составлять не менее 80 кПа. Показания манометров P2, P3, P4, P5 и силомера F1 зафиксировать в табл. 2.2

5. Повторять пункт 4, создавая давление в цилиндрах согласно табл. 2.2, до тех пор, пока давление в цилиндрах передних тормозных механизмов не достигнет значения 8 МПа.

6. Домкрат возвратить в исходное состояние (положение переключателя диапазона измерений силомера V).

7. Повторить пункты 3–6 еще 2 раза.

8. Тумблером «Компрессор» выключить компрессор.

9. Выключить автоматические выключатели «Сеть».

10. Переключатель диапазонов измерения силомера F1 перевести в положение «V».

11. Рассчитать средние по трем опытам значения измерений давления в цилиндрах рабочих тормозных цилиндров (<P2>–<P5>), усилия на тормозной педали (<F1>). Результаты занести в табл. 2.2.

12. По данным табл. 2.2 построить рабочую характеристику главного тормозного цилиндра с включенным вакуумным усилителем – зависимость давления в гидравлических контурах от усилия на тормозной педали.

13. Сравнить рабочие характеристики главного тормозного цилиндра с включенным вакуумным усилителем и с выключенным вакуумным усилителем.

## **2.4. Изучение параметров тормозной системы с ABS в различных режимах торможения**

1. Убедиться, что автоматические выключатели «Сеть», тумблеры SA1 «Компрессор», SA2 «Зажигание», SA3 «Вращение шкивов» находятся в положении «выключено» (вниз), тумблеры SA11–SA14 находятся в положении «Шкив1», переключатель диапазонов измерения силомера F1 находится в положении «V», регулятор RP1 «Скорость вращения шкива 1» (поз. 20, рис. 2.1) повернут против часовой стрелки до упора, переключатель RP2 «Режим торможения» (поз. 21) находится в положении «1», разрежение в вакуумной камере вакуумного усилителя отсутствует (вакуумметр P1). Если в вакуумной камере присутствует остаточное разрежение, сделать несколько несильных нажатий рукой на педаль тормоза. С каждым нажатием разрежение будет уменьшаться.

2. Включить питание стенда автоматическими выключателями «Сеть».

3. Включить зажигание тумблером SA2 «Зажигание» (поз. 22, рис. 2.1). К разъему «Диагностика» подключить диагностический сканер «СКАНМАТИК» и подключить его через Com-порт к компьютеру. В соответствии с инструкцией к сканеру перейти в раздел «ГАЗ УАЗ ИЖ ЗАЗ» → «ШАССИ» → «BOSCH ABS 8.0». Проверить блок управления на наличие ошибок и, если они имеются, очистить их. Перейти на мониторе компьютера во вкладки «Исполнительные механизмы» (рис. 2.2) и проверить их работу. В случае необходимости замены тормозной жидкости (ее аналога на стенде) переходят к вкладке «Заполнение и слив». Этим самым запускается алгоритм включения-выключения клапанов блока ABS для прохода жидкости от бачка к контурам и механизмам колес.

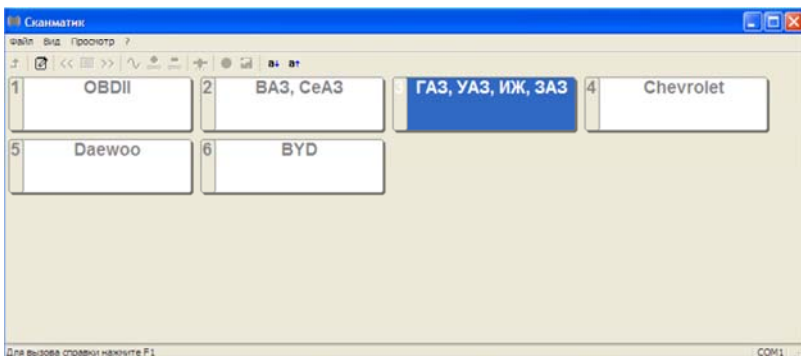


Рис. 2.2. Окно монитора

4. Отсоединить сканер «СКАНМАТИК».

5. Определить скорость, при которой срабатывает ABS. Эта операция выполняется наблюдением за шкивами 1 и 2. Шкив 1 указывает скорость колеса автомобиля, шкив 2 имитирует работу колеса при срабатывании ABS. Включаем тумблеры вниз SA12 и SA13, имитирующие поверхность дороги, при которой происходит срабатывание ABS – передние дисковые тормоза (поз. 8, рис. 2.1). Ставим регулятор RP2 в крайнее правое положение (№ 6). С помощью регулятора RP1 поворотом его рукоятки определяем момент вступления в работу ABS. Этот момент фиксируется по загоранию светодиодов управляющих клапанов в блоке ABS, а шкив 2 периодически подтормаживается. Подключаем «СКАНМАТИК». Входим в меню монитора (рис. 2.3) и выбираем необходимую скорость по скорости вращения задних колес, так как они были не задействованы при проведении данной операции, т. е. не тормозились.



Рис. 2.3. Показания скорости

### Лабораторная работа № 3

#### Устройство пневматической тормозной системы, оборудованной ABS

**Цель работы:** изучить и закрепить знания по устройству и принципу действия основных компонентов тормозной системы с пневматическим приводом современных автомобилей.

**Организация рабочего места:** на рабочем месте должен быть учебный стенд.

#### 3.1. Устройство пневматической тормозной системы, оборудованной ABS

Стенд (рис. 3.1) представляет собой действующую модель современной тормозной системы автомобилей семейства МАЗ с ABS.

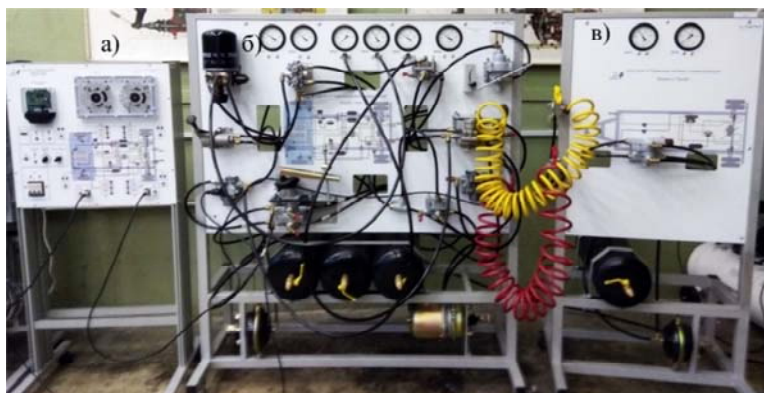


Рис. 3.1. Действующая модель тормозной системы автомобилей семейства МАЗ с ABS:

*а* – модуль с компонентами ABS и устройствами для функционирования системы без установки на автомобиль; *б* – модуль с устройством тормозного привода грузового автомобиля; *в* – модуль с устройством тормозного привода прицепа грузового автомобиля

Состоит из схематического отображения рам грузовика и прицепа с установленными реальными компонентами пневматической тормозной системы. Стенд выполнен в виде трех модулей. На первый модуль (рис. 3.1, *а*) установлены компоненты ABS и устройства

для функционирования системы без установки на автомобиль. На панели этого модуля размещены блок управления ABS, колесные датчики ABS со шкивами-роторами, элементы управления и сигнализации. На рамной конструкции второго модуля (рис. 3.1, б) смонтированы все устройства тормозного привода грузового автомобиля. На рамной конструкции третьего модуля (рис. 3.1, в) смонтированы устройства, устанавливаемые на прицеп.

На рис. 3.2 показана схема пневматической тормозной системы автомобиля с ABS:

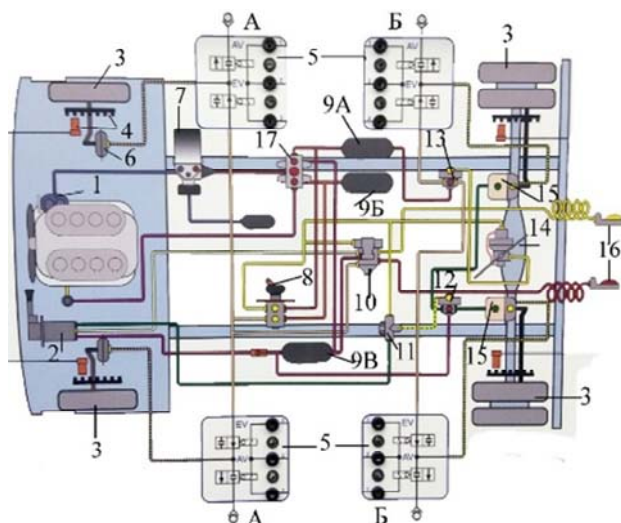


Рис. 3.2. Схема пневматической тормозной системы автомобиля с ABS:

- 1 – компрессор; 2 – кран включения стояночной тормозной системы;
- 3 – колесо; 4 – зубчатый диск, определяющий частоту вращения колеса с датчиком; 5А – модуляторы тормозной системы ABS; 6 – передняя тормозная камера; 7 – осушитель с регулятором давления воздуха и адсорбером;
- 8 – двухсекционный тормозной кран; 9А – ресивер контура задней оси; 9Б – ресивер контура передней оси; 9В – ресивер контура стояночной тормозной системы; 10 – клапан управления тормозами прицепа;
- 11 – двухмагистральный клапан; 12, 13 – ускорительный клапан;
- 14 – регулятор тормозных сил; 15 – задняя тормозная камера с пружинным энергоаккумулятором; 16 – соединительные головки;
- 17 – четырехконтурный защитный клапан

Пневмостанция, устанавливаемая отдельно, содержит компрессор, электродвигатель, ресивер и устройства подготовки сжатого воздуха.

### **3.2. Назначение отдельных компонентов пневматической системы тормозного привода**

**Компрессор** (поз. 1, рис. 3.2) служит для производства сжатого воздуха. Привод компрессора может осуществляться ременной или зубчатой передачей.

**Осушители воздуха** (поз. 7, рис. 3.2) предназначены для осушки сжатого воздуха, подаваемого компрессором, путем выведения водяных паров, содержащихся в нем. Осуществляется с помощью адсорбционной сушки холодной регенерации, когда сжатый компрессором воздух продувается через гранулят (адсорбент), который в состоянии впитывать содержащиеся в воздухе водяные пары.

**Тормозной кран** (поз. 8, рис. 3.2) предназначен для регулирования подачи и сброса сжатого воздуха в рабочей тормозной системе грузовых автомобилей, а также для автоматической регулировки давления в тормозном контуре передней оси в зависимости от давления, создаваемого регулятором тормозных сил в контуре задней оси.

**Многоконтурный (четырёхконтурный) защитный пневмоклапан** (поз. 17, рис. 3.2) служит для поддержания давления в исправных тормозных контурах при выходе из строя одного или нескольких контуров в многоконтурных пневматических тормозных системах.

**Ускорительный клапан** (поз. 12, рис. 3.2) используется для уменьшения времени срабатывания пневмопривода путем сокращения магистрали от воздушных баллонов до исполнительных механизмов, и в результате выпуска воздуха из них непосредственно через ускорительный клапан в окружающую среду. Клапан обладает следящим действием по давлению управления.

**Двухмагистральный перепускной клапан** (поз. 11, рис. 3.2) предназначен для наполнения одной магистрали по выбору от двух других. Клапан служит для предотвращения включения стояночной тормозной системы при нажатой тормозной педали, исключая одновременно действие пружин энергоаккумуляторов и мембраны тормозной камеры на тормозные механизмы колес заднего моста.

**Регулятор тормозных сил** (поз. 14, рис. 3.2) обеспечивает автоматическую регулировку тормозной силы в зависимости от прогиба рессор и, соответственно, загрузки автомобиля. Благодаря встроенному ускорительному клапану осуществляется быстрая подача и выпуск сжатого воздуха из тормозных цилиндров. Регулятор тор-



мозных сил закреплен на раме автомобиля и соединяется с опорной точкой или упругим элементом, расположенным на оси.

**Клапан управления тормозами прицепа** (поз. 10, рис. 3.2) предназначен для выпуска воздуха из соединительной магистрали пропорционально повышению давления в контуре рабочей тормозной системы автомобиля-тягача, а также для ограничения давления сжатого воздуха, поступающего в пневмопривод прицепа, с целью предотвращения самозатормаживания прицепа при колебаниях давления сжатого воздуха в пневмоприводе автомобиля-тягача.

**Тормозные камеры (цилиндры) и барабанные тормозные механизмы.** Тормозные механизмы грузовых автомобилей приводятся в действия от тормозных камер (цилиндров) (рис. 3.3). Тормозная камера служит для создания тормозного усилия для колесного тормоза с помощью сжатого воздуха.

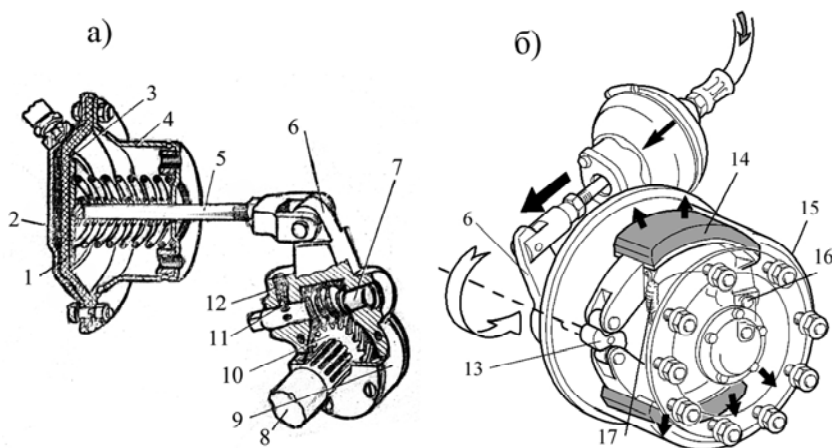


Рис 3.3. Тормозная камера, привод разжимного кулачка (а) и барабанный тормозной механизм (б):

- 1 – диск; 2 – крышка; 3 – диафрагма; 4 – корпус; 5 – шток; 6 – рычаг;  
 7 – вал червяка; 8 – вал разжимного кулачка; 9 – корпус регулировочного механизма; 10 – червячная шестерня; 11 – фиксатор; 12 – пружина фиксатора;  
 13 – S-кулачек вала привода; 14 – тормозная колодка; 15 – тормозной барабан;  
 16 – палец; 17 – стяжная пружина

При срабатывании рабочей тормозной системы сжатый воздух, управляемый тормозным краном грузового автомобиля, проходит через вход А в камеру В. Возникающее давление воздуха нагружает

диафрагму 3 и перемещает ее вместе с диском 1 вправо, сжимая пружину. При этом нажимной шток 5, перемещаясь, передает усилие на рычаг 6 вала разжимного кулака 8. Тормозные колодки 14 при повороте S-кулачка 13 прижимаются к барабану 15, затормаживая колеса.

После окончания торможения сжатый воздух снова сбрасывается из камеры В через тормозной кран грузового автомобиля. Одновременно пружина сжатия перемещает диск и диафрагму обратно в исходное положение. Вал разжимного кулачка также возвращается в нерабочее положение, тормозные колодки освобождают тормозной барабан и колеса растормаживаются. Возврат колодок в исходное положение при оттормаживании происходит под действием стяжной пружины 17.

Нижние концы колодок закреплены на пальцах 16, которые в старых конструкциях грузовых автомобилей обеспечивали регулировку зазора между нижними частями колодок и барабаном. Верхние части колодок у таких автомобилей подводились к барабану при регулировке зазора с помощью червячного механизма.

**Дисковый тормоз с тормозными камерами.** Дисковый тормозной механизм WABCO (рис. 3.4) состоит из вентилируемого тормозного диска 2, плавающего тормозного суппорта 8 и пневматической тормозной камеры, которая приводит тормозной механизм в действие через рычаг 4, установленный в суппорте.

Шток тормозной камеры 5 воздействует с усилием F1 на рычаг 4 суппорта. Рычаг, в свою очередь, воздействует с усилием F2 на регулировочный механизм 6, который перемещает поршни 7 и внутреннюю тормозную колодку 3. Рычаг 4, закрепленный в суппорте, создает противоположно направленную силу F3, которая за счет скользящей посадки поршня в суппорте создает силу F4, воздействующую на внешнюю тормозную колодку. Обе тормозные колодки прижимаются к тормозному диску. Развиваемый тормозной момент вызывает замедление автомобиля.

Для того чтобы обеспечить постоянное поддержание требуемого зазора между тормозными колодками и диском, скоба тормозного механизма снабжена автоматическим регулировочным механизмом.

Конструкция регулировочного механизма не предусматривает его разборку или ремонт. При отказе регулировочного механизма необходимо заменить суппорт в сборе.



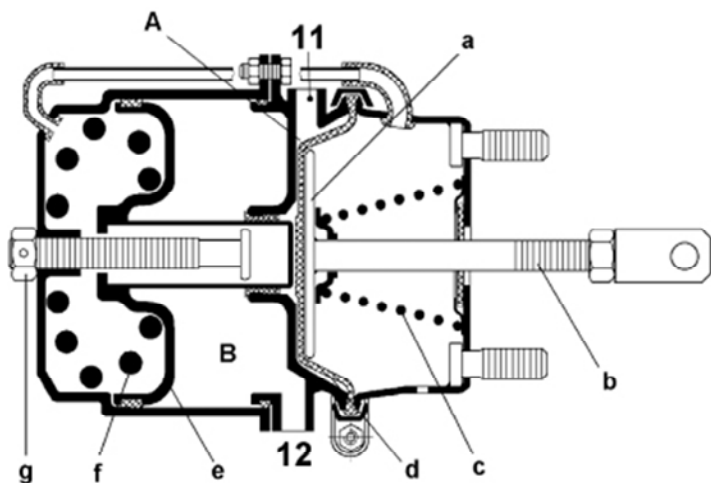


Рис. 3.5. Тормозная камера (пневмоцилиндр) с энергоаккумулятором:  
*A, B* – камеры;  
*a* – диск; *b* – шток диска; *c* – пружина сжатия; *d* – диафрагма; *e* – поршень;  
*f* – разжимающаяся пружина; *g* – шестигранный винт;  
*11* – подача воздуха в камеру; *12* – вывод частичного или полный сброса давления в камере *B*

Максимальная сила торможения пружинного энергоаккумулятора достигается при полном сбросе давления в камере *B*. Так как в этом случае тормозная сила пружинного энергоаккумулятора передается через пружину сжатия (*f*) исключительно механическим способом, то пружинный энергоаккумулятор можно применять для стояночной тормозной системы. Для растормаживания через вывод *12* снова осуществляется подача воздуха в камеру *B*.

Для аварийных ситуаций тормозная камера с энергоаккумулятором снабжена механизмом растормаживания пружинного энергоаккумулятора. При полном падении давления на выводе *12* можно снова растормозить стояночную тормозную систему путем вывинчивания шестигранного винта (*g*).

### 3.3. Антиблокировочная тормозная система

Назначение антиблокировочных систем (ABS) – предотвращать блокировку колес транспортного средства, возникающую в резуль-

тате избыточного действия рабочей тормозной системы преимущественно на дорогах с низким коэффициентом сцепления. Это позволяет сохраняться силам бокового увода колес даже при экстренном торможении, что гарантирует стабильность движения и управляемость автомашины или автопоезда (тягач/полуприцеп) в пределах физических возможностей.

Это повышает:

- устойчивость транспортного средства;
- управляемость при аварийном торможении;
- устойчивость при торможении на скользкой дороге и при поворотах;
- сокращает тормозной путь.

Кроме этого, система ABS также снижает возможность складывания автопоезда и износ шин. ABS начинает управлять давлением воздуха в тормозах всегда, когда колесо начинает блокироваться. Датчики постоянно отслеживают скорость вращения колеса и передают эту информацию в блок управления (ЭБУ). Когда колесо начинает блокироваться, ЭБУ, используя полученную от датчиков информацию, с помощью специальной программы генерирует управляющие сигналы на клапаны ABS. ЭБУ дает команду клапанам ABS отрегулировать давление воздуха в тормозных камерах, чтобы избежать блокировки колеса.

Работу ABS можно разбить на три основных стадии:

- получение входных данных;
- обработка этих данных;
- генерирование выходных данных.

Входные данные включают в себя сигналы от датчиков, переключателей и диагностического оборудования. ЭБУ ABS интерпретирует эти данные и вырабатывает управляющие сигналы согласно заложенной в него логике. Эти управляющие сигналы и управляют компонентами ABS в соответствии с определяемой ЭБУ стратегией.

Входные данные представляют собой электрические сигналы, проходящие на ЭБУ. Их вырабатывают датчики скорости вращения колеса. ЭБУ получает 2 разных вида входных данных, что позволяет их использовать для диагностики:

- проверка индикатора неисправностей;
- работа с диагностическим оборудованием.

ЭБУ отслеживает и управляет работой ABS для оптимального торможения. ЭБУ также выполняет самодиагностику и проводит тесты компонентов системы.

ЭБУ с двумя или тремя каналами управления состоит из следующих функциональных групп:

- входной контур;
- основной контур;
- защита;
- управление клапанами.

Во входном контуре происходит фильтрация сигналов от индуктивных датчиков и перевод в цифровую форму.

Основной контур состоит из микрокомпьютера, который содержит комплекс программ по расчету и логической обработке сигналов управления, а также по выдаче величины сигналов для группы управления клапанами.

При начале движения, а также при торможении и во время движения, система ABS, т. е. датчики, магнитные клапаны, электронный блок и соединения, проверяются функциональной группой, которая сообщает водителю о возможной неисправности с помощью контрольной лампочки и, при необходимости, отключает систему ABS или отдельные составляющие. В этом случае действие обычной тормозной системы сохраняется, однако функция антиблокировки ограничивается или отсутствует полностью.

Управление клапанами содержит силовые транзисторы (выходной каскад), которые в зависимости от сигналов, поступающих от основного контура, подают заданный ток к магнитным клапанам.

Датчики скорости колеса. Информацию о скорости вращения каждого из колес автомобиля электронный блок управления получает от датчиков скорости вращения колеса (рис. 3.6).

Поворот колеса регистрируется с помощью вращающегося со ступицей ротора 1 и выдающего импульсы датчика 3, который установлен в суппорте тормоза с помощью зажимной втулки 2.

Роторы для средних и тяжелых грузовых транспортных средств имеют по 100 зубьев. Из-за использования в алгоритмах управления диагональных базовых скоростей соотношение между числом зубьев и окружностью колеса на передних и задних колесах должно быть абсолютно одинаковым с точностью до нескольких процентов.

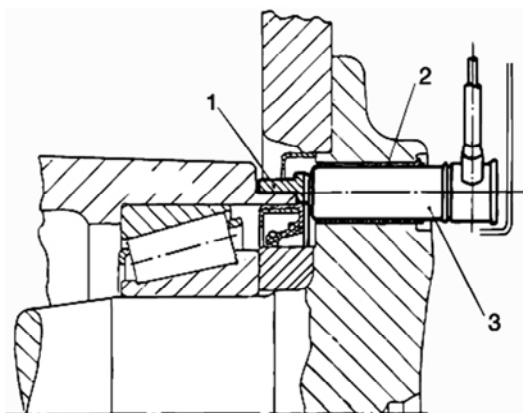


Рис. 3.6. Датчик скорости вращения колеса и его установка:  
1 – ротор; 2 – зажимная втулка; 3 – индуктивный датчик

Индуктивный стержневой датчик скорости вращения колеса состоит из постоянного магнита с сердечником и катушкой. В результате вращательного движения ротора регистрируемый катушкой магнитный поток изменяется, создавая таким образом переменное напряжение, частота которого пропорциональна скорости колеса.

Система ABS грузовых автомобилей содержит пневматическую и электрическую подсистему. Принцип пневматического управления режимом торможения состоит в следующем.

Во время торможения двухосного или трехосного автомобиля пневматическая система, снабженная электромагнитными клапанами ABS, управляет давлением в каждом из колесных тормозных цилиндров (тормозных камер). В зависимости от ситуации давление в колесных цилиндрах (тормозных камерах) может:

- увеличиваться;
- снижаться;
- удерживаться на постоянном уровне;
- снижаться.

Управление режимом торможения предусматривает предотвращения полной блокировки колес автомобиля.

В системе торможения грузового автомобиля используются магнитные клапаны, в состав которых входят пневматическая и электрическая части.

### ***Устройство и принцип работы магнитного клапана (модулятора) ABS.***

Рассмотрим совместную работу электрической и пневматической частей. При торможении сжатый воздух поступает в магнитный клапан ABS через вывод 1 (рис. 3.7, *a*). Так как на соленоиды электромагнитов (I) и (II) не поступает напряжение, сердечники (*i*) и (*h*) прижаты пружинами к соответствующим перепускным отверстиям. Воздух, отжимая клапан (*c*) кверху, получает возможность проходить через камеру (*b*) к выводу 2. Одновременно сжатый воздух имеет возможность проходить мимо сердечника (*h*) в камеру (*g*), где, воздействуя на клапан (*f*) снизу, прижимает его к отверстию перепускного клапана (*e*).

Клапан (*e*) препятствует выходу сжатого воздуха из камеры (*b*) через вывод 3 в атмосферу (рис. 3.7, *a*). Через вывод 2 воздух поступает в тормозные камеры, обслуживаемые магнитным клапаном колес оси.

Для облегчения понимания рассмотрим процесс индивидуально-го регулирования.

ЭБУ ABS при нажатии на педаль тормоза начинает отслеживать угловую скорость каждого из колес транспортного средства. Если какое-либо из колес проявит тенденцию к блокировке, его окружное ускорение будет резко отличаться от окружных ускорений других колес. Определив какое из колес подвергается риску блокировки, ЭБУ ABS подаст электрическое напряжение на соленоид (I) магнитного клапана, который втянет сердечник в катушку, перекрыв отверстие выпуска воздуха в атмосферу, открывая противоположное отверстие, через которое сжатый воздух поступит в камеру (*a*) (рис. 3.7, *b*). Сжатый воздух, поступивший в камеру (*a*), закроет клапан (*c*). Начинается фаза удержания давления в тормозной камере обслуживаемого электромагнитным клапаном колеса. Однако риск блокировки колеса не исчез, так как тормозные колодки остались прижатыми к тормозному барабану или тормозному диску. Очевидно, чтобы уменьшить силу прижатия колодок, необходимо снизить давление в тормозной камере.

ЭБУ ABS подает напряжение на соленоид (II), не снимая напряжения с соленоида (I). Якорь электромагнитного клапана (II) поднимается вверх, перекрывая поступление сжатого воздуха из канала (*d*) в камеру (*h*) и камеру (*g*). Нижнее торцевое уплотнение якоря



электромагнитного клапана (II) открывает сообщение камеры (*h*) и (*g*) с атмосферой, в результате давление в этих камерах снижается. Теперь на клапан (*f*) снизу действует атмосферное давление, а сверху давление в тормозных камерах.

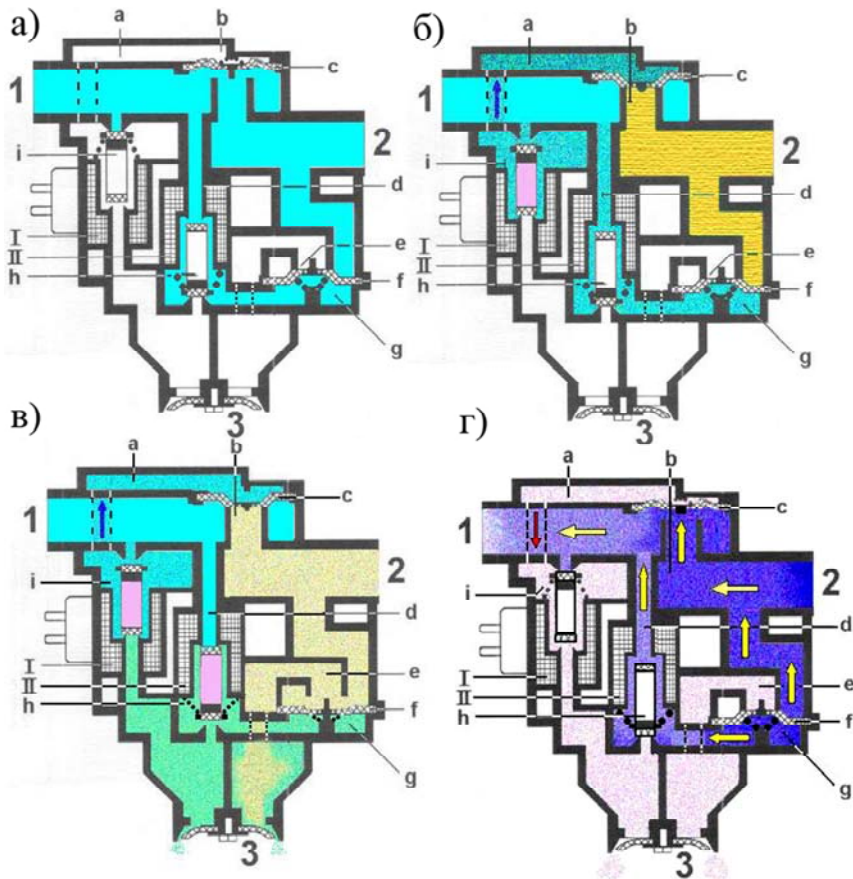


Рис. 3.7. Магнитный клапан (модулятор) ABS и фазы его работы  
*a, в, г* – камеры; I, II – соленоиды; *c, f* – клапаны; *d* – канал;  
*e* – отверстие перепускного клапана; *h, i* – сердечник;  
*1* – подача воздуха к клапану; *2* – подача воздуха к тормозным камерам;  
*3* – выпускное отверстие; *a* – фаза увеличения давления;  
*б* – фаза удержания давления; *в* – фаза сброса давления из тормозной камеры;  
*г* – фаза окончания торможения

Перепад давлений, действующих на клапан (*f*) сверху и снизу, приводит к тому, что клапан (*f*), нагруженный сверху более высоким давлением, выгибается, открывая сообщение камеры (*b*) с каналом (*e*) (рис. 3.7, *в*). Через П-образный канал (*e*) воздух от вывода (2), следовательно, из камеры колесного тормоза, получает возможность выхода в атмосферу через вывод 3. Эта фаза носит название сброса давления из колесной тормозной камеры.

Важно отметить, что сброс давления из тормозной камеры не вызовет мгновенного увеличения скорости вращения колеса. Это произойдет из-за некоторого запаздывания, вызванного необходимостью выпуска воздуха из тормозной камеры и отвода тормозных колодок от барабана (диска). Это запаздывание называют гистерезисом тормозного механизма. Термин «гистерезис» означает запаздывание изменения, характеризующее состояние тела, после снятия причины, вызвавшей изменение его состояния.

Полного сброса давления происходить не будет, через непродолжительное время ЭБУ ABS отключит напряжение, поступающее на соленоид (II) магнитного клапана. Сердечник силой сжатия пружины опустится вниз, перекрыв выпускной канал. Одновременно откроется впускное отверстие, через которое сжатый воздух из канала (*d*) начнет поступать в камеру (*g*). Нагружая клапан (*f*) снизу, сжатый воздух прижмет его к выпускному отверстию П-образного канала, прервав возможность выхода воздуха из тормозных камер в атмосферу. Повторится фаза удержания давления на более низком уровне. После непродолжительного удерживания давления на пониженном уровне ЭБУ ABS вновь подаст воздух в камеру колесного тормоза.

После окончания торможения (рис. 3.7, *г*), ЭБУ ABS получит сигнал от концевого выключателя, установленного на педали тормоза и отключит напряжение с соленоида (I). Сердечник клапана пружиной прижмется к перепускному отверстию, обеспечивая возможность выпуска воздуха из камеры (*a*) в атмосферу через вывод 3. Клапан (*c*) давлением воздуха, находящегося в тормозных камерах, через вывод 2 возвращается в камеру (*b*). Отжимая клапан (*c*) вверх, сжатый воздух поступает в тормозные камеры.

Если колесо вновь проявит склонность к блокировке, цикл будет повторяться с частотой примерно 3–5 Гц, но на мокром льду цикл может повторяться реже.

На рис. 3.8 показано, как будет происходить снижение скорости движения автомобиля, скорости вращения колеса, а также изменения давления в камере тормозного механизма.

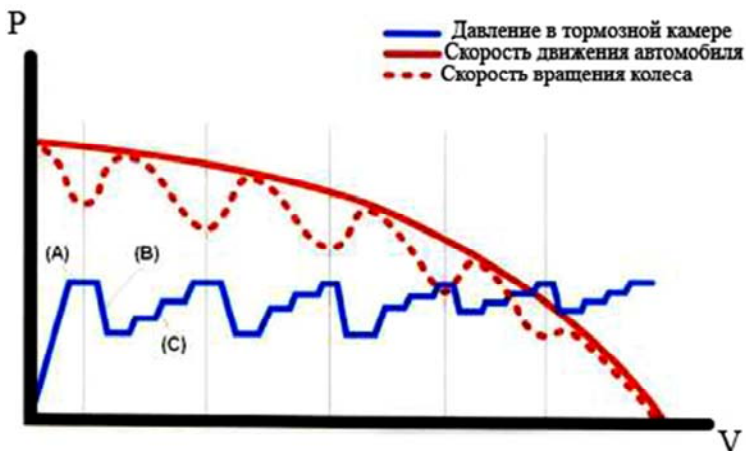


Рис. 3.8. Изменения скорости движения транспортного средства  $V$  от давления  $P$  в тормозной камере

На рис. 3.9 представлены приборы пневматического тормозного привода.

Соединительные фитинги и воздушные патрубки имеют возможность быстрого подсоединения при эксплуатации изделия. Подсоединение выполняется вводом патрубка в фитинг до упора. Отсоединение же путем нажатия с помощью специального ключа в виде полукольца на торец фитинга и извлечением патрубка из фитинга.

**Основная тормозная система.** Рассматриваемый пневматический тормозной привод автомобиля имеет 3 контура.

**1-й контур (передняя ось).** Сжатый воздух от компрессора  $1$  поступает в осушитель с регулятором давления воздуха и адсорбером  $7$ , четырехконтурный защитный клапан  $17$ , ресивер контура передней оси  $9Б$ , нижнюю секцию двухсекционного тормозного крана  $8$ , модуляторы  $5А$ , тормозную камеру  $6$  и далее через нижнюю секцию тормозного крана  $8$  в атмосферу. При этом часть воздуха от нижней секции тормозного крана поступает на клапан управления тормозами прицепа  $10$ .

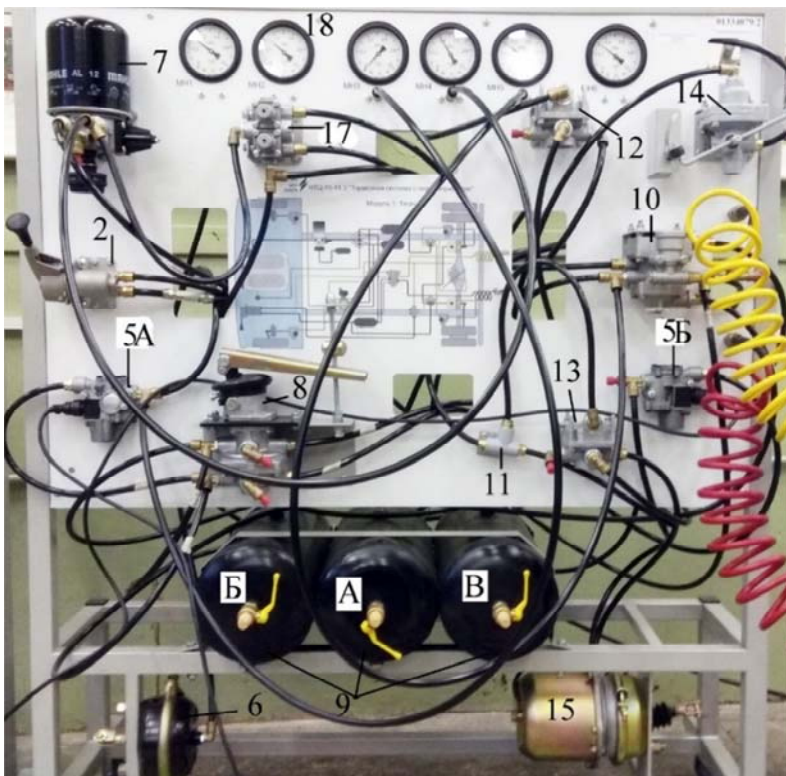


Рис. 3.9. Расположение приборов пневматического тормозного привода автомобиля на учебном стенде

2 – кран включения стояночной тормозной системы; 5А – модулятор тормозной системы ABS левого колеса передней оси; 5Б – модулятор тормозной системы ABS левого колеса; 6 – передняя тормозная камера; 7 – осушитель с регулятором давления воздуха и адсорбером; 8 – двухсекционный тормозной кран; 9А – ресивер контура задней оси; 9Б – ресивер контура передней оси; 9В – ресивер контура стояночной тормозной системы; 10 – клапан управления тормозами прицепа; 11 – двухмагистральный клапан; 12, 13 – ускорительный клапан; 14 – регулятор тормозных сил; 15 – задняя тормозная камера с пружинным энергоаккумулятором; 17 – четырехконтурный защитный клапан; 18 – манометры: МН1 – манометр ресивера и нижней секции тормозного крана; МН2 – манометр ресивера и верхней секции тормозного крана; МН3 – манометр давления в передних тормозных камерах; МН4 – манометр давления в задних тормозных камерах; МН5 – манометр давления в системе стояночного тормоза; МН6 – манометр ресивера стояночной тормозной системы; МН7 – манометр давления в тормозной системе прицепа; МН8 – манометр давления в тормозных камерах прицепа

**2-й контур (задняя ось).** Сжатый воздух от компрессора 1 поступает в осушитель с регулятором давления воздуха и адсорбером 7, четырехконтурный защитный клапан 17, ресивер контура задней оси 9А, верхнюю секцию тормозного крана 8 и от ее тройника по трем путям.

1. Часть воздуха идет на управление клапаном тормозами прицепа 10 и тормозную систему прицепа.

2. Часть воздуха идет к регулятору тормозных сил 14, к ускорительному клапану 13, модулятору 5Б и затем к задней тормозной камере 15.

3. Часть воздуха идет на двухмагистральный клапан 11 и далее к ускорительному клапану стояночной тормозной системы 12 и к энергоаккумулятору с тормозной камерой 15.

**3-й контур (прицеп).** Сжатый воздух от компрессора 1 поступает в осушитель с регулятором давления воздуха и адсорбером 7, четырехконтурный защитный клапан 17, ресивер контура стояночной тормозной системы 9В, верхнюю секцию тормозного крана 8. От верхней секции воздух идет на двухмагистральный клапан 11 и далее к ускорительному клапану стояночной тормозной системы 12.

Давление, зависящее от нагрузки на автомобиль, регулируется автоматическим регулятором тормозной силы 14, связанным с задней осью через шарнирное соединение. При загрузке и, соответственно, разгрузке автомобиля постоянно изменяющееся расстояние между рамой автомобиля и осью соответствующим образом осуществляет плавное изменение давления в системе тормозного привода. Одновременно автоматическим регулятором тормозных сил через магистраль управления приводится в действие встроенный в тормозной кран грузового автомобиля клапан нулевой / полной нагрузки. Таким образом и давление в системе тормозного привода колес передней оси подрегулируется в зависимости от загрузки автомобиля.

Чтобы избежать блокирования колес передней оси колесными тормозными механизмами в режиме притормаживания, пневмоклапан регулятора тормозных сил 14 соотношения давлений снижает величину давления, создающего усилия на тормозных колодках.

**Стояночная тормозная система.** При перемещении рычага тормозного крана с ручным управлением 2 в фиксированное положение полностью сбрасывается давление воздуха в пружинном энергоаккумуляторе 15. Теперь усилие, которое должно прикладываться к колесным тормозным механизмам, развивается за счет сил

упругости пружин пневмоцилиндра. Одновременно сбрасывается давление воздуха в магистрали на участке от тормозного крана 2 с ручным управлением до воздухораспределителя тормозов прицепа 19 (рис. 3.10). Затормаживание прицепа при остановке выполняется за счет подачи давления в управляющую магистраль.



Рис. 3.10. Пневматический тормозной привод прицепа  
 19, 20 – воздухораспределитель тормозов прицепа; 21 – ресивер прицепа;  
 22 – регулятор тормозных сил прицепа; 23 – колесо прицепа;  
 24 – ускорительный клапан прицепа

**Вспомогательная тормозная система.** Благодаря очень высокой чувствительности тормозного крана с ручным управлением 16 (рис. 3.9) при регулировании ступеней давления грузовой автопоезд при отказе рабочих тормозных контуров можно затормозить с помощью пружинных энергоаккумуляторов 15. Усилие торможения, необходимое для тормозных механизмов колес, развивается за счет силы упругости предварительно сжатых пружин энергоаккумуляторов. Однако в данном случае давление в пневмоцилиндрах сбрасывается не полностью, а только до уровня, необходимого для создания требуемого усилия торможения.

**Торможение прицепа автоматическом режиме.** В случае разрыва питающей магистрали давление мгновенно падает до атмосферного, в результате чего срабатывает клапан управления тормозами прицепа 10 и начинается процесс экстренного торможения прицепа.

## **Лабораторная работа № 4**

### **Диагностирование пневматической и механической части пневматической тормозной системы, оборудованной ABS**

**Цель работы:** изучить и закрепить знания по диагностированию пневматической и механической части пневматической тормозной системы, оборудованной ABS.

**Организация рабочего места:** на рабочем месте должен быть учебный стенд, персональный компьютер с программным обеспечением, диагностический сканер СКАНМАТИК.

#### **4.1. Проверка регулятора тормозных сил**

Включить компрессор и закачать воздух в ресиверы.

Проверить зависимость изменения давления в тормозных камерах от положения рычага тормозного крана 8 (рис. 3.3) (имитатора тормозной педали).

Нажимая на рычаг тормозного крана, наблюдать за выдвиганием штоков тормозных камер передних и задних колес и величиной давления в тормозных камерах по манометрам МН3 и МН4.

Измерения проводить в 3-х положениях («+», «0», «-») регулятора тормозных сил 14. Данные измерений занести в табл. 4.1.

#### **4.2. Проверка работоспособности стояночной тормозной системы**

Повернуть рукоятку крана 2 включения стояночной тормозной системы вниз на 20 % и по манометрам МН5 (давления в системе стояночного тормоза) и МН6 (манометр ресивера и ручного крана тормозной системы) определить изменение давления в энергоаккумуляторе.

По полученным данным построить графики.

Визуально определить перемещение штока энергоаккумулятора, т. е. его работоспособность. Падение давления приводит к перемещению штока для механического затормаживания задней оси за счет воздействия пружины энергоаккумулятора.

Таблица 4.1

Зависимость изменения давления в тормозных камерах от положения рычага регулятора тормозных сил

Положение регулятора тормозных сил	Давление в переднем контуре по манометру МН3, МПа	Давление в заднем контуре по манометру МН4, МПа
(+)	0,1	
	0,2	
	0,2	
	0,4	
	0,5	
0	0,1	
	0,2	
	0,3	
	0,4	
	0,5	
(-)	0,1	
	0,2	
	0,3	
	0,4	
	0,5	

#### 4.3. Проверка работоспособности тормозной системы прицепа

Записать значения давления манометров МА7 и МН8 (рис. 3.4).

Отсоединить головки подачи воздуха к тормозной системе прицепа.

Записать значения давления манометров МН7 и МН8.

Повернуть рычаг воздухораспределителя тормозной системы прицепа 19 по часовой стрелке до упора. При этом шток тормозной камеры должен вдвинуться. Записать показания манометров МН7 и МН8 до и после поворота рычага.



#### 4.4. Проверка антиблокировочной противобуксовочной системы

Такая проверка производится на первом модуле (рис. 4.1). На нем установлены компоненты ABS и устройства для функционирования системы без установки на автомобиль. На панели этого модуля размещены блок управления ABS, колесные датчики ABS со шкивами-роторами, элементы управления и сигнализации.

На панели стенда размещены два шкива-ротора 2 и 3 колесных датчиков ABS. Возле каждого из шкивов размещены по 4 колесных датчика 12, обозначенных FR, RR, FL, RL. В процессе работы стенда можно задавать скорость вращения шкива 1 и режим вращения шкива 2. Шкив 1 всегда вращается равномерно с заданной скоростью. Шкив 2 может вращаться как равномерно со скоростью шкива 2, так и прерывисто, часть времени вращаясь со скоростью шкива 1, часть времени замедляясь вплоть до полной остановки. Таким образом шкив 1 имитирует равномерно вращающееся колесо, а шкив 2 – колесо, тормозящее с блокировкой. С помощью тумблеров SA11-SA14 (поз. 7) можно подключить ко входным цепям блока управления колесный датчик расположенный либо в зоне действия шкива 1, либо в зоне действия шкива 2. Возле активированного колесного датчика при этом загорается светодиод. Имеется возможность подключить осциллограф к колесным датчикам посредством гнезд на панели стенда. Управление вращением шкивов-роторов осуществляется посредством тумблера SA3 «Вращение шкивов» (поз. 8), регулятора RP1 «Скорость вращения шкива 1» (поз. 9), переключателя RP2 «Режим торможения» (поз. 10). Имеется возможность управлять вращением шкивов-роторов из специального программного обеспечения с компьютера. Блок управления ABS выполнен в прозрачном корпусе специально для того, чтобы показать его внутреннее содержимое. На панели стенда размещены выключатель SA1 «Зажигание» (поз. 5) со светодиодом, индицирующим включение зажигания, кнопка самодиагностики ABS SB1 и светодиодом самодиагностики «W-Lamp» (поз. 6), колодка «Диагностика» для подключения диагностического сканера (поз. 4). Стенд может быть использован совместно со стендом НТЦ-15.41.3 «Стенд-тренажер для изучения тормозной системы. Модуль 1. Тягач». Для этого к нему с помощью разъемов X1, X3 должны быть подключены пневмомодуляторы. Тумблеры SA21

и SA23 в этом случае должны быть переключены из положения «Автономно» в положение «В составе пневмосистемы».

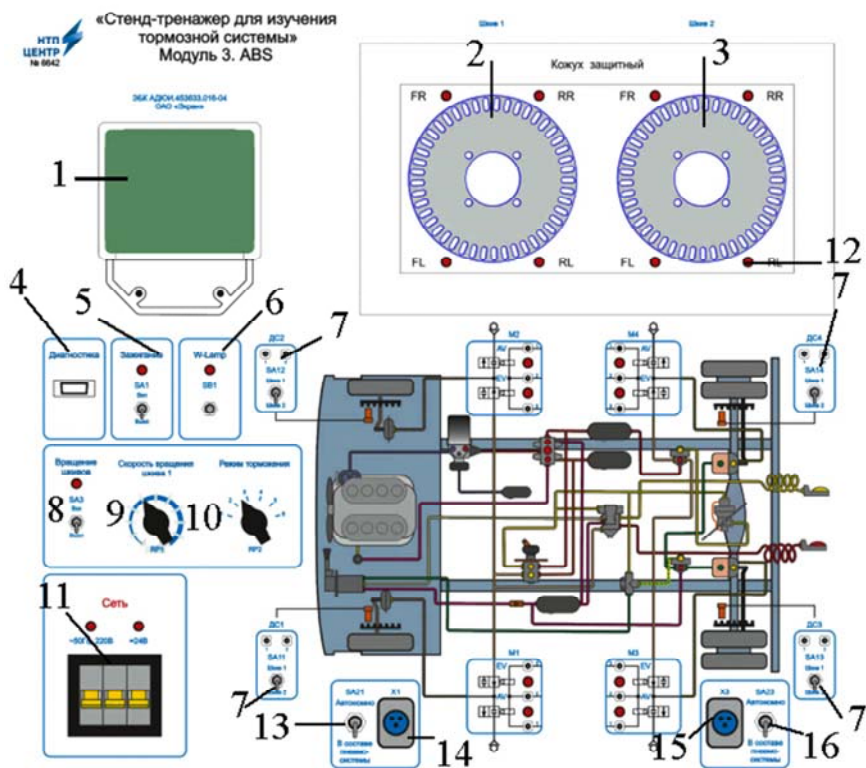


Рис. 4.1. Модуль ABS

1 – модуль компонентов ABS и устройства для функционирования тормозной системы без установки на автомобиль; 2 – шкив имитатор дисков колес автомобиля; 3 – шкив имитатор дисков колес автомобиля при срабатывании ABS; 4 – диагностический разъем; 5 – тумблер включения зажигания; 6 – тумблер-сигнализатор неисправности ABS; 7 – переключатель-тумблер, имитирующий включение режима поверхности дороги, при которой срабатывает ABS; 8 – разъем USB; 9 – регулятор скорости вращения шкивов колес (шкив 1); 10 – переключатель имитации режима торможения колеса автомобиля (шкив 2); 11 – тумблеры включения сети; 12 – светодиод-датчик ABS; 13 – разъем модулятора передней оси (левое переднее колесо); 14 – тумблер модулятора передней оси; 15 – разъем модулятора задней оси (левое заднее колесо); 16 – тумблер модулятора задней оси

## Порядок выполнения работы

1. Включить питание стенда.

2. Подсоединить диагностический штекер к адаптеру. Одну часть (разъем USB) подсоединить к персональному компьютеру. Вторую часть подсоединить к диагностическому разьему 4. При этом на адаптере должен загореться светодиод. К разъемам 14 и 15 модуляторов X1 и X3 присоединить электрические разъемы от второго модуля (устройство тормозного привода). Тумблеры 13 и 16 перевести в нижнее положение «В составе пневмосистемы».

3. Включить зажигание тумблером 5.

4. Включить персональный компьютер и запустить программное обеспечение комплекса на ПЭВМ (файл ABS\_Diag.exe). Экранный интерфейс программы представлен на рис. 4.2.

5. Главное окно программы содержит меню – панель инструментов – панель управления, состоящую из нескольких закладок: ДАННЫЕ ABS – НЕИСПРАВНОСТИ – ТЕСТЫ – НАСТРОЙКА (закладка появляется после ввода пароля) – строка состояния. Главное меню состоит из двух выпадающих меню и команды ВЫХОД.

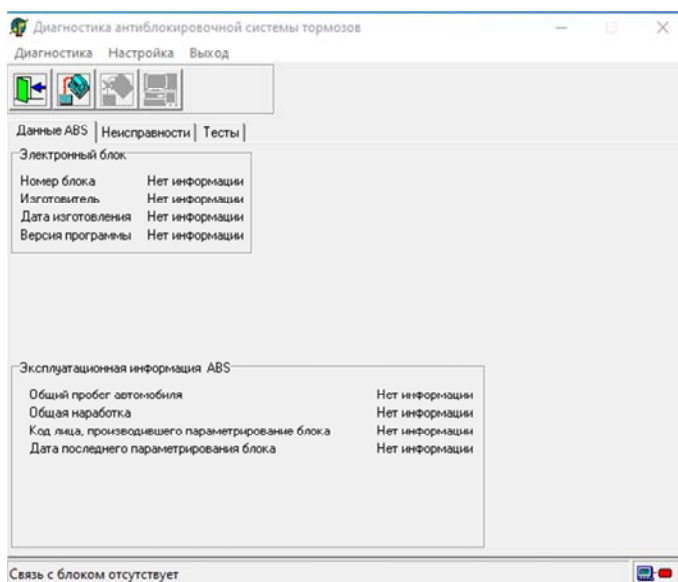


Рис. 4.2. Экранный интерфейс программы

Меню «Диагностика» показано на рис. 4.3, *а* и состоит из четырех пунктов: Старт – Стоп – Создать отчет – Выход.

Меню «НАСТРОЙКА» показано на рис. 4.3, *б* и состоит из трех пунктов: Выбор порта – Путь к данным – Параметризация блока.

Панель инструментов состоит из нескольких кнопок (рис. 4.3, *в*): кнопка ВЫХОД; кнопка СТАРТ; кнопка СТОП; кнопка ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ БЛОКА.

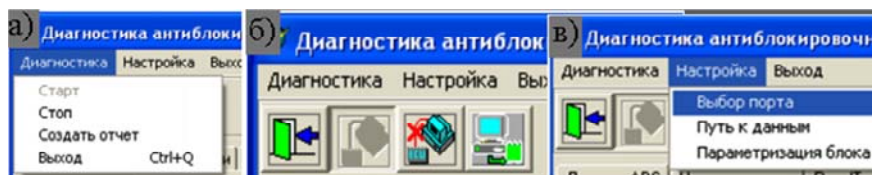


Рис. 4.3. Меню программы:

*а* – меню диагностика; *б* – меню настройка; *в* – панель инструментов

Для начала работы необходимо установить связь с блоком АБС/ПБС. Это можно сделать одним из следующих способов:

- на панели инструментов нажать кнопку СТАРТ;
- в меню «Диагностика» выбрать команду СТАРТ.

При этом в строке состояния появится сообщение УСТАНОВКА СВЯЗИ.

Если связь установить не удалось, то появится окно с сообщением об ошибке и иконка в правом нижнем углу строки состояния останется красной.

Если связь установлена, то на закладке ДАННЫЕ О БЛОКЕ появится информация о блоке, в строке состояния появится сообщение СВЯЗЬ УСТАНОВЛЕНА, и иконка в правом нижнем углу строки состояния станет зеленой.

Закладка ДАННЫЕ ABS (рис. 4.4) предоставляет следующую информацию: номер блока; предприятие-изготовитель; дату изготовления блока; версию программного обеспечения; наработку в моточасах; пробег автотранспортного средства; дату последнего параметрирования блока; код лица, производившего параметрирование блока.

Каждый элемент системы АБС/ПБС на закладке «НЕИСПРАВНОСТИ» представлен кнопкой с лампочкой (рис. 4.5).

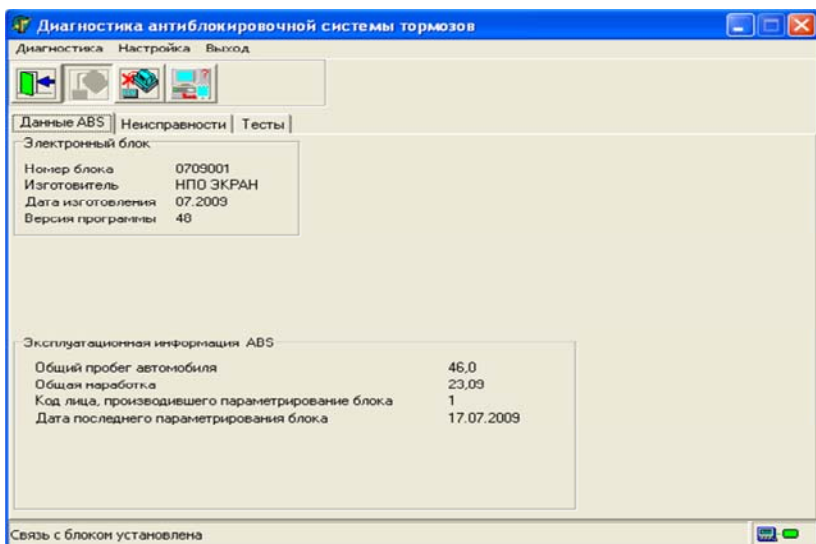


Рис. 4.4. Закладка данные ABS

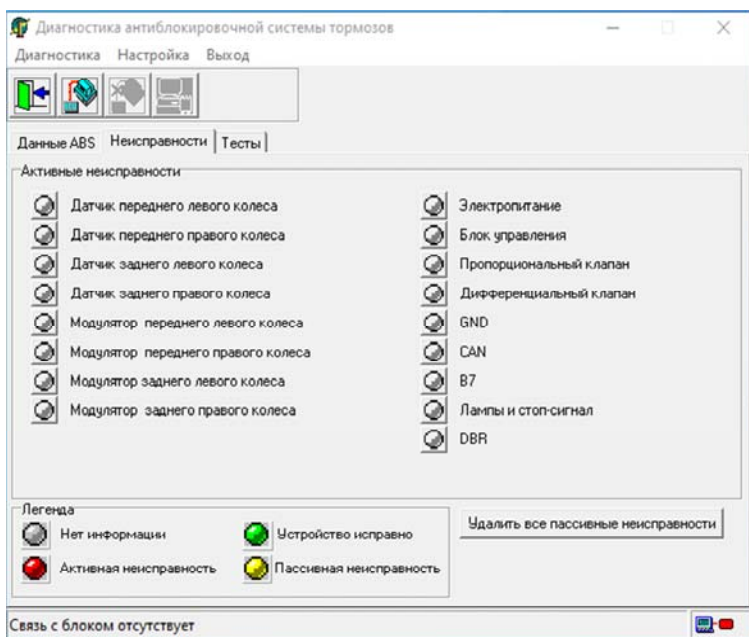


Рис. 4.5. Закладка «Неисправности»

Цвет лампочки определяет состояние элемента: зеленый цвет – компонент исправен; желтый цвет – обнаружена пассивная неисправность; красный цвет – обнаружена активная неисправность; серый цвет – информация отсутствует. Панель «Легенда» напоминает, какими цветами отображаются соответствующие неисправности. Для удаления пассивных неисправностей имеется соответствующая кнопка.

Кнопки – Модуляторы, Датчики, Кнопки Лампы, Проп. клапан – позволяют протестировать элементы системы АБС/ПБС.

Для детальной расшифровки неисправности по конкретному устройству, необходимо нажать кнопку, соответствующую этому устройству. Появится окно (рис. 4.6), в котором подробно описаны неисправности, имеющиеся в данном устройстве.



Рис. 4.6. Окно описания неисправностей

Закладка «ТЕСТЫ» состоит из четырех вкладок (рис. 4.7). Если имеются пассивные неисправности, их необходимо удалить .

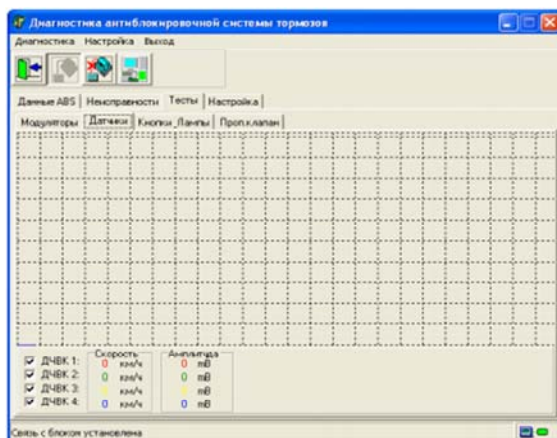


Рис. 4.7. Закладка «Тесты»

Сымитировать обрыв модулятора задней оси, отсоединив провод модулятора от разъема ХЗ (поз. 15, рис. 4.1). При этом на экране монитора появится активная неисправность (красный цвет лампочки).

Устранить неисправность. Для этого выключить зажигание, подсоединить провод питания модулятора задней оси. Включить зажигание и проверить наличие ошибок.

Отключить монитор, отсоединить разъем «диагностика» (поз. 4, рис. 4.1), выключить зажигание.

Нажать на педаль тормоза тормозного крана и зафиксировать ее в нажатом положении, когда давление в манометре МНЗ составит 0,2 Мпа. Рычаг регулятора тормозных сил при этом должен быть установлен в положение «0».

Переключатель имитации режима торможения колеса автомобиля (шкив 2) (поз. 10, рис. 4.1) установить в положение 6. Тумблер левого заднего колеса ДСЗ (поз. 7, рис. 4.1) установить вниз (положение шкив 2). Включить зажигание тумблером 5. Регулятором скорости вращения шкива 1 (поз. 9, рис. 4.1) увеличить частоту вращения шкивов (дисков колес) до момента срабатывания модулятора ABS. Срабатывание модулятора определяется визуально и на слух по характерному режиму работы модулятора. Запомнить положение регулятора скорости вращения шкива 1.

Выключить зажигание. Подсоединить разъем «диагностика» (поз. 4, рис. 4.1), включить зажигание и по монитору компьютера определить, при какой скорости срабатывает ABS.

В режиме «Тесты» проверяем модуляторы всех колес. При нажатии на кнопку вкладки «Тесты» соответствующего колеса, модулятор должен издавать прерывистый звук. Для проведения команды «Датчики» нажимаем соответствующую кнопку вкладки «Датчики» и на экране монитора наблюдаем за осциллограммой работы датчика.

Проверяем тест-команду работоспособности W-Lamp (поз. 6, рис. 4.1). Для проведения этого теста нажимаем соответствующую кнопку вкладки «Кнопки-лампы». При этом на стенде должен загореться светодиод W-Lamp (поз. 6, рис. 4.1).

Отсоединить разъем «диагностика» (поз. 4, рис. 4.1). Выключить зажигание.

Для изучения работы ABS на других режимах:

- включить зажигание;
- переключением тумблеров SA11–SA14 в различных сочетаниях (рис. 4.1) по вращению дисков и светодиодов схем модуляторов провести наблюдение за алгоритмом работы ABS колес.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савич, Е. Л. Устройство и эксплуатация автомобилей для международных перевозок : учеб. пособие / Е. Л. Савич, В. П. Ложечник, А. С. Гурский ; под общ. ред. Е. Л. Савича. – Минск : РИПО, 2016. – 407 с., ил.

2. Савич, Е. Л. Устройство автомобилей : учеб. пособие с грифом МО РБ / Е. Л. Савич, А. С. Гурский, Е. А. Лагун. – Минск : РИПО, 2018. – 448 с. : ил.

3. Савич, Е. Л. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учеб. Пособие / Е. Л. Савич, А. С. Гурский ; под общ. ред. Е. Л. Савича. – Минск : РИПО, 2019. – 425 с. 21, 2 п.л.



Учебное издание

**САВИЧ** Евгений Леонидович  
**ЛАГУН** Егор Анатольевич  
**ИВАНИС** Павел Владимирович

**ДИАГНОСТИРОВАНИЕ  
И ТЕХНИЧЕСКОЕ  
ОБСЛУЖИВАНИЕ ТОРМОЗНЫХ  
СИСТЕМ АВТОМОБИЛЕЙ**

Пособие

для студентов специальностей  
1-37 01 06 «Техническая эксплуатация автомобилей  
(по направлениям)» по направлению 1-37 01 06-01  
«Техническая эксплуатация автомобилей (автотранспорт общего  
и личного пользования)» и 1-37 01 07 «Автосервис»

Редактор *Е. О. Германович*  
Компьютерная верстка *Е. А. Беспанской*

Подписано в печать 03.09.2020. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 2,85. Уч.-изд. л. 2,23. Тираж 100. Заказ 388.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя  
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.