

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ярославский государственный технический университет»
Кафедра «Автомобильный транспорт»

УДК 629.331

ДОПУСКАЕТСЯ К ЗАЩИТЕ
доктор техн. наук, профессор
Б.С. Антропов
«05» 06 2018г.

РАЗРАБОТКА УЧЕБНОГО СТЕНДА РАБОЧЕЙ
ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ АВТОМОБИЛЯ

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к выпускной квалификационной работе бакалавра по направлению
«Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»
ЯГТУ 23.03.03 - 025 ВКР

СОГЛАСОВАНО

Руководитель

ст. преподаватель
(ученая степень, звание)
Б.С. Басанов И.С.
(подпись, И.О. Фамилия)
«1» 06 2018г.

Нормоконтролер

ст. преподаватель
(ученая степень, звание)
Б.С. Басанов
(подпись, И.О. Фамилия)
«1» 06 2018г.

Консультант по

экономической
части к.э.н., доцент
(ученая степень, звание)
И.Б. Фронова
(подпись, И.О. Фамилия)
«26» апреля 2018г.

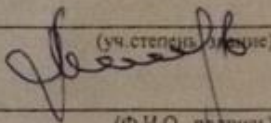
Проект выполнил

студент гр. АТ-43
А.А. Шапкин
(подпись, И.О. Фамилия)
«20» 05 2018г.

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра Автомобильный транспорт

УТВЕРЖДАЮ
Зав.кафедрой


(уч. степень, звание)
(Ф.И.О., подпись)

ЗАДАНИЕ № 025

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

1. Выдано студенту(ке) Малышину Артёму Александровичу

2. Тема Разработка учебного сценария работ по
технической системе автомобиля

утверждена приказом по университету от 27.11.17 № 1453/3

3. Исходные данные карт работ тормозной системы
автомобиля ВАЗ-2106.

4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

Введение

1. Разработка методических рекомендаций к лабораторным работам
2. Разработка конструкции учебного сценария
3. Текст безопасности при работе на сценарии.

4. Экономическая часть
Заключение

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)
1. Сборочный чертеж
 2. Разработка штампа
 3. Лабораторная работа №1
 4. Лабораторная работа №2
 5. Лабораторная работа №3
 6. Тезисно-экономические показатели

6. Консультанты (с указанием относящихся к ним разделов выпускной квалификационной работы)

Басалов И.С. - конструкторская часть

Бондырева И.Б. - экономическая часть

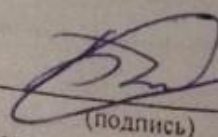
7. Нормоконтролер. Басалов И.С.

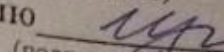
8. Срок сдачи законченной выпускной квалификационной работы 1.06.2018

9. Дата выдачи задания 20.12.2017

Руководитель

Задание принял к исполнению


(подпись)


(подпись студента)

Отчет о проверке на заимствования №1

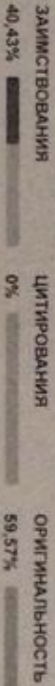
Автор: Шалгинский Артем dokmens2@yandex.ru / ID: 5496087
 Проверенный: Шалгинский Артем (dokmens2@yandex.ru / ID: 5496087)
 Отчет предоставлен сервисом «Антиплагиат» - <http://www.antiplagiat.ru>

ИНФОРМАЦИЯ О ДОКУМЕНТЕ

№ документа: 60
 Начало загрузки: 04.06.2018 11:03:08
 Длительность загрузки: 00:00:02
 Имя исходного файла: ВКР Шалгинский А.А.
 Размер текста: 4662 Кб
 Символов в тексте: 69709
 Слов в тексте: 8031
 Число предложений: 480

ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОТЧЕТЕ

Последний готовый отчет (ред.)
 Начало проверки: 04.06.2018 11:03:10
 Длительность проверки: 00:00:02
 Комментарий: не указано
 Модуль поиска:



Заимствования — доля всех найденных текстовых пересечений, за исключением тех, которые системой отнесла к цитированным, по отношению к общему объему документа.
Цитирование — доля текстовых пересечений, которые не являются авторскими, но система посчитала их использование корректным, по отношению к общему объему документа. Сюда относятся оформленные по ГОСТу цитаты, общедоступные выражения, фрагменты текста, найденные в источниках на коллекция нормативно-правовой документации.
Текстовое пересечение — фрагмент текста проверяемого документа, совпадающий или почти совпадающий с фрагментом текста источника.
Источник — документ, проиндексированный в системе и содержащийся в модуле поиска, по которому проводится проверка.
Оригинальность — доля фрагментов текста проверяемого документа, не обнаруженных ни в одном источнике, по которым шла проверка, по отношению к общему объему документа.
Заимствованное цитирование и оригинальность являются отдельными показателями и в сумме дают 100%, что соответствует всему тексту проверяемого документа.
Обработка Вниманию: что система находит текстовые пересечения проверяемого документа с проиндексированными в системе текстовыми источниками. При этом система является проиндексированным инструментом, определены корректности и правдивости заимствований или цитирований, а также авторства текстовых фрагментов проверяемого документа остаются в компетенции проверяющего.

№	Доля в отчете	Доля в тексте	Источник	Ссылка	Датушлен на	Модуль поиска	Емков в отчете	Емков в тексте
[01]	11.57%	11.57%	Без двигателя нет движения а следовательно но...	http://kayman.ru	06 Янв 2017	Модуль поиска Интернет	34	34
[02]	2.12%	9.83%	Дипломная работа. Устройство, техническое обс...	http://vestitel.ru	раньше 2011	Модуль поиска Интернет	18	88
[03]	6.15%	6.27%	Тормозная система автомобиля	http://auto-diy.ru	14 Авг 2017	Модуль поиска Интернет	14	14

Результаты: **Безопасно** *В.С.*

Еще источников: 12
 Еще заимствований: 20.58%

ОТЗЫВ РУКОВОДИТЕЛЯ
о выпускной квалификационной работе студента
Ярославского государственного технического университета
Факультета дополнительного профессионального образования
направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

Шалгинского А.А.
(Ф.И.О. студента)

В ОТЗЫВЕ НЕОБХОДИМО ОТМЕТИТЬ:

1. Характеристику работы студента (самостоятельность, теоретическую подготовку, умение решать практические вопросы и т.п.).
2. Характеристику ВКР студента (полнота раскрытия темы, объём заимствования и т.п.)
3. Общую оценку работы и область наиболее рационального использования молодого специалиста в производстве.

Шалгинский А.А. приступил к выполнению выпускной квалификационной работы бакалавра по тематике разработки стенда гидравлической рабочей тормозной системы автомобиля и учебно-методических материалов к нему в декабре 2017 года. Работа носила исследовательский характер, была необходима теоретическая проработка вопроса и проведение проектно-конструкторских работ.

Тема работы, заявленная к рассмотрению на страницах выпускной работы, раскрыта надлежащим образом. Структура работы логична, материал излагается последовательно, а его содержание свидетельствует о творческом подходе автора к рассматриваемым проблемам. Студент Шалгинский А.А. подошел к работе ответственно, в значительной степени проявил самостоятельность. ВКР выполнена в установленные сроки в полном объеме.

Структура работы логична, материал излагается последовательно, а его содержание свидетельствует о творческом подходе автора к рассматриваемым проблемам.

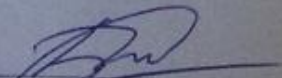
В ходе работы Шалгинский А.А., в соавторстве с Букиным М.В. произвели конструирование и изготовление полностью рабочего и функционального стенда, позволяющего проводить большое количество учебных операций. Подготовлены учебно-методические материалы для трех лабораторных работ по курсу Конструкция и эксплуатационные свойства автомобилей. ВКР имеет большую теоретическую и практическую значимость, стенд и подготовленные материалы будут использованы в учебном процессе.

Шалгинский А.А. в достаточной степени владеет теоретическим материалом и практическими навыками для работы на предприятиях автотранспортного и авторемонтного профиля.

Представленная на защиту выпускная квалификационная работа Шалгинского А.А. соответствует предъявляемым требованиям, а ее автор заслуживает оценки "отлично".

Руководитель

Старший преподаватель
(должность)



(подпись)

Басалов И.С.
(Ф.И.О.)

«8» июня 2018г.

СОГЛАСИЕ

Я, Шатровский Артем Александрович
студент ЯГТУ группы АТ-43 представляю свою выпускную квалификационную
работу на тему
Разработка учебного стандарта рабочих информационных
систем автомобиля
в государственную экзаменационную комиссию.

В данном произведении мною не использованы сведения, которые могут
(использованы или не использованы)
составить государственную тайну, коммерческую и служебную тайны,
конфиденциальную информацию и сведения, открытая публикация которых может
привести к нарушению прав третьих лиц;

В данном произведении мною не использованы сведения, которые могут
(использованы или не использованы)
составить предмет изобретения, полезной модели, на которые могут быть поданы заявки
на выдачу охранного документа исключительного права в течение 6 месяцев с даты
публикации данного материала, или промышленный образец, на который могут быть
поданы заявки на выдачу охранного документа исключительного права в течение 12
месяцев с даты публикации данного материала;

Мне известно, что в случае возникновения претензии третьих лиц я несу
персональную ответственность в соответствии с действующим законодательством за
несоответствие действительности сведений, указанных мною в настоящей справке.

С фактом необходимости проверки вышеуказанной выпускной квалификационной
работы с использованием сервиса «Антиплагиат», возможными санкциями при
обнаружении плагиата, а также обязательным размещением ВКР в электронно-
библиотечной системе ЯГТУ ознакомлен(а)

[Подпись]
(подпись обучающегося)

Даю своё согласие на проверку на объем заимствований, в том числе
содержательного, выявления неправомерных заимствований
[Подпись]
(подпись обучающегося)

Даю своё согласие на размещение вышеуказанной выпускной квалификационной
работы в электронно-библиотечной системе ЯГТУ
[Подпись]
(подпись обучающегося)

Выпускная квалификационная работа выполнена мною лично под руководством
Басалова И.С., старший преподаватель
(Ф.И.О., должность руководителя ВКР)

«17» июня 2018 г. [Подпись] Шатровский А.А.
(подпись обучающегося) (Ф.И.О.)

РЕФЕРАТ

68 с., 30 рис., 5 табл., 7 источников.

ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА, АВТОМОБИЛЬ, УЧЕБНЫЙ СТЕНД, ТОРМОЗА, ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРИВОД, ТОРМОЗНЫЕ МЕХАНИЗМЫ, ИЗНОС КОЛОДОК, ТОРМОЗНАЯ ЖИДКОСТЬ

Объектом исследования является учебный стенд рабочей тормозной системы автомобиля ВАЗ-2106.

Цель работы – разработка учебного стенда рабочей тормозной системы автомобиля и методических рекомендаций для проведения лабораторных работ на стенде.

В процессе работы было изучено устройство рабочей тормозной системы автомобиля, принцип работы системы и отдельных её составляющих, изучены алгоритмы замены тормозных колодок и тормозной жидкости.

В результате исследования был разработан учебный стенд рабочей тормозной системы автомобиля и методические рекомендации к лабораторным работам на стенде.

Эффективность учебного стенда определяется его малыми габаритными размерами и точностью воспроизведения работы тормозной системы автомобиля.

Учебный стенд может применяться в высших и средних учебных заведениях, на автотранспортных предприятиях для обучения студентов и работников предприятий.

Основные конструктивные и технико-эксплуатационные характеристики: малые габаритные размеры, высокая точность воспроизведения рабочей тормозной системы автомобиля.

Содержание

Введение.....	5
1 Разработка конструкции учебного стенда.....	6
1.1 Описательная часть.....	6
1.2 Поиск аналогов.....	6
1.3 Разработка новой конструкции.....	9
1.4 Расчет на прочность.....	17
2 Техника безопасности при работе на стенде.....	20
3 Экономическая часть.....	21
3.1 Введение.....	21
3.2 Планирование научно-исследовательской работы.....	21
3.3 Затраты на разработку стенда.....	22
3.4 Разработка лабораторных работ.....	25
3.5 Заключение.....	27
Заключение.....	28
Список использованных источников.....	29
Приложение А.....	30
Приложение Б.....	44
Приложение В.....	59

Введение

Тормозная система предназначена для управляемого изменения скорости автомобиля, его остановки, а также удержания на месте длительное время за счет использования силы трения между колесом и дорогой.

В данной работе разрабатываем учебный стенд рабочей тормозной системы автомобиля ВАЗ-2106, а также методические указания к лабораторным работам на стенде, который позволяет изучить устройство и принцип действия рабочей тормозной системы, а также научить студентов операциям технического обслуживания и ремонта рабочей тормозной системы автомобиля.

Автомобиль ВАЗ-2106 оборудован двумя тормозными системами – рабочей и стояночной. Рабочая имеет гидравлический привод и обеспечивает торможение автомобиля во время движения, вторая, как правило, используется во время стоянки и имеет механический привод.

Рабочая тормозная система состоит из двух отдельных контуров привода передних и задних тормозных механизмов. При выходе из строя одного из контуров второй позволяет, хотя и с меньшей эффективностью, затормозить автомобиль. Оба контура работают независимо друг от друга.

Рабочая система включает педальный узел, главный тормозной цилиндр с бачком и вакуумным усилителем, регулятор давления задних тормозов, тормозные механизмы передних и задних колес с рабочими цилиндрами и трубопроводы.

1 Разработка конструкции учебного стенда

1.1 Описательная часть

Учебный стенд рабочей тормозной системы автомобиля предлагаемой конструкции предназначен для проведения теоретических, практических и лабораторных работ в высшем учебном заведении, для обучения студентов техническому обслуживанию и ремонту рабочей гидравлической тормозной системы автомобиля.

Стенд позволяет выполнять такие операции технического обслуживания и ремонта, как:

- замена тормозной жидкости;
- удаление воздуха из гидравлического привода;
- проверка уровня тормозной жидкости;
- определение процентного износа тормозных колодок;
- замена колодок дискового и барабанного тормозных механизмов.

Стенд обеспечивает:

- изучение устройства рабочей тормозной системы автомобиля;
- изучение устройства элементов рабочей тормозной системы автомобиля и принципа их действия;
- проведение диагностирования рабочей тормозной системы автомобиля, определение причин неисправностей и способов их устранения;
- проведение операций технического обслуживания и ремонта рабочей тормозной системы автомобиля;

Учебный стенд имеет малый вес и малые габаритные размеры по сравнению со своими аналогами и занимает минимальную площадь. Стоимость создания данного стенда также значительно меньше по сравнению с аналогами.

1.2 Поиск аналогов

На рисунке 1.1 представлен стенд тормозной системы автомобиля ВАЗ-2108, который предназначен для проведения групповых и практических занятий, лабораторных работ в высших профессиональных образовательных учреждениях, при подготовке специалистов по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей.

Достоинства:

- наглядность, демонстрация всех функций тормозной системы автомобиля ВАЗ-2108;
- возможность измерения всех параметров системы;
- возможность имитации и диагностирования неисправностей, получение

- навыков в техническом обслуживании;
- экологическая, пожарная и электрическая безопасность.

Недостатки:

- неудобство конструкции;
- исключение возможности нажатия на педаль тормоза ногой;
- необходимость питания.



Рисунок 1.1 – Стенд тормозной системы автомобиля ВАЗ-2108

На рисунке 1.2 представлен лабораторный стенд гидравлической тормозной системы. Данный аналог демонстрирует работу и знакомит с устройством и обслуживанием гидравлической тормозной системы.

Достоинства:

- демонстрация устройства и работы рабочей и стояночной тормозных систем;
- получение навыков технического обслуживания при работе на данном стенде;
- создание разрежения в вакуумном усилителе;
- экологическая, электрическая и техническая безопасность.

Недостатки:

- большие габаритные размеры;

- большой вес;
- дорогой в создании.



Рисунок 1.2 – Лабораторный стенд гидравлической тормозной системы

1.3 Разработка новой конструкции

Детали для станда рабочей тормозной системы используются от автомобиля ВАЗ-2106. Все сварочные работы проводились ручной электродуговой сваркой.

Этапы сборки станда:

1) К трубе диаметром 44 мм с обоих концов привариваем передний и задний тормозные механизмы (рисунок 1.3).



Рисунок 1.3 – Сварка тормозных механизмов

2) Для опорных ног станда под углом 40 градусов свариваем два уголка 32x32x3 мм (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 – Опорная нога

3) Привариваем ноги к трубе с тормозными механизмами (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Приваривание ног

4) Снизу к трубе привариваем вертикальное крепление из уголков для вакуумного усилителя (рисунок 1.6).



Рисунок 1.6 – Вертикальное крепление для вакуумного усилителя

5) Снизу к вертикальному креплению привариваем уголок, который будет служить горизонтальным креплением (рисунок 1.7).



Рисунок 1.7 – Горизонтальное крепление вакуумного усилителя

б) К опорным ногам станда привариваем распорки квадратного сечения для усиления жёсткости конструкции и привариваем к ним горизонтальное крепление вакуумного усилителя (рисунок 1.8).



Рисунок 1.8 – Распорки

7) В горизонтальном и вертикальном креплении вакуумного усилителя просверливаем 4 отверстия диаметром 9 мм под шпильки вакуумного усилителя (рисунок 1.9).



Рисунок 1.9 – Отверстия под шпильки вакуумного усилителя

8) Крепим к каркасу стенда вакуумный усилитель с педалью и главным тормозным цилиндром (рисунок 1.10).



Рисунок 1.10 – Установка вакуумного усилителя с педалью и цилиндром

9) К вертикальному креплению привариваем крепление для педали из двух уголков с отверстиями под болт педали (рисунок 1.11).



Рисунок 1.11 – Крепление для педали

10) Болтом диаметром 12 мм жестко закрепляем педаль с рамой станда (рисунок 1.12).



Рисунок 1.12 – Закрепление педали

11) Последней стадией устанавливаем тормозные трубки и заполняем систему тормозной жидкостью. Готовый стенд представлен на рисунке 1.13.



Рисунок 1.13 – Учебный стенд

Разработанная конструкция стенда оказалась непригодной для проведения лабораторных работ, так как возникли трудности с удалением воздуха из гидропривода из-за неправильного расположения главного

тормозного цилиндра (он должен быть выше тормозных механизмов), жидкость стекала обратно в бачок и не было давления в системе. В связи с этим необходима реконструкция учебного стенда.

Этапы реконструкции стенда:

- 1) Отпиливаем в сборе крепление вакуумного усилителя.
- 2) Отпиливаем опорные ноги, оставляя расстояние от земли до трубы 20 см, а также укорачиваем длину трубы для уменьшения габаритных размеров стенда (рисунок 1.14).



Рисунок 1.14 – Реконструкция стенда

- 3) Вертикальное крепление вакуумного усилителя обрезаем сверху по крепление педали, также укорачиваем горизонтальное крепление и привариваем к нему снизу два уголка для установки крепления на трубе и увеличения жесткости конструкции (рисунок 1.15).



Рисунок 1.15 – Крепление вакуумного усилителя

4) Привариваем крепление вакуумного усилителя сверху к трубе с тормозными механизмами (рисунок 1.16).



Рисунок 1.16 – Приваривание крепления вакуумного усилителя

5) Устанавливаем вакуумный усилитель с педалью и главным тормозным цилиндром, надеваем тормозные трубки и заливаем в систему тормозную жидкость. Реконструированный стенд представлен на рисунке 1.17.



Рисунок 1.17 – Реконструированный стенд

На реконструированном учебном стенде главный тормозной цилиндр располагается выше тормозных механизмов. После удаления воздуха из гидропривода в системе есть давление, стенд собран правильно. Габаритные размеры составляют: 512x582x456 мм, что значительно меньше предыдущей конструкции.

1.4 Расчет на прочность

Рассчитаем шпильки вакуумного усилителя диаметром 8 мм, примем нагрузку 35 Н.

Найдем реакции опор:

$$\sum M_A = 0: -P \cdot \frac{l}{2} + R_B \cdot l = 0 \Rightarrow R_B = \frac{P}{2}; \quad (1.1)$$

$$\sum M_B = 0: P \cdot \frac{l}{2} - R_A \cdot l = 0 \Rightarrow R_A = \frac{P}{2}, \quad (1.2)$$

где $P=5 \text{ кг} = 0,05 \text{ кН}$.

$$R_A = R_B = \frac{P}{2} = \frac{0,05}{2} = 0,025 \text{ кН}.$$

Рассмотрим любую шпильку, например в опоре А.

Сила затяжки:

$$F_{\text{зат}} = \frac{K \cdot R_A}{f_c \cdot i}, \quad (1.3)$$

где K – коэффициент запаса затяжки, $K=1,8 - 2$ для переменной нагрузки, примем для расчета $K=1,9$;

f_c – коэффициент трения в стыке, $f_c = 0,15 - 0,2$ – для сухой стальной поверхности, примем для расчета $0,18$;

$i = 1$ – количество стыков деталей.

$$F_{\text{зат}} = \frac{1,9 \cdot 0,025}{0,18 \cdot 1} = 0,26 \text{ кН}.$$

Условие прочности на кручение:

$$\sigma = \frac{1,3 \cdot F_{\text{зат}}}{2 \cdot A} < [\sigma_p], \quad (1.4)$$

где A – площадь поперечного сечения шпильки:

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 0,785d^2. \quad (1.5)$$

$[\sigma_p]$ – максимально допустимое напряжение, МПа:

$$[\sigma_p] = \frac{[\sigma_T]}{S}, \quad (1.6)$$

где $[\sigma_T]$ – предел текучести, для стали 45 $[\sigma_T] = 360 \text{ МПа}$;

S – запас прочности при контролируемой затяжке, $S=1,5 - 2$, примем $S=2$,

тогда:

$$[\sigma_p] = \frac{360}{2} = 180 \text{ МПа.}$$

тогда:

$$\frac{1,3 \cdot F_{\text{зат}}}{2 \cdot 0,785 \cdot d^2} \leq [\sigma_p]. \quad (1.7)$$

$$d \geq \sqrt{\frac{1,3 \cdot F_{\text{зат}}}{2 \cdot 0,785 \cdot [\sigma_p]}} = \sqrt{0,828 \cdot \frac{F_{\text{зат}}}{[\sigma_p]}} = \sqrt{0,828 \cdot \frac{260}{180}} = 2,1 \text{ мм}$$

Условие прочности на смятие:

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{F_{\text{зат}}}{A} \leq [\sigma_{\text{см}}] = 0,8 \cdot 360 = 288 \text{ МПа,}$$

где $[\sigma_{\text{см}}] = 0,8 \cdot [\sigma_T]$ – допускаемое напряжение на смятие, МПа.

$$\frac{F_{\text{зат}}}{2 \cdot 0,785 \cdot d^2} \leq [\sigma_{\text{см}}]. \quad (1.8)$$

$$d \geq \sqrt{\frac{F_{\text{зат}}}{2 \cdot 0,785 \cdot [\sigma_{\text{см}}]}} = \sqrt{\frac{260}{2 \cdot 0,785 \cdot 288}} = 2,76 \text{ мм}$$

$$\text{Итого: } \begin{cases} d_{\text{кр}} = 2,1 \text{ мм} \\ d_{\text{см}} = 2,76 \text{ мм} \end{cases}$$

Следовательно, шпилька 8 подходит, так как $d = 8 \text{ мм} > d_{\text{кр}}, d_{\text{см}}$.

2 Техника безопасности при работе на стенде

К работе на учебном стенде допускаются лица, ознакомленные с его устройством, принципом действия и мерами безопасности в соответствии с требованиями, приведенными в настоящем разделе.

В качестве рабочей жидкости в стенде должна использоваться только нетоксичная жидкость (например, 50% раствор глицерина). Использование тормозной жидкости допускается только при установке стенда в хорошо вентилируемых помещениях или на открытых площадках, при этом необходимо соблюдать меры безопасности при обращении с ядовитыми техническими жидкостями. Применяемый при работах инструмент должен содержаться в чистом и исправном состоянии.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ:

- эксплуатировать учебный стенд при нарушении герметичности гидравлической системы;
- пользоваться открытыми источниками огня вблизи учебного стенда;
- эксплуатировать учебный стенд без перчаток.

3 Экономическая часть

3.1 Введение

Научно-исследовательская работа – это работа научного характера, связанная с научным поиском, проведением исследований, экспериментами с целью расширения имеющихся и получения новых знаний, проверки научных гипотез, установления закономерностей, проявляющихся в природе и обществе, научных обобщений, научного обоснования проектов.

Научно-исследовательские работы подразделяются на фундаментальные, поисковые и прикладные. Данная научно-исследовательская работа является прикладной, в ходе которой был разработан учебный стенд рабочей тормозной системы автомобиля. С помощью этого стенда студенты смогут изучить общее устройство и принципы работы узлов рабочей тормозной системы автомобиля, а также научиться выполнять работы по техническому обслуживанию и ремонту рабочей тормозной системы.

3.2 Планирование научно-исследовательской работы

Для разработки учебного стенда рабочей тормозной системы автомобиля необходим персонал в количестве трех человек, двое рабочих и один инженер-руководитель. План выполнения научно-исследовательской работы и время на каждую операцию представлен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – План выполнения научно-исследовательской работы

Наименование	Время, дн.
1. Получение задания	1
2. Изучение литературы	10
3. Поиск аналогов	3
4. Разработка чертежей стенда	3
5. Закупка запчастей, полуфабрикатов и расходных материалов	1
6. Сборка стенда, покраска	1
8. Разработка методических рекомендаций к лабораторным работам на стенде	6
9. Апробация лабораторных работ на стенде и уточнение методики их проведение	4
10. Составление и защита отчета по итогам НИР	17
ИТОГО	46

Всего, для выполнения научно-исследовательской работы понадобится 46 дней. Сборка и покраска стенда занимает 1 день (8 часов).

4.3 Затраты на разработку стенда

Затраты на разработку учебного стенда рабочей тормозной системы автомобиля включают затраты на детали рабочей тормозной системы, стальные полуфабрикаты, расходные материалы, заработную плату рабочих и руководителя, отчисления а также накладные расходы:

$$Z_{\text{стенд}} = C_{\text{мат}} + ЗП + Q + N_{\text{расх}}, \quad (3.1)$$

где $C_{\text{мат}}$ – затраты на детали и материалы, руб;

ЗП – заработная плата рабочих и руководителя, руб;

$N_{\text{расх}}$ – накладные расходы (канцелярские товары, электроэнергия), руб.

Q – отчисления, руб.

Для разработки учебного стенда рабочей тормозной системы автомобиля необходимо 13 типов деталей рабочей тормозной системы и 7 видов полуфабрикатов и расходных материалов. В таблице 3.2 представлен перечень деталей и материалов, их количество, цены и сумма затрат.

Таблица 3.2 – Материальные затраты

Наименование	Кол., шт.	Цена, руб.	Стоимость, руб.
1. Детали	-	-	8438
1.1 Главный тормозной цилиндр	1	570	570
1.2 Диск переднего тормоза	1	980	980
1.3 Бачок ГТЦ	1	30	30
1.4 Щит тормоза в сборе	1	1315	1315
1.5 Трубка тормозная	2	30	60
1.6 Вакуумный усилитель тормозов	1	1160	1160
1.7 Суппорт переднего тормоза в сборе	1	2070	2070
1.8 Кожух тормозного диска	1	115	115
1.9 Тормозной барабан	1	988	988
1.10 Кронштейн крепления суппорта	1	320	320
1.11 Педаль тормоза в сборе	1	320	320
1.12 Передняя ступица	1	510	510
2. Материалы	-	-	1821
2.1 Уголок 32x32x3 мм, 1 м.	8	95	760
2.2 Труба проф. 20x20x2 мм, 1 м.	2	68	136
2.3 Труба ВГП 40x3,5 мм, 1 м.	1	192	192
2.4 Диск для болгарки	5	15	75
2.5 Электроды МР-3 ф 3 мм., пачка	1	145	145
2.6 Тормозная жидкость 0,5 л.	1	173	173
2.7 Краска аэрозольная	2	170	340
ИТОГО (Смат)			10259

Затраты на оплату труда рассчитываются по следующей формуле:

$$ЗП = ЗП_{\text{раб}} + ЗП_{\text{рук}}, \quad (3.2)$$

где $ЗП_{\text{раб}}$ – заработная плата рабочих, руб.;
 $ЗП_{\text{рук}}$ – заработная плата руководителя, руб.

$$ЗП_{\text{раб}} = N_{\text{чел}} \cdot C_{\text{час}} \cdot t \cdot 1,3, \quad (3.3)$$

где $N_{\text{чел}}$ – количество рабочих, необходимых для создания стенда (2 чел.);
 $C_{\text{час}}$ – часовая ставка рабочего, руб/ч. (принимается 200 руб/ч.);
 t – количество часов, необходимых для сборки и покраски стенда, ч.
(принимается 8 часов);
1,3 – коэффициент, учитывающий премию.

$$ЗП_{\text{раб}} = 2 \cdot 200 \cdot 8 \cdot 1,3 = 4160 \text{ руб.}$$

Зарплата руководителя считается, исходя из времени на разработку чертежей стенда (3 восьмичасовых рабочих дня) и закупку запчастей, полуфабрикатов и расходных материалов (1 восьмичасовой рабочий день):

$$ЗП_{\text{рук}} = C_{\text{час}} \cdot t \cdot 1,3, \quad (3.4)$$

где $C_{\text{час}}$ – часовая ставка руководителя (принимается 300 руб/ч.);
 t – количество часов, необходимых для создания стенда, ч. (принимается 32 часа);
1,3 – коэффициент, учитывающий премию.

$$ЗП_{\text{рук}} = 300 \cdot 32 \cdot 1,3 = 12480 \text{ руб.}$$

$$ЗП = 4160 + 12480 = 16640 \text{ руб.}$$

Отчисления составляют 30% от заработной платы:

$$Q = \frac{ЗП \cdot 30}{100}. \quad (3.5)$$

$$Q = \frac{16640 \cdot 30}{100} = 4992 \text{ руб.}$$

Накладные расходы принимаем 100% от расходов на оплату труда.

$$Н_{\text{расх}} = ЗП. \quad (3.6)$$

$$N_{\text{расх}} = 16640 \text{ руб.}$$

Общие затраты на создание стенда составили:

$$З_{\text{стенд}} = 10259 + 16640 + 4992 + 16640 = 48531 \text{ руб.}$$

В таблицу 3.3 заносим результаты расчетов затрат на разработку стенда.

Таблица 3.3 – Затраты на разработку стенда

Наименование статьи затрат	Обозначение	Сумма, руб
Детали, полуфабрикаты, расходные материалы	$C_{\text{мат}}$	10259
Заработная плата:	$ЗП$	16640
- рабочих	$ЗП_{\text{раб}}$	4160
- руководителя	$ЗП_{\text{рук}}$	12480
Отчисления	Q	4992
Накладные расходы	$N_{\text{расх}}$	16640
ИТОГО		48531

Затраты на выполнение НИР состоят из затрат на разработку стенда и оплаты труда инженера-руководителя с отчислениями за весь период НИР, кроме дней на разработку чертежей стенда и закупку запчастей, полуфабрикатов и расходных материалов, то есть $46-5=41$ день.

$$З_{\text{НИР}} = З_{\text{стенд}} + ЗП_{\text{рук}}^{\text{НИР}} + Q, \quad (3.7)$$

где $З_{\text{стенд}}$ – затраты на разработку стенда, руб.;

$ЗП_{\text{рук}}^{\text{НИР}}$ – оплата труда руководителя-инженера за весь период НИР, руб.;

Q – отчисления, руб.

Оплата труда руководителя-инженера:

$$ЗП_{\text{рук}}^{\text{НИР}} = N_{\text{дн}} \cdot C_{\text{дн}} \cdot 1,3, \quad (3.8)$$

где $N_{\text{дн}}$ – количество дней работы (41);

$C_{\text{дн}}$ – оплата за 1 рабочий день (принимается 1200 руб.);

1,3 – коэффициент, учитывающий премию.

$$ЗП_{\text{рук}}^{\text{НИР}} = 41 \cdot 1200 \cdot 1,3 = 63960 \text{ руб.}$$

Отчисления составляют 30% от оплаты труда:

$$Q = \frac{ЗП_{\text{рук}}^{\text{НИР}} \cdot 30}{100}. \quad (3.9)$$

$$Q = \frac{63960 \cdot 30}{100} = 19188 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{НИР}} = 48531 + 63960 + 19188 = 131679 \text{ руб.}$$

3.4 Разработка лабораторных работ

В ходе выполнения данной выпускной квалификационной работы были разработаны три лабораторные работы для обучения студентов, методические рекомендации которых представлены в приложениях А, Б, В. На данном учебном стенде студенты могут ознакомиться с устройством рабочей тормозной системы автомобиля, принципами работы ее узлов, а также научиться выполнять такие операции технического обслуживания и ремонта, как проверка герметичности тормозной системы, проверка износа тормозных колодок и дисков, замена колодок переднего (дискового) и заднего (барабанного) тормозных механизмов, удаление воздуха из тормозной системы гидравлического привода (прокачка тормозов), замена тормозной жидкости, проверка уровня тормозной жидкости и долив.

Рассмотрим затраты на обслуживание и ремонт тормозной системы на примере автомобиля ВАЗ-2106 с годовым пробегом 30000 км по следующим операциям:

- 1) замена тормозных колодок переднего тормоза (проводится через каждые 30 тыс. км.);
- 2) замена тормозных колодок заднего тормоза (проводится через каждые 60 тыс. км.);
- 3) замена тормозной жидкости (проводится через каждые 30 тыс. км.).

На станции технического обслуживания стоимость выполнения данных операций составит:

- 1) замена тормозных колодок переднего тормоза:

$$C_1 = C_{\text{раб}}^1 + C_{\text{з.ч.}}^1 \quad (3.10)$$

где $C_{\text{раб}}^1$ – средняя цена за выполнение операции в автосервисе, руб. (принимается 630 руб.);

$C_{\text{з.ч.}}^1$ – средняя цена комплекта передних тормозных колодок, руб. (принимается 350 руб.).

$$C_1 = 630 + 350 = 980 \text{ руб.}$$

- 2) замена тормозных колодок заднего тормоза:

$$C_2 = C_{\text{раб}}^2 + C_{\text{з.ч.}}^2, \quad (3.11)$$

где $C_{\text{раб}}^2$ – средняя цена за выполнение данной операции в автосервисе, руб. (принимаем 850 руб.);

$C_{\text{з.ч.}}^2$ – средняя цена комплекта задних тормозных колодок, руб. (принимаем 680 руб.).

$$C_2 = 850 + 680 = 1530 \text{ руб.}$$

3) замена тормозной жидкости:

$$C_3 = C_{\text{раб}}^3 + C_{\text{з.ч.}}^3, \quad (3.12)$$

где $C_{\text{раб}}^3$ – средняя цена за выполнение данной операции в автосервисе, руб. (принимаем 400 руб.);

$C_{\text{з.ч.}}^3$ – средняя цена тормозной жидкости, руб. (принимаем 250 руб.).

$$C_3 = 400 + 250 = 650 \text{ руб.}$$

После выполнения лабораторных работ на разработанном учебном стенде студенты смогут выполнить работы по техническому обслуживанию и ремонту тормозной системы сами, тогда затраты на выполнение данных операций будут включать только цены запасных частей и расходных материалов:

- 1) замена тормозных колодок переднего тормоза – 350 рублей;
- 2) замена тормозных колодок заднего тормоза – 680 рублей;
- 3) замена тормозной жидкости – 250 рублей.

Исходя из среднегодового пробега нашего автомобиля (30 тыс. км.) замена тормозных колодок переднего тормоза и замена тормозной жидкости проводятся один раз в год, замену колодок заднего тормоза проводим один раз в два года, тогда общие затраты за год составят – 940 руб.

Затраты на выполнение данных работ в автосервисе на 11.04.2018 составляют за год 2395 руб.:

- 1) замена тормозных колодок переднего тормоза – 980 руб.
- 2) замена тормозных колодок заднего тормоза – 1530 руб.
- 3) замена тормозной жидкости – 650 руб.

Экономия денежных средств при выполнении работ по обслуживанию и ремонту тормозной системы на личном автомобиле самостоятельно составит:

$$\mathcal{E} = \mathcal{Z}_{\text{сер}} - \mathcal{Z}_{\text{сам}}, \quad (3.13)$$

где $\mathcal{Z}_{\text{сер}}$ – затраты на ремонт и обслуживание тормозов в сервисе (2395 руб.);

$Z_{\text{сам}}$ – затраты на ремонт и обслуживание тормозов самостоятельно (940 руб.).

$$\mathcal{E} = 2395 - 940 = 1455 \text{ руб.}$$

Все результаты расчетов и данные по разработке учебного стенда рабочей тормозной системы автомобиля сводим в итоговую таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Техничко-экономические показатели НИР

Наименование показателя	Значение
Продолжительность НИР, дни	46
Численность персонала, чел., в т.ч.:	3
- руководителей	1
- рабочих	2
Количество лабораторных работ на стенде	3
Трудоемкость работ по изготовлению стенда, чел.-ч	48
Трудоемкость работ по ТО и Р тормозной системы, чел.-ч	1,97
Среднегодовой пробег автомобиля, км	30000
Затраты на создание стенда, руб. в т.ч.:	48531
- детали, полуфабрикаты, расходные материалы	10259
- заработная плата, в т.ч.:	16640
рабочих	4160
руководителя	12480
- отчисления	4992
- накладные расходы	16640
Затраты на НИР, руб.	131679
Затраты на выполнение операций ТО и Р тормозной системы самостоятельно за год, руб.	940
Затраты на выполнение операций ТО и Р тормозной системы в автосервисе за год, руб.	2395
Экономия (экономический эффект), руб.	1455

3.5 Заключение

В ходе выполнения экономической части данной научно-исследовательской работы было рассчитано время на разработку учебного стенда рабочей тормозной системы автомобиля, определено количество персонала, необходимое для работы, трудоемкость и затраты на создание стенда. Также был определен экономический эффект от разработки учебного стенда, выраженный в экономии денежных средств водителей, которые прошли подготовку на стенде и могут проводить работы по техническому обслуживанию и ремонту рабочей тормозной системы самостоятельно.

Заключение

В настоящее время происходит интенсивное совершенствование конструкций тормозных систем с гидравлическим приводом, повышение их надежности и производительности. Осуществляется более частое обновление выпускаемых моделей, придание им более высоких потребительских качеств, отвечающих современным требованиям. Все это вызывает необходимость повышения профессионального уровня автомеханика. Он должен иметь представление о современном состоянии и тенденциях развития как автомобилестроения в целом, так и отдельных моделей автомобилей, уметь оценивать техническое состояние, чтобы затем надежно проводить обслуживание и ремонт автомобилей.

В ходе написания выпускной квалификационной работы было изучено устройство рабочей тормозной системы с гидроприводом, принцип работы ее составляющих, разработана конструкция учебного стенда рабочей тормозной системы автомобиля, а также разработаны методические указания к лабораторным работам на данном стенде.

Список использованных источников

1. Устройство автомобилей категорий В и С : учеб. пособие для вузов / Л.А. Жолобов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Юрайт, 2018. – 265 с.
2. Автомобили ВАЗ-2104, 2105, 2106, 2107: «Трудоемкости работ (услуг) по техническому обслуживанию и ремонту» / А.В Куликов, П.Н. Христов, В.Е. Климов, В.С. Боюр, В.В. Рева, В.А. Зимин, Н.Н. Завьялова. Г.А. Хлыненкова.
3. «Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту автомобилей ВАЗ-2103, ВАЗ-2106 и их модификаций с двигателями объемом 1,3/1,5/1,6 л.»-Третий Рим, 2008 г. - 165 с.
4. Основы технической эксплуатации и ремонта подвижного состава [Текст] : лабораторный практикум / К. А. Яковлев, В. А. Иванников, В. О. Никонов, И. Е. Поляков ; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «ВГЛТА». – Воронеж, 2014. – 91 с.
5. Руководство по эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту автомобилей ВАЗ 2106, ВАЗ 21061, ВАЗ 21063, ВАЗ 21065, ВАЗ 21065-01 [электронный ресурс] Режим доступа:
<http://car-exotic.com/>
Дата обращения: 05.04.2018
6. Лабораторный стенд «Гидравлическая тормозная система автомобиля с приводом на дисковый тормоз и измерением тормозного момента» [электронный ресурс] Режим доступа:
http://newstyle-y.ru/high-school/auto/stendy-trenazhery/item_4007/
Дата обращения: 09.04.2018
7. Лабораторные стенды «Действующие системы» [электронный ресурс] Режим доступа:
<http://auto.disys.ru/products/4-products/4-2-products.html>
Дата обращения: 03.04.2018

Приложение А

Лабораторная работа № 1 «Замена тормозных колодок дискового механизма»

Цель работы: Ознакомиться с устройством и принципом действия рабочей тормозной системы автомобиля ВАЗ-2106 и на примере учебного стенда заменить тормозные колодки дискового механизма.

Ход работы

1. Ознакомиться с устройством и принципом действия рабочей тормозной системы автомобиля ВАЗ-2106 с помощью теоретического материала и на примере учебного стенда;
2. Практически выполнить замену тормозных колодок дискового механизма;
3. Оформить отчет.

Теория

Автомобиль ВАЗ-2106 оборудован двумя независимыми тормозными системами: рабочей и стояночной. Первая тормозная система обеспечивает торможение при движении автомобиля и имеет гидравлический привод, вторая тормозная система затормаживает автомобиль на стоянке, имеет механический привод. Рабочая тормозная система оснащена двумя контурами, обеспечивающими независимый привод передних и задних тормозных механизмов колес. Схема тормозной системы автомобиля ВАЗ-2106 представлена на рисунке 1. Оба контура приводятся в действие от одной педали 2, которая с помощью кронштейна крепится вместе с педалью сцепления к панели передка кузова.

Тормозная система автомобиля состоит из тормозных механизмов и тормозного привода. Тормозной механизм предназначен для создания тормозного момента, необходимого для замедления и остановки автомобиля. На автомобилях устанавливаются фрикционные тормозные механизмы, работа которых основана на использовании сил трения. Тормозные механизмы рабочей системы устанавливаются непосредственно в колесе. В зависимости от конструкции фрикционной части различают барабанные и дисковые тормозные механизмы.

Тормозной механизм состоит из вращающейся и неподвижной частей. В качестве вращающейся части барабанного механизма используется тормозной барабан, неподвижной части – тормозные колодки или ленты. Вращающаяся часть дискового механизма представлена тормозным диском, неподвижная – тормозными колодками.

В гидравлический привод помимо педали тормоза включены: главный тормозной цилиндр 4, вакуумный усилитель 3, бачок 9 главного цилиндра,

регулятор 19 давления задних тормозов, тормозные механизмы передних и задних колес вместе с рабочими цилиндрами и трубопроводы.

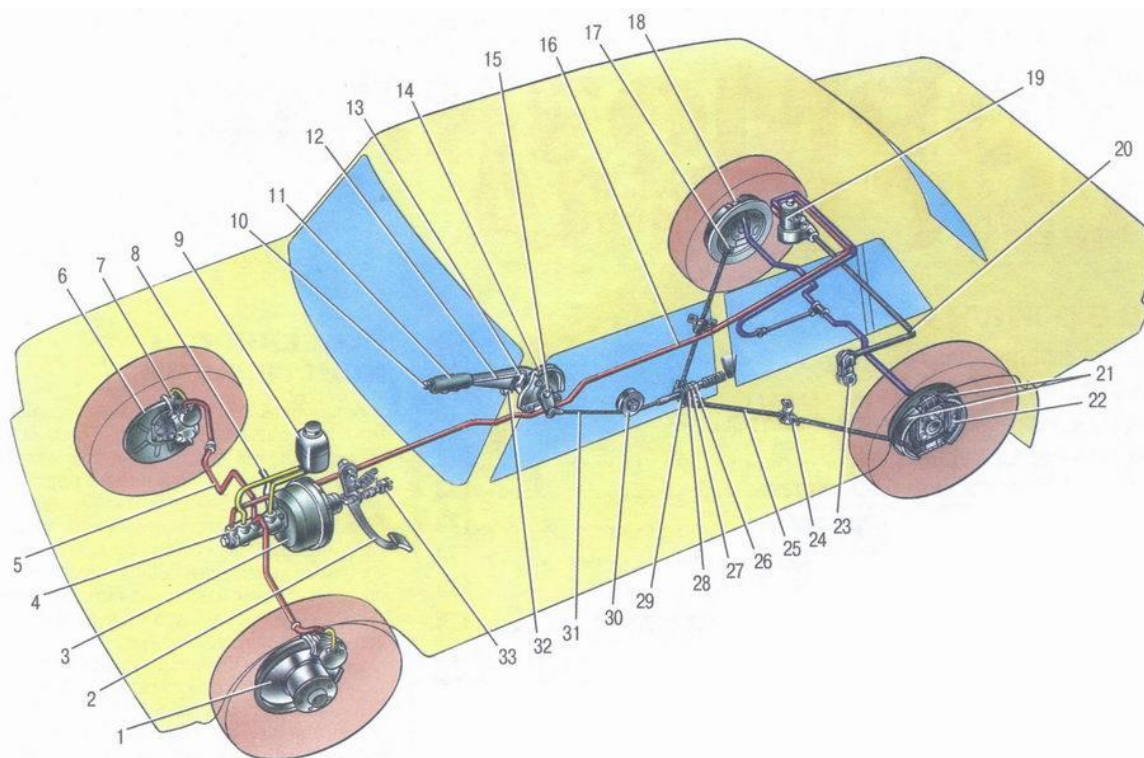


Рисунок 1 – Схема тормозной системы автомобиля ВАЗ-2106

1 - тормозной диск; 2 - педаль тормоза; 3 - вакуумный усилитель; 4 - главный цилиндр гидропривода тормозов; 5 - трубопровод контура привода передних тормозов; 6 - защитный кожух переднего тормоза; 7 - суппорт переднего тормоза; 8 - вакуумный трубопровод; 9 - бачок главного цилиндра; 10 - кнопка рычага привода стояночного тормоза; 11 - рычаг привода стояночного тормоза; 12 - тяга защелки рычага; 13 - защелка рычага; 14 - кронштейн рычага привода стояночного тормоза; 15 - возвратный рычаг; 16 - трубопровод контура привода задних тормозов; 17 - фланец заднего наконечника оболочки троса; 18 - колесный цилиндр заднего тормоза; 19 - регулятор давления задних тормозов; 20 - рычаг привода регулятора давления; 21 - колодки тормоза; 22 - рычаг ручного привода колодок; 23 - тяга рычага привода регулятора давления; 24 - кронштейн крепления переднего наконечника оболочки троса; 25 - задний трос; 26 - контргайка; 27 - регулировочная гайка; 28 - втулка; 29 - направляющая заднего троса; 30 - направляющий ролик; 31 - передний трос; 32 - упор выключателя контрольной лампы стояночного тормоза; 33 - выключатель стоп-сигнала.

При нажатии на педаль тормоза 2 нагрузка передается к вакуумному усилителю 3, который создает дополнительное усилие на главном тормозном цилиндре 4. Поршень главного тормозного цилиндра 4 нагнетает жидкость через трубопроводы к колесным цилиндрам. При этом увеличивается

давление жидкости в тормозном приводе. Поршни колесных цилиндров перемещают тормозные колодки к дискам (барабанам).

При дальнейшем нажатии на педаль увеличивается давление жидкости и происходит срабатывание тормозных механизмов, которое приводит к замедлению вращения колес и появлению тормозных сил в точке контакта шин с дорогой. Чем больше приложена сила к тормозной педали, тем быстрее и эффективнее осуществляется торможение колес. Давление жидкости при торможении может достигать 10-15 МПа.

При окончании торможения (отпуская тормозной педаль), педаль под воздействием возвратной пружины перемещается в исходное положение. В исходное положение перемещается поршень главного тормозного цилиндра. Пружинные элементы отводят колодки от дисков (барабанов). Тормозная жидкость из колесных цилиндров по трубопроводам вытесняется в главный тормозной цилиндр. Давление в системе падает.

Передний (дисковый) тормозной механизм

Устройство переднего тормозного механизма показано на рисунке 2. Передние колеса оборудованы дисковыми тормозами. Дисковый тормозной механизм состоит из вращающегося тормозного диска 19, двух неподвижных колодок 17, установленных внутри суппорта 13 с обеих сторон. Суппорт закреплен на кронштейне 12. В пазах суппорта установлены рабочие цилиндры 18, которые при торможении прижимают тормозные колодки к диску. Тормозной диск при торможении сильно нагревается. Охлаждение тормозного диска осуществляется потоком воздуха. Для лучшего отвода тепла на поверхности диска выполняются отверстия. Такой диск называется вентилируемым. Тормозные колодки прижимаются к суппорту пружинными элементами. К колодкам прикреплены фрикционные накладки. На современных автомобилях тормозные колодки оснащаются датчиком износа.

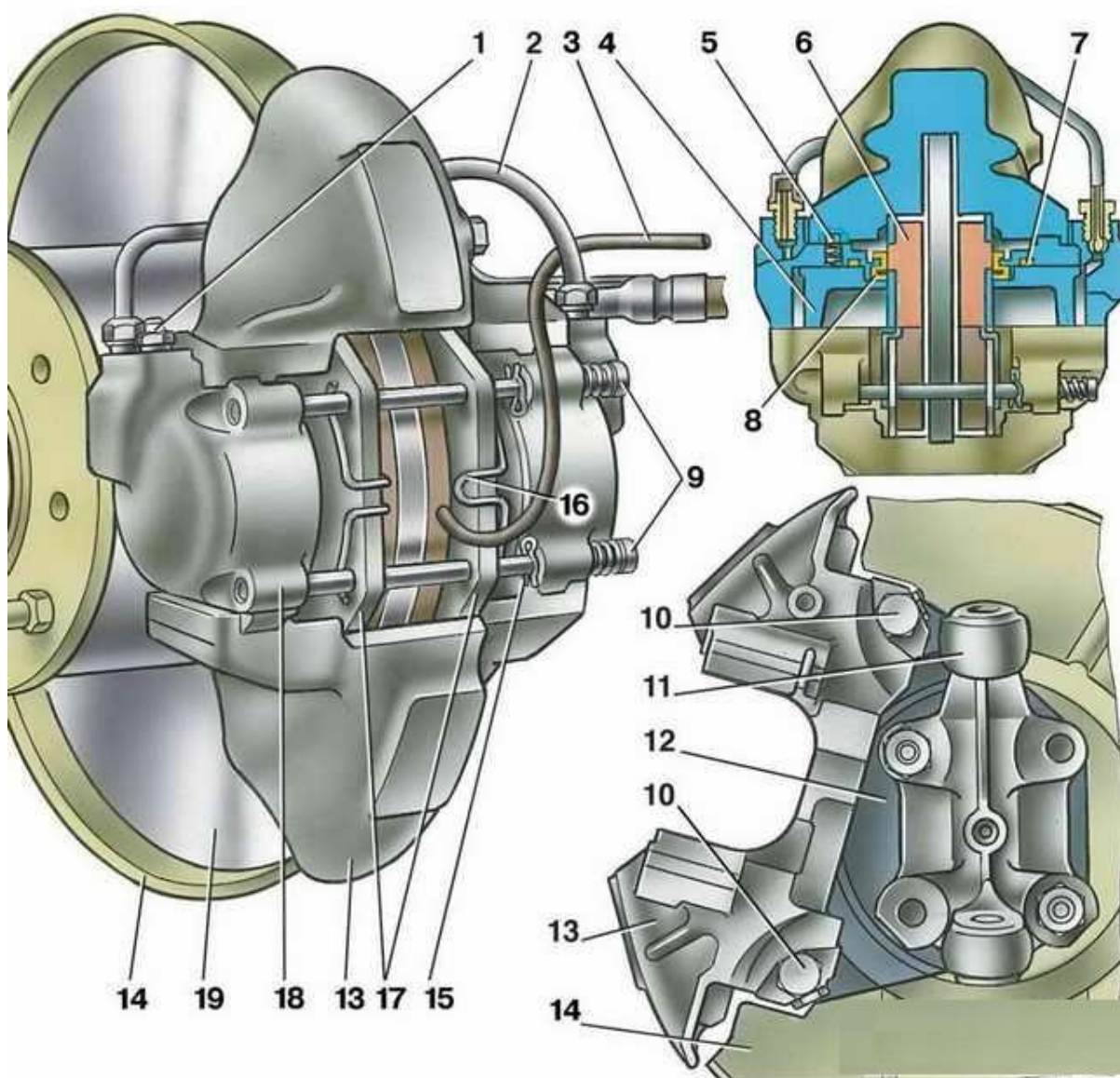


Рисунок 2 – Устройство переднего тормозного механизма

1 – штуцер для удаления воздуха из привода передних тормозов; 2 – соединительная трубка рабочих цилиндров; 3 – провод сигнализатора износа накладок тормозных колодок; 4 – поршень колесного цилиндра; 5 – фиксатор колесного цилиндра; 6 – накладка тормозной колодки; 7 – уплотнительное кольцо; 8 – пылезащитный колпачок; 9 – пальцы крепления колодок; 10 – болт крепления суппорта к кронштейну; 11 – поворотный кулак; 12 – кронштейн крепления суппорта; 13 – суппорт; 14 – защитный кожух; 15 – шплинт; 16 – прижимная пружина колодки; 17 – тормозные колодки; 18 – колесный цилиндр; 19 – тормозной диск.

Главный тормозной цилиндр

Главный тормозной цилиндр, показанный на рисунке 3, создает давление в системе, распределяет его по контурам и передает на цилиндры колес. Главный тормозной цилиндр двухсекционный, с последовательным расположением поршней. Поршни 3,11 могут перемещаться в корпусе 1 под

действием штока в пределах фрезеровок, выполненных в нижней части поршня. Винты 10 ограничивают их продольное перемещение и предотвращают проворачивание в корпусе цилиндра. В кольцевую проточку поршня с зазором установлено резиновое уплотнительное кольцо 5. Между уплотнительным кольцом и поршнем размещено распорное кольцо 4, которое установлено в цилиндре с небольшим натягом. Величина натяга меньше усилия возвратной пружины 8 поршня. На корпусе главного тормозного цилиндра крепится бачок 13, в пробке которого установлен сигнализатор аварийного уровня жидкости.

При отпущенной педали тормоза поршни под действием возвратных пружин находятся в крайнем заднем положении. Распорные кольца, установленные в цилиндре с натягом, прижимают уплотнительное кольцо к переднему буртику поршня. В результате этого рабочая полость цилиндра оказывается соединенной с питательным бачком через осевое отверстие в поршне, радиальные отверстия, выходящие в кольцевую канавку под уплотнительным кольцом, и зазор в замке упорного кольца. При нажатии на педаль тормоза задний поршень перемещается вперед в пределах зазора. Уплотнительное кольцо прижимается пружиной к заднему буртику поршня и разобщает рабочую полость цилиндра от бачка. В рабочей полости создается давление жидкости, которое передается к тормозным механизмам левого переднего и правого заднего колес. Под этим же давлением начинает двигаться передний поршень, аналогично создавая давление жидкости в контуре «правого переднего – левого заднего колес». Если в контуре передней секции нарушается герметичность, передний поршень сдвинется вперед до упора в пробку главного тормозного цилиндра и в контуре задней секции будет необходимое для работы тормозных механизмов давление. Если выйдет из строя контур задней секции, то задний поршень переместится до переднего и заставит работать переднюю секцию.

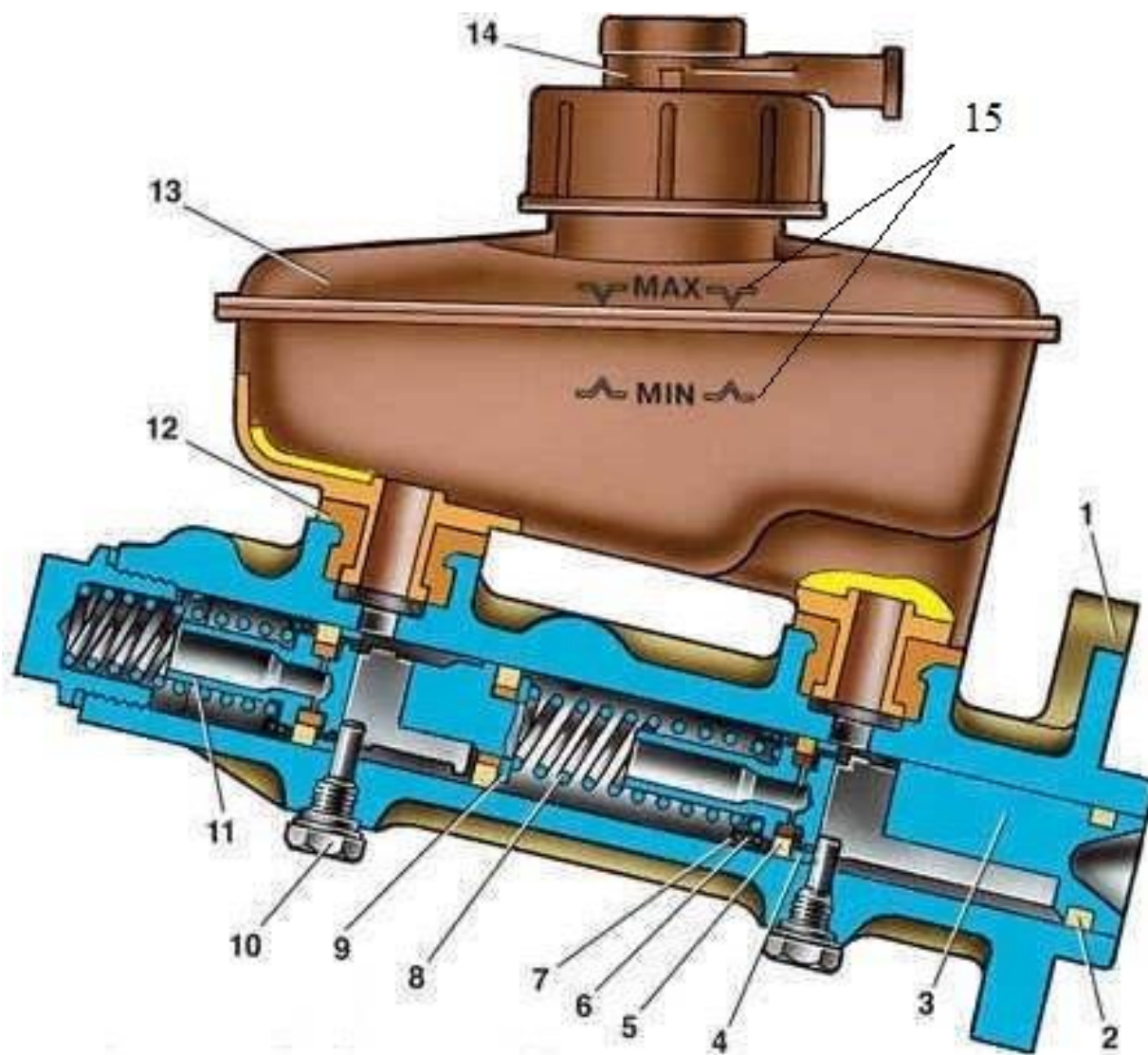


Рисунок 3 – Главный тормозной цилиндр с бачком тормозной жидкости

1 – корпус; 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; 15 – метки MIN и MAX.

Вакуумный усилитель

Вакуумный усилитель тормозов, показанный на рисунке 4, является самым распространенным видом усилителя, который применяется в тормозной системе современного автомобиля. Он создает дополнительное усилие на педали тормоза за счет разрежения. Применение усилителя

значительно облегчает работу тормозной системы автомобиля, и тем самым уменьшает усталость водителя.

Принцип действия вакуумного усилителя тормозов основан на создании разности давлений в вакуумной и атмосферной камерах. В исходном положении давление в обеих камерах одинаковое и равно давлению, создаваемому источником разряжения.

При нажатии педали тормоза усилие через толкатель 15 передается к следящему клапану. Клапан перекрывает канал, соединяющий атмосферную камеру В с вакуумной А. При дальнейшем движении клапана атмосферная камера через соответствующий канал соединяется с атмосферой. Разряжение в атмосферной камере снижается. Разница давлений действует на диафрагму 10 и, преодолевая усилие возвратной пружины 6 диафрагмы, перемещает шток поршня главного тормозного цилиндра.

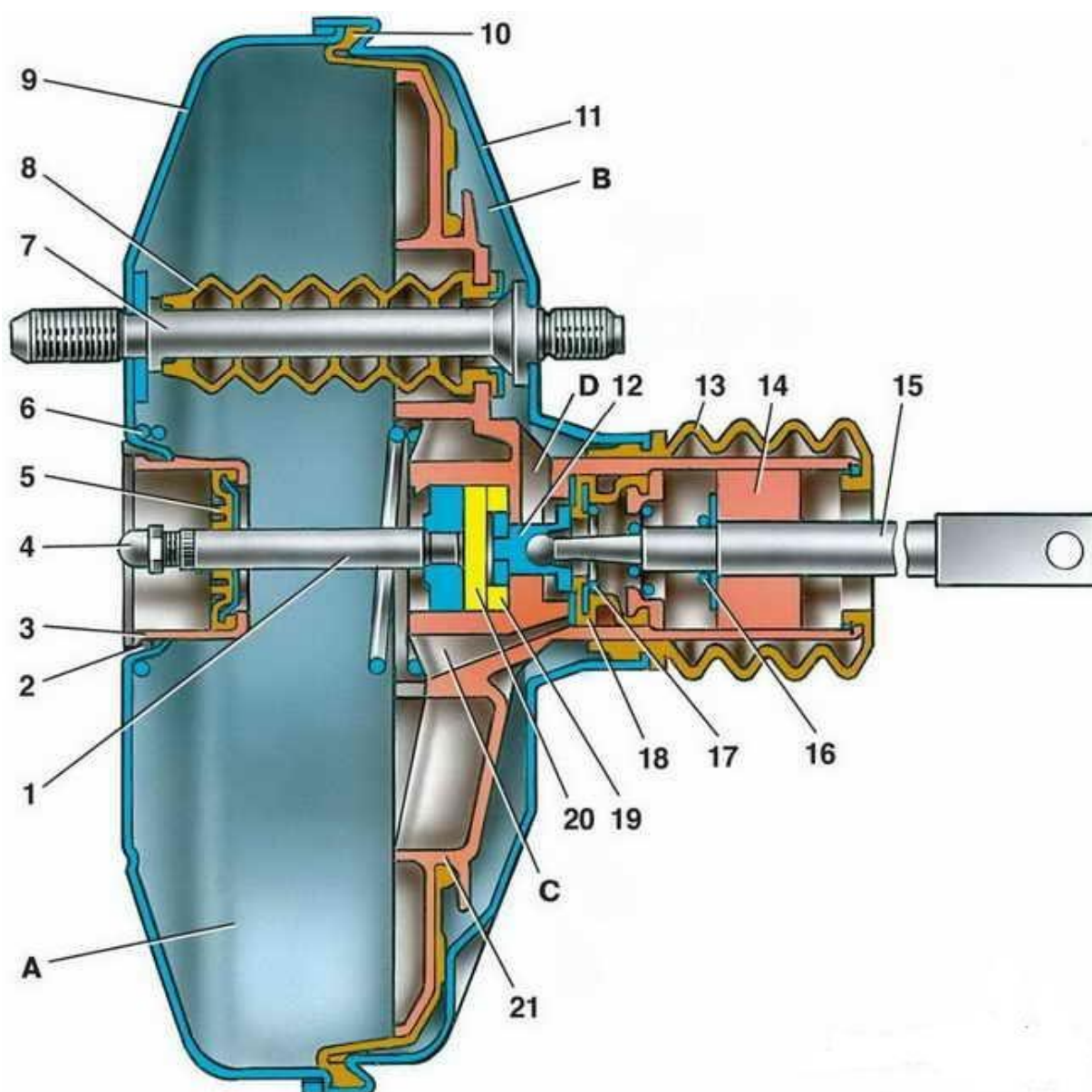


Рисунок 4 – Вакуумный усилитель

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; А – вакуумная камера; В – атмосферная камера; С, D – каналы.

Описание стенда рабочей тормозной системы автомобиля

Учебный стенд рабочей тормозной системы автомобиля состоит из переднего тормозного механизма, заднего тормозного механизма и главного тормозного цилиндра с вакуумным усилителем и педалью тормоза, жестко закрепленными на металлическом каркасе.

На рисунке 5 представлена принципиальная схема учебного стенда.

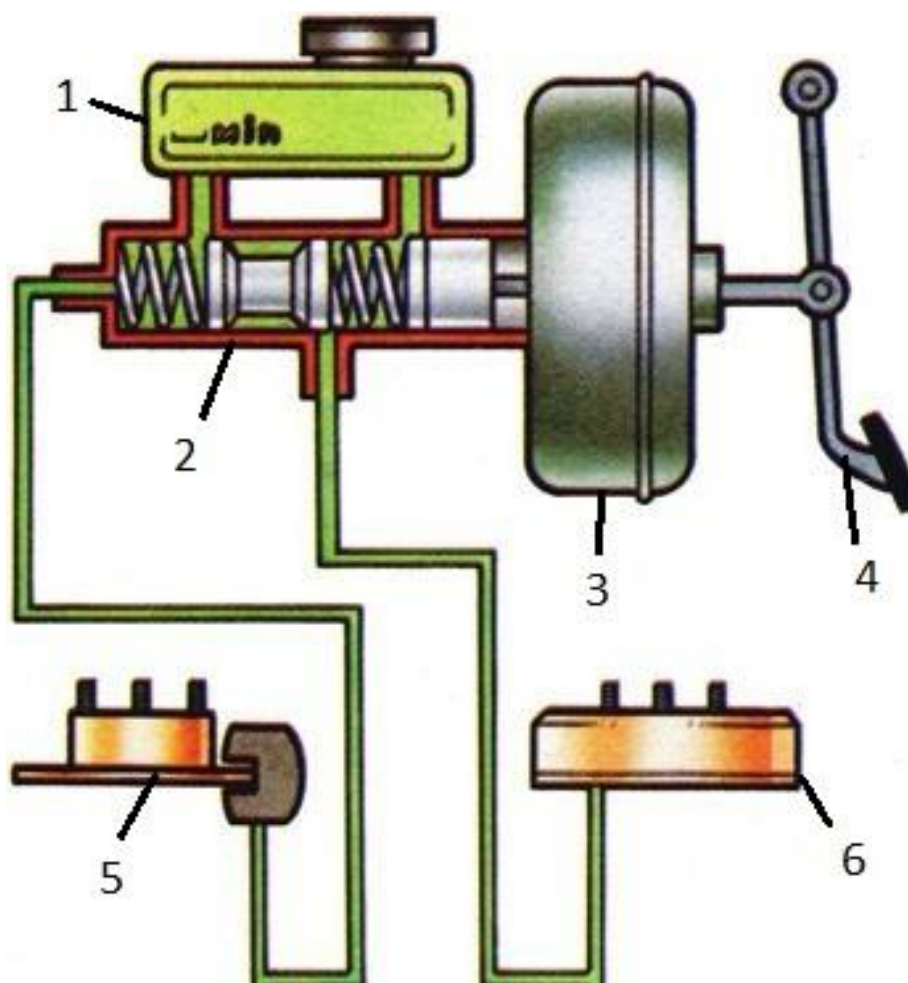


Рисунок 5 – Схема тормозного стенда

1 – расширительный бачок; 2 – главный тормозной цилиндр; 3 – вакуумный усилитель; 4 – педаль тормоза; 5 – дисковый тормоз; 6 – барабанный тормоз.

Замена тормозных колодок дискового тормозного механизма

Чтобы тормозная система всегда была в норме, необходимо постоянно контролировать ее составляющие. Так как тормозные колодки работают исключительно «на трение», то они изнашиваются быстрее остальных частей. Нельзя точно сказать, когда произойдет износ, условно эксплуатационный срок их работы равняется от 8 до 15 тыс. километров пробега при нормальной езде без «лихачества». Проверка тормозных колодок позволяет приблизительно понять, когда производить замену.

Система тормозов состоит из привода и механизма торможения имеющего барабан или диск, а также тормозные колодки. Барабанные тормоза теперь используются реже, хотя они служат дольше по времени.

Сегодня почти во всех машинах идет дисковое тормозное устройство, такая система считается фиксированной и имеет суппорт и две устойчивые в одном положении колодки. Когда происходит нажатие на педаль тормоза, они сдавливают диск. Встречается еще и системы с плавающей колодкой, они устроены сложнее. Во время торможения поршень суппорта задевает одну из них, она отходит, прислоняется к диску и сдвигает его к другой, после чего происходит зажим диска колодками.

Тормозная колодка имеет две составляющие: каркас и фрикционную накладку. Толщина новой фрикционной накладки 10 мм. Если говорить коротко, то именно накладка выполняет основную задачу торможения, своим трением останавливая тормозной диск. Передние тормозные колодки изнашиваются в два—три раза быстрее задних. Все потому, что большая нагрузка во время торможения приходится на механизм передних колес, идет перераспределение веса машины на переднюю ось.

Для определения износа колодок существует несколько методов:

1. Технический способ. На современных автомобилях устанавливается датчик износа тормозных колодок. Суть его работы проста. Это пластиковая вставка во фрикционной накладке, в ней сердечник из мягкого металла. Когда износ накладки превышает уровень, сердечник касается тормозного диска и происходит замыкание электрической цепи и индикатор на панели управления это показывает. Слабым местом датчика являются провода, которые подвергаются коррозии от постоянного контакта с водой и грязью.

2. Визуальный способ. Первый показатель износа тормозных колодок – у вас упал уровень тормозной жидкости в бачке. Ещё один визуальный показатель – это наличие угольной пыли с металлическими стружками на колесном диске или на внутренней стороне декоративного колпака.

3. Динамический способ. Во время резкого торможения происходит ошутимое биение. В этом случае может быть две причины: износ тормозных колодок либо износ тормозного диска. Если педаль проваливается во время торможения глубже обычного, то это еще один показатель износа тормозных колодок. Так же и неожиданно резкое срабатывание тормозов, говорит о том,

что вы уже тормозите металлическим каркасом колодки. Об этом вам подскажет и характерный звук.

Определение процентного износа тормозной колодки

Колодки подлежат замене, если толщина фрикционных накладок в результате изнашивания уменьшилась до 1,5 мм. Процентный износ определяется по следующей формуле:

$$\text{ПИ} = \frac{h}{h_0} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где ПИ - процентный износ, h - толщина изношенной колодки, h_0 - толщина новой колодки.

Процентный износ при предельной толщине фрикционных накладок (1,5 мм):

$$\text{ПИ} = \frac{1,5}{10} \cdot 100 = 15\%.$$

В работе необходимо измерить толщину фрикционных накладок и вычислить процентный износ по формуле 1. Сравнить с предельно допустимым значением. При остаточном износе фрикционной накладки 15 % и менее необходима замена тормозной колодки.

Порядок замены тормозных колодок дискового механизма:

При замене тормозных колодок на автомобиле поднимаем переднюю часть автомобиля, устанавливаем подставки и снимаем колесо. В нашем случае снимать колесо и поднимать переднюю часть автомобиля не нужно.

1. Пассатижами вынимаем шплинты из направляющих пальцев крепления колодок (рисунок 6).

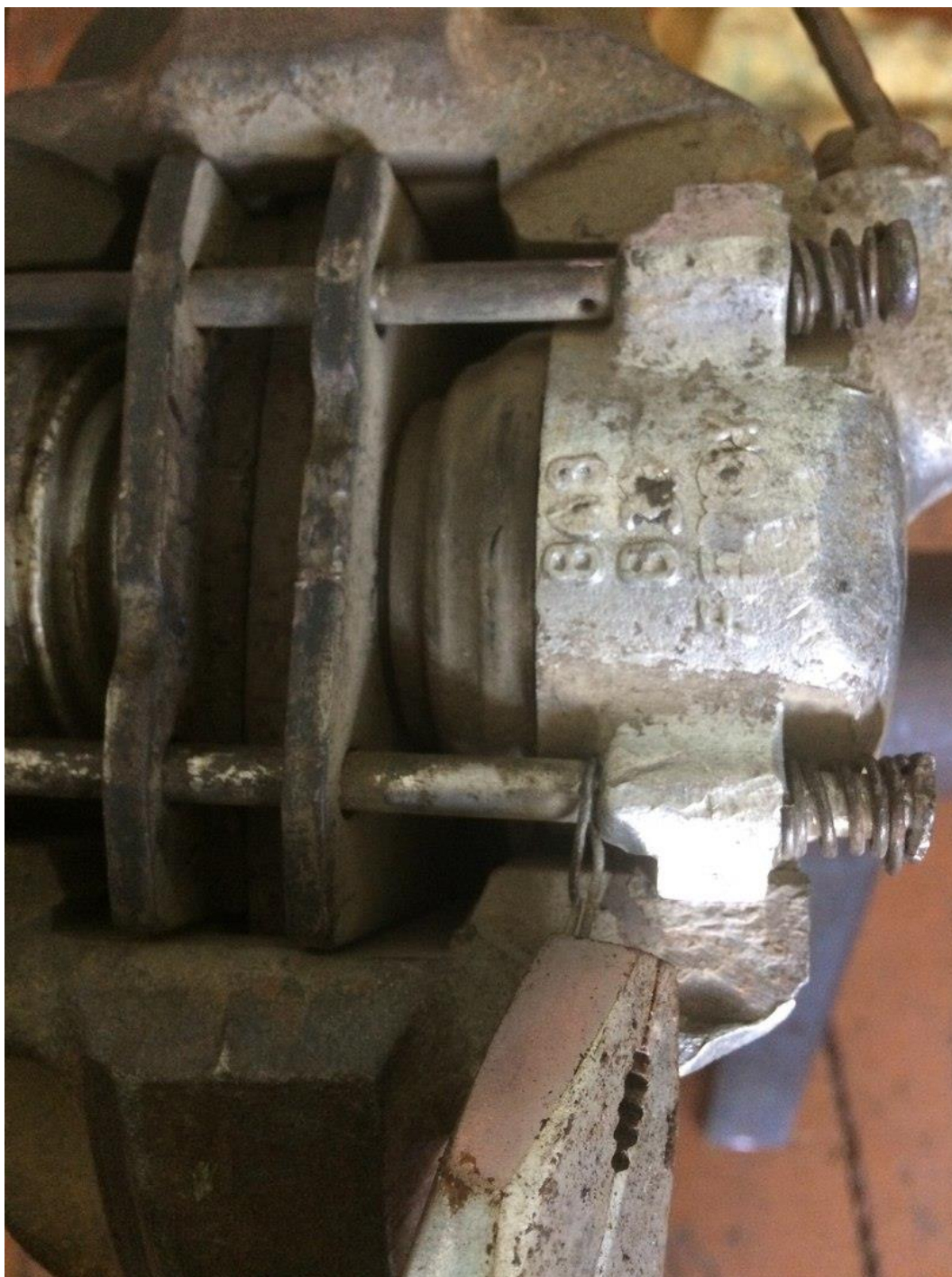


Рисунок 6 – Извлечение шплинтов

2. Тонкой выколоткой или болтом выбиваем пальцы из проушин, предварительно смочив их жидкостью WD-40 (рисунок 7).



Рисунок 7 – Выбивание пальцев из проушин

3. Вынимаем пальцы, следя за тем, чтобы, высвободившись, не потерялись прижимные пружины колодок.
4. Клещами через колодку утапливаем поршни в цилиндры (рисунок 8).



Рисунок 8 - Утапливание поршней в цилиндры

5. Извлекаем старые тормозные колодки (рисунок 9).



Рисунок 9 - Извлечение тормозной колодки

Новые тормозные колодки устанавливаем в порядке, обратном снятию, предварительно смазав направляющие пальцы тонким слоем смазки литол. Нажав несколько раз на педаль тормоза, «сводим» колодки.

Отчет должен содержать:

- 1) Краткая теория;
- 2) Описание устройства и принципа действия тормозной системы автомобиля ВАЗ-2106 на примере учебного стенда, её плюсы и минусы;
- 3) Результат определения толщины фрикционных накладок и замены тормозных колодок;
- 4) Вывод.

Приложение Б

Лабораторная работа № 2 «Замена тормозных колодок барабанного механизма»

Цель работы: Ознакомиться с устройством и принципом действия рабочей тормозной системы автомобиля ВАЗ-2106 и на примере учебного стенда заменить тормозные колодки барабанного механизма.

Ход работы

1. Ознакомиться с устройством и принципом действия рабочей тормозной системы автомобиля ВАЗ-2106 с помощью теоретического материала и на примере учебного стенда;
2. Практически выполнить замену тормозных колодок дискового механизма;
3. Оформить отчет.

Теория

Автомобиль ВАЗ-2106 оборудован двумя независимыми тормозными системами: рабочей и стояночной. Первая тормозная система обеспечивает торможение при движении автомобиля и имеет гидравлический привод, вторая тормозная система затормаживает автомобиль на стоянке, имеет механический привод. Рабочая тормозная система оснащена двумя контурами, обеспечивающими независимый привод передних и задних тормозных механизмов колес. Схема тормозной системы автомобиля ВАЗ-2106 представлена на рисунке 1. Оба контура приводятся в действие от одной педали 2, которая с помощью кронштейна крепится вместе с педалью сцепления к панели передка кузова.

Тормозная система автомобиля состоит из тормозных механизмов и тормозного привода. Тормозной механизм предназначен для создания тормозного момента, необходимого для замедления и остановки автомобиля. На автомобилях устанавливаются фрикционные тормозные механизмы, работа которых основана на использовании сил трения. Тормозные механизмы рабочей системы устанавливаются непосредственно в колесе. В зависимости от конструкции фрикционной части различают барабанные и дисковые тормозные механизмы.

Тормозной механизм состоит из вращающейся и неподвижной частей. В качестве вращающейся части барабанного механизма используется тормозной барабан, неподвижной части – тормозные колодки или ленты. Вращающаяся часть дискового механизма представлена тормозным диском, неподвижная – тормозными колодками.

В гидравлический привод помимо педали тормоза включены: главный тормозной цилиндр 4, вакуумный усилитель 3, бачок 9 главного цилиндра,

регулятор 19 давления задних тормозов, тормозные механизмы передних и задних колес вместе с рабочими цилиндрами и трубопроводы.

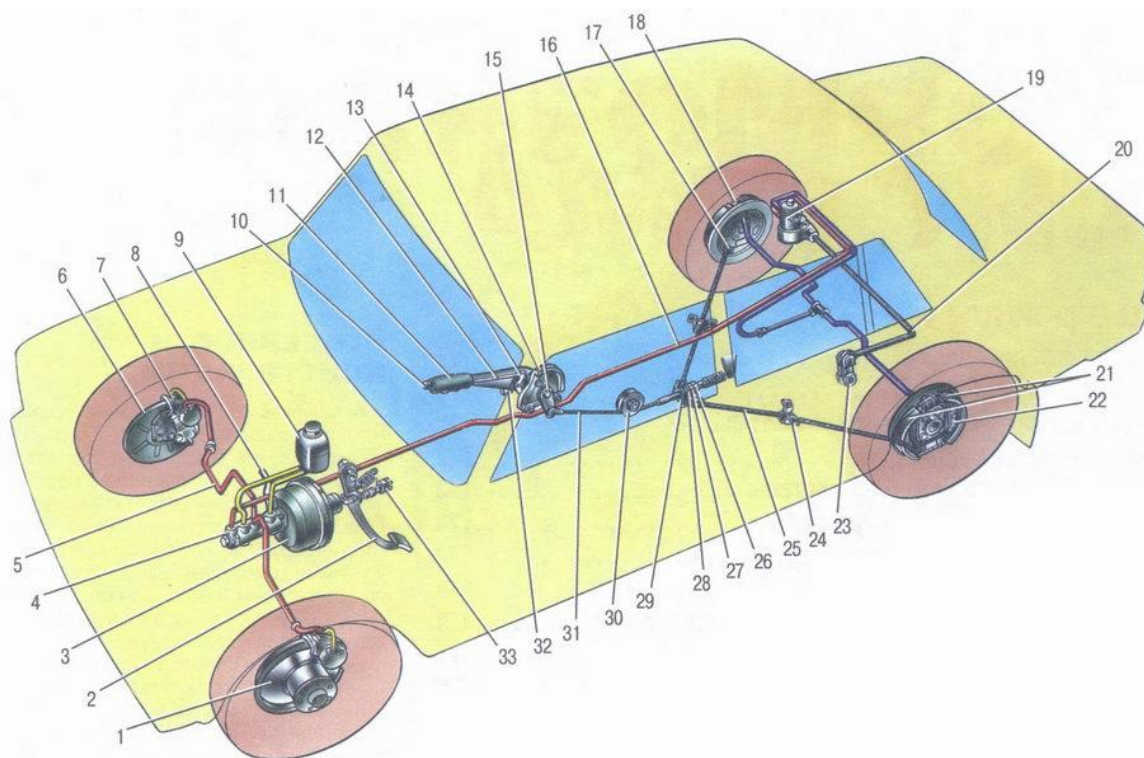


Рисунок 1 – Схема тормозной системы автомобиля ВАЗ-2106

1 - тормозной диск; 2 - педаль тормоза; 3 - вакуумный усилитель; 4 - главный цилиндр гидропривода тормозов; 5 - трубопровод контура привода передних тормозов; 6 - защитный кожух переднего тормоза; 7 - суппорт переднего тормоза; 8 - вакуумный трубопровод; 9 - бачок главного цилиндра; 10 - кнопка рычага привода стояночного тормоза; 11 - рычаг привода стояночного тормоза; 12 - тяга защелки рычага; 13 - защелка рычага; 14 - кронштейн рычага привода стояночного тормоза; 15 - возвратный рычаг; 16 - трубопровод контура привода задних тормозов; 17 - фланец заднего наконечника оболочки троса; 18 - колесный цилиндр заднего тормоза; 19 - регулятор давления задних тормозов; 20 - рычаг привода регулятора давления; 21 - колодки тормоза; 22 - рычаг ручного привода колодок; 23 - тяга рычага привода регулятора давления; 24 - кронштейн крепления переднего наконечника оболочки троса; 25 - задний трос; 26 - контргайка; 27 - регулировочная гайка; 28 - втулка; 29 - направляющая заднего троса; 30 - направляющий ролик; 31 - передний трос; 32 - упор выключателя контрольной лампы стояночного тормоза; 33 - выключатель стоп-сигнала.

При нажатии на педаль тормоза 2 нагрузка передается к вакуумному усилителю 3, который создает дополнительное усилие на главном тормозном цилиндре 4. Поршень главного тормозного цилиндра 4 нагнетает жидкость через трубопроводы к колесным цилиндрам. При этом увеличивается

давление жидкости в тормозном приводе. Поршни колесных цилиндров перемещают тормозные колодки к дискам (барабанам).

При дальнейшем нажатии на педаль увеличивается давление жидкости и происходит срабатывание тормозных механизмов, которое приводит к замедлению вращения колес и появлению тормозных сил в точке контакта шин с дорогой. Чем больше приложена сила к тормозной педали, тем быстрее и эффективнее осуществляется торможение колес. Давление жидкости при торможении может достигать 10-15 МПа.

При окончании торможения (отпускании тормозной педали), педаль под воздействием возвратной пружины перемещается в исходное положение. В исходное положение перемещается поршень главного тормозного цилиндра. Пружинные элементы отводят колодки от дисков (барабанов). Тормозная жидкость из колесных цилиндров по трубопроводам вытесняется в главный тормозной цилиндр. Давление в системе падает.

Задний тормозной механизм

Устройство заднего тормозного механизма показано на рисунке 2. Барабанный тормозной механизм состоит из тормозного барабана, двух тормозных колодок 4, стяжных пружин 3,7, а также колесного цилиндра 6 и щита тормозного механизма 11.

Сам тормозной щит крепится к балке заднего моста машины. На щите закреплен колесный тормозной цилиндр. При нажатии на педаль тормоза поршни в цилиндре расходятся и давят на концы тормозных колодок.

Сами колодки прижимаются накладками к внутренней стороне круглого автомобильного тормозного барабана. А сам барабан, вращается вместе с прикрученным к нему колесом при движении автомобиля.

Торможение колеса происходит за счет сил трения, которое происходит между накладками колодок и барабаном. При отпускании педали тормоза стяжные пружины притягивают колодки в изначальное положение и действие тормозов прекращается.

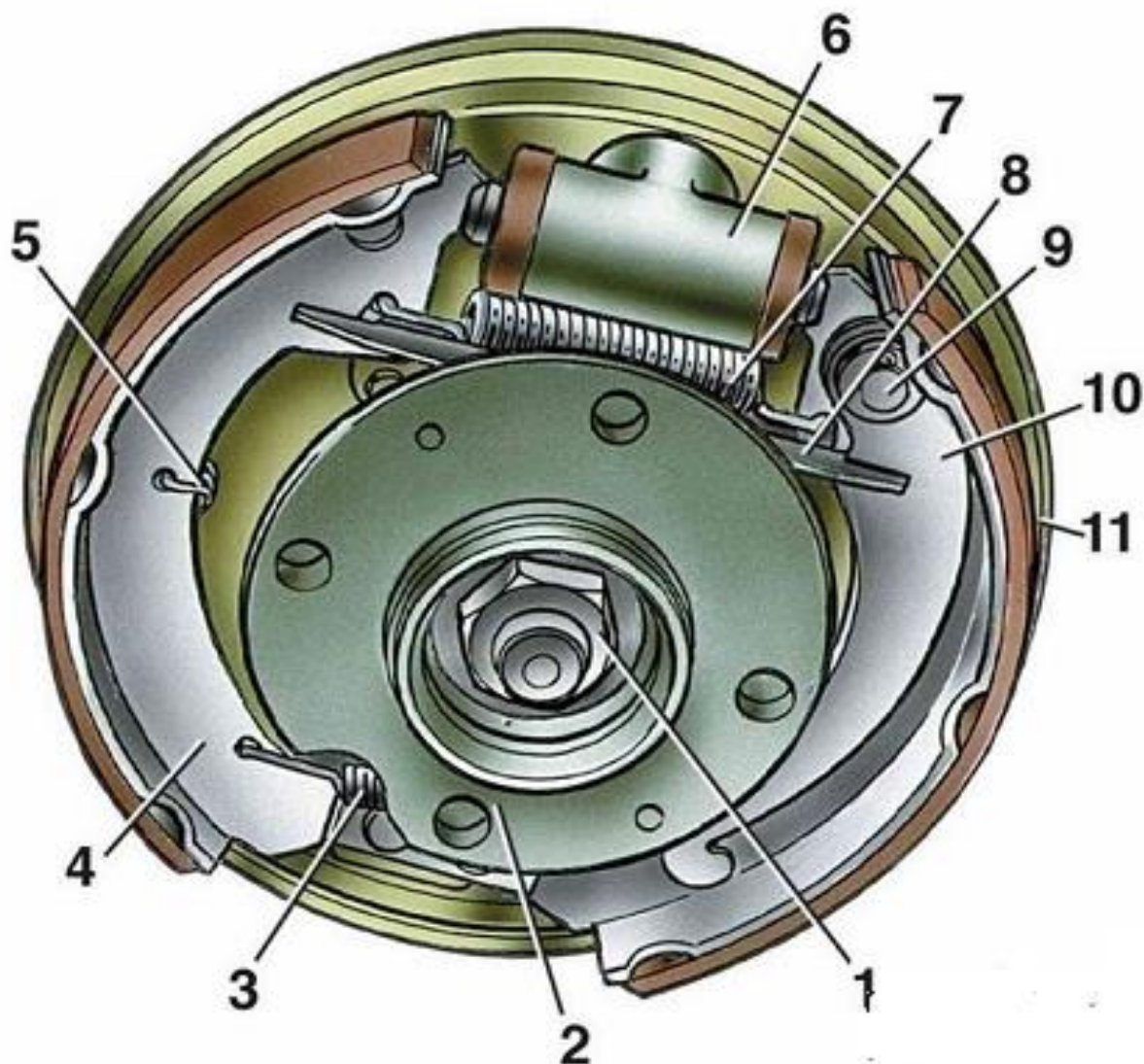


Рисунок 2 – Устройство заднего тормозного механизма

1 – гайка крепления ступицы; 2 – ступица колеса; 3 – нижняя стяжная пружина колодок; 4 – тормозная колодка; 5 – направляющая пружина; 6 – колесный цилиндр; 7 – верхняя стяжная пружина; 8 – разжимная планка; 9 – палец рычага привода стояночного тормоза; 10 – рычаг привода стояночного тормоза; 11 – щит тормозного механизма.

Устройство автоматического регулирования зазора расположено в колесном цилиндре, показанном на рисунке 3. Упорное разрезное кольцо 9 установлено на поршне 4 между буртиком упорного винта 10 и сухарем 8 с зазором 1,25 – 1,65 мм. В цилиндре упорные кольца устанавливаются с натягом, обеспечивающим усилие сдвига кольца по зеркалу цилиндра не менее 343 Н (35 кгс). Это превышает усилие стягивающих пружин. По мере износа накладок зазор выбирается, и когда буртик упорного винта упирается в упорное кольцо, при нажатии на педаль тормоза происходит сдвиг

упорного кольца. При отпускании педали тормоза поршни возвращаются назад до упора в сухари под действием стяжных пружин. Таким образом, между колодками и барабаном будет поддерживаться необходимый зазор.

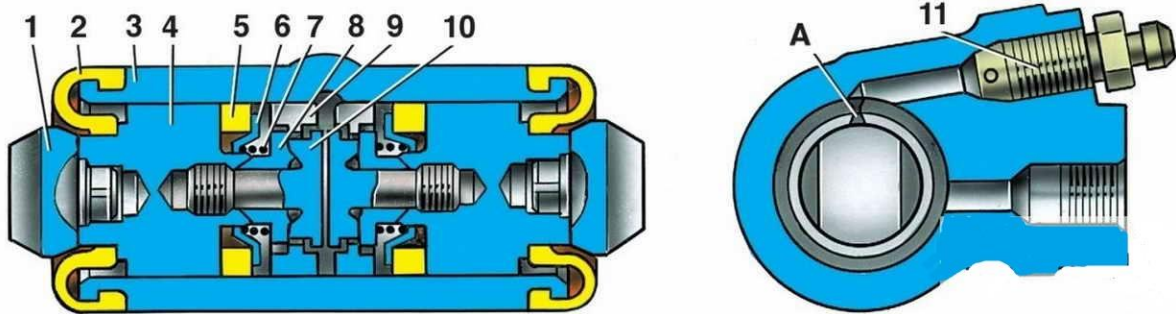


Рисунок 3 – Колесный цилиндр

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; 11 – штуцер; А – прорезь на упорном кольце.

Главный тормозной цилиндр

Главный тормозной цилиндр, показанный на рисунке 1.14, создает давление в системе, распределяет его по контурам и передает на цилиндры колес. Главный тормозной цилиндр двухсекционный, с последовательным расположением поршней. Поршни 3,11 могут перемещаться в корпусе 1 под действием штока в пределах фрезеровок, выполненных в нижней части поршня. Винты 10 ограничивают их продольное перемещение и предотвращают проворачивание в корпусе цилиндра. В кольцевую проточку поршня с зазором установлено резиновое уплотнительное кольцо 5. Между уплотнительным кольцом и поршнем размещено распорное кольцо 4, которое установлено в цилиндре с небольшим натягом. Величина натяга меньше усилия возвратной пружины 8 поршня. На корпусе главного тормозного цилиндра крепится бачок 13, в пробке которого установлен сигнализатор аварийного уровня жидкости.

При отпущенной педали тормоза поршни под действием возвратных пружин находятся в крайнем заднем положении. Распорные кольца, установленные в цилиндре с натягом, прижимают уплотнительное кольцо к переднему буртику поршня. В результате этого рабочая полость цилиндра оказывается соединенной с питательным бачком через осевое отверстие в поршне, радиальные отверстия, выходящие в кольцевую канавку под уплотнительным кольцом, и зазор в замке упорного кольца. При нажатии на педаль тормоза задний поршень перемещается вперед в пределах зазора. Уплотнительное кольцо прижимается пружиной к заднему буртику поршня и разобщает рабочую полость цилиндра от бачка. В рабочей полости создается давление жидкости, которое передается к тормозным механизмам левого

переднего и правого заднего колес. Под этим же давлением начинает двигаться передний поршень, аналогично создавая давление жидкости в контуре «правого переднего – левого заднего колес». Если в контуре передней секции нарушается герметичность, передний поршень сдвинется вперед до упора в пробку главного тормозного цилиндра и в контуре задней секции будет необходимое для работы тормозных механизмов давление. Если выйдет из строя контур задней секции, то задний поршень переместится до переднего и заставит работать переднюю секцию.

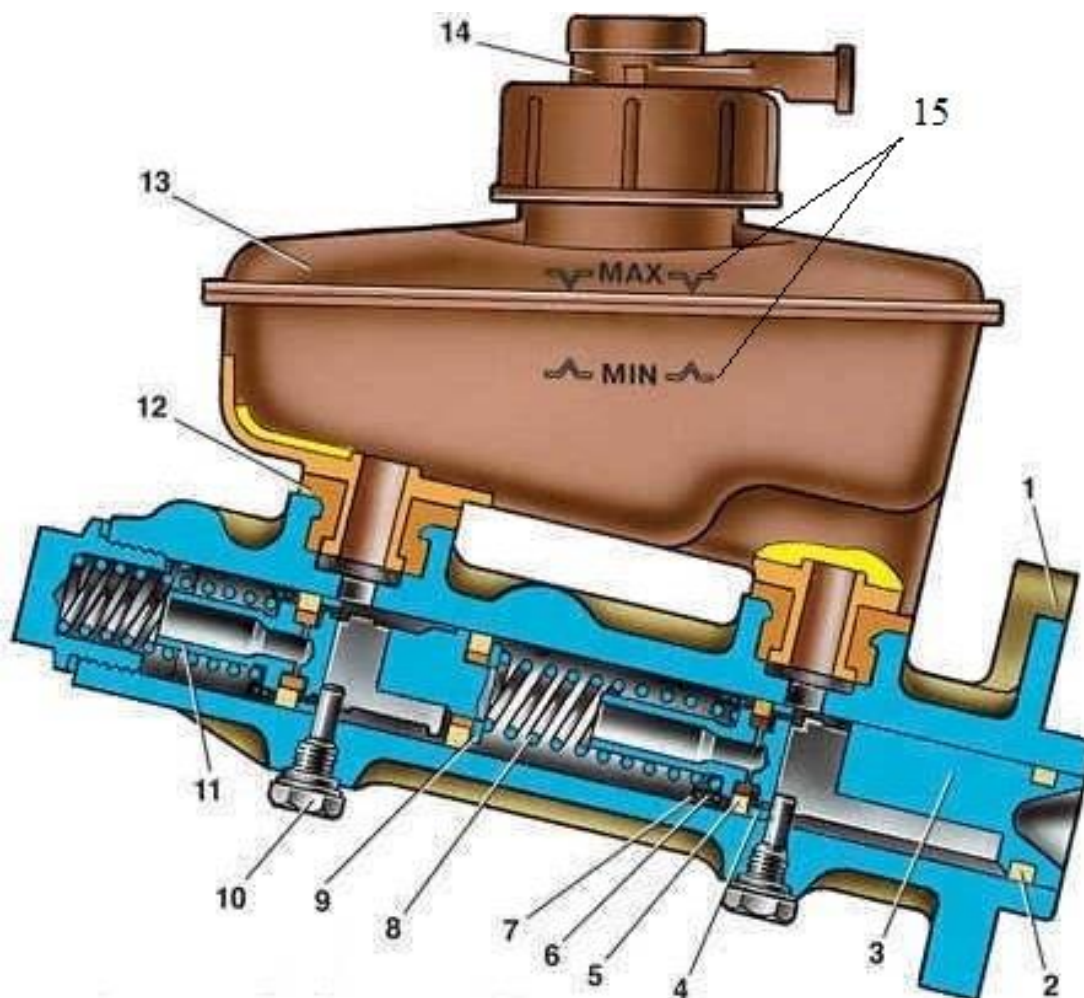


Рисунок 4 – Главный тормозной цилиндр с бачком тормозной жидкости

1 – корпус; 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; 15 – метки MIN и MAX.

Вакуумный усилитель

Вакуумный усилитель тормозов, показанный на рисунке 5, является самым распространенным видом усилителя, который применяется в тормозной системе современного автомобиля. Он создает дополнительное усилие на педали тормоза за счет разряжения. Применение усилителя значительно облегчает работу тормозной системы автомобиля, и тем самым уменьшает усталость водителя.

Принцип действия вакуумного усилителя тормозов основан на создании разности давлений в вакуумной и атмосферной камерах. В исходном положении давление в обеих камерах одинаковое и равно давлению, создаваемому источником разряжения.

При нажатии педали тормоза усилие через толкатель 15 передается к следящему клапану. Клапан перекрывает канал, соединяющий атмосферную камеру В с вакуумной А. При дальнейшем движении клапана атмосферная камера через соответствующий канал соединяется с атмосферой. Разряжение в атмосферной камере снижается. Разница давлений действует на диафрагму 10 и, преодолевая усилие возвратной пружины 6 диафрагмы, перемещает шток поршня главного тормозного цилиндра.

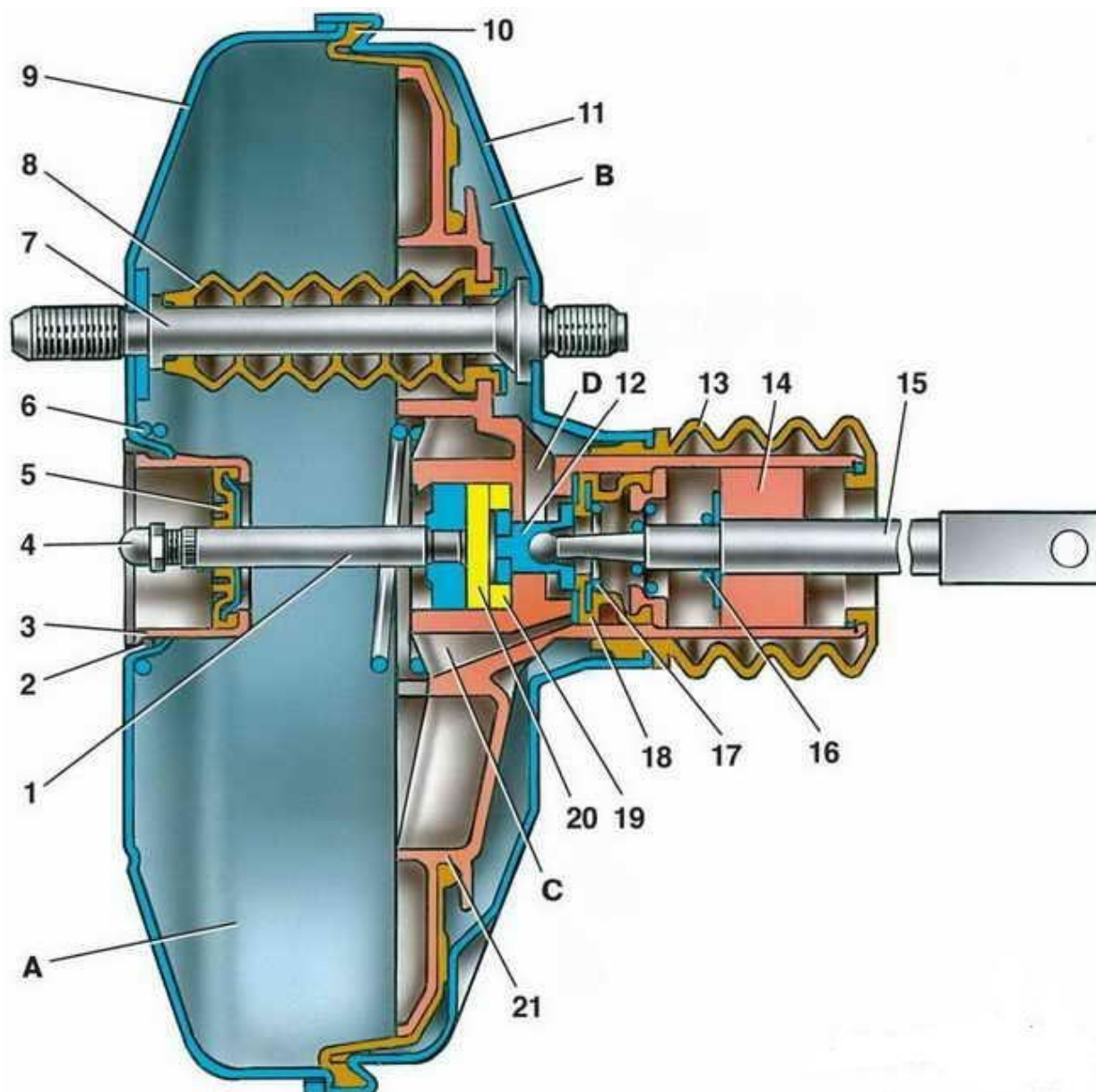


Рисунок 5 – Вакуумный усилитель

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; А – вакуумная камера; В – атмосферная камера; С, D – каналы.

Описание стенда рабочей тормозной системы автомобиля

Учебный стенд рабочей тормозной системы автомобиля состоит из переднего тормозного механизма, заднего тормозного механизма и главного тормозного цилиндра с вакуумным усилителем и педалью тормоза, жестко закрепленными на металлическом каркасе.

На рисунке 6 представлена принципиальная схема учебного стенда.

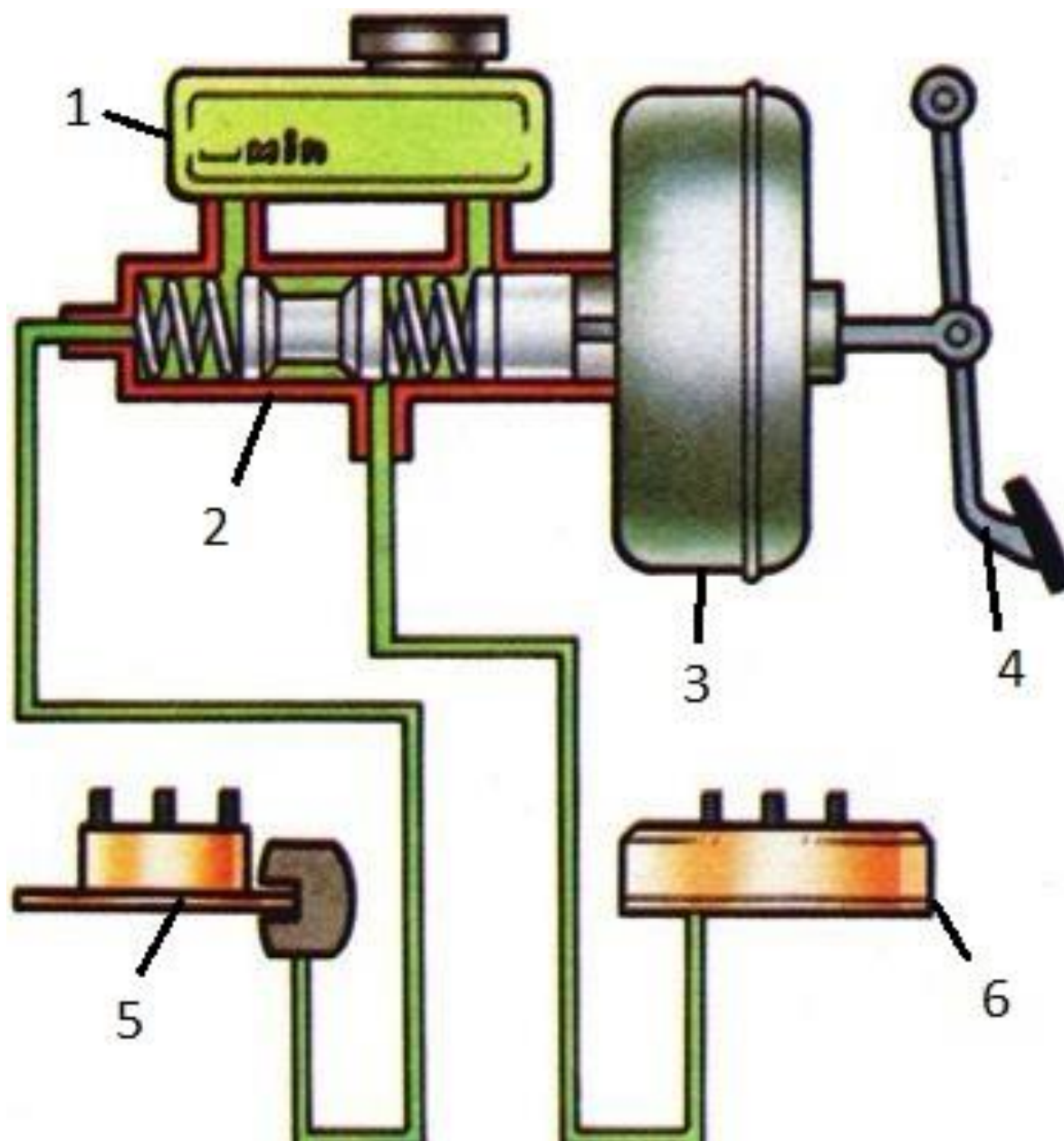


Рисунок 6 – Схема тормозного стенда

1 – расширительный бачок; 2 – главный тормозной цилиндр; 3 – вакуумный усилитель; 4 – педаль тормоза; 5 – дисковый тормоз; 6 – барабанный тормоз.

Определение процентного износа тормозной колодки

Колодки подлежат замене, если толщина фрикционных накладок в результате изнашивания уменьшилась до 1,5 мм. Процентный износ определяется по следующей формуле:

$$\text{ПИ} = \frac{h}{h_0} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где ПИ - процентный износ, h - толщина изношенной колодки, h_0 - толщина новой колодки.

Процентный износ при предельной толщине фрикционных накладок (1,5 мм):

$$\text{ПИ} = \frac{1,5}{10} \cdot 100 = 15\%.$$

В работе необходимо измерить толщину фрикционных накладок и вычислить процентный износ по формуле 1. Сравнить с предельно допустимым значением. При остаточном износе фрикционной накладки 15 % и менее необходима замена тормозной колодки.

Порядок замены тормозных колодок заднего тормозного механизма

Тормозная колодка имеет две составляющие: каркас и фрикционную накладку. Толщина новой фрикционной накладки 10 мм.

Задние тормозные колодки заменяем при износе фрикционных накладок до толщины 1,5 мм. Вывешиваем заднюю часть автомобиля и снимаем колесо. В нашем случае снимать колесо и поднимать заднюю часть автомобиля не нужно.

1. Снимаем тормозной барабан при помощи съемника (рисунок 7).



Рисунок 7 – Снятие тормозного барабана

2. С помощью большой отвертки снимаем с опоры нижние части обеих тормозных колодок (рисунок 8).



Рисунок 8 - Снятие с опоры нижней части тормозных колодок

3. Снимаем нижнюю стяжную пружину (рисунок 9).



Рисунок 9 - Снятие нижней стяжной пружины

4. Отводим колодку в сторону, освобождая распорную планку, и снимаем планку (рисунок 10).

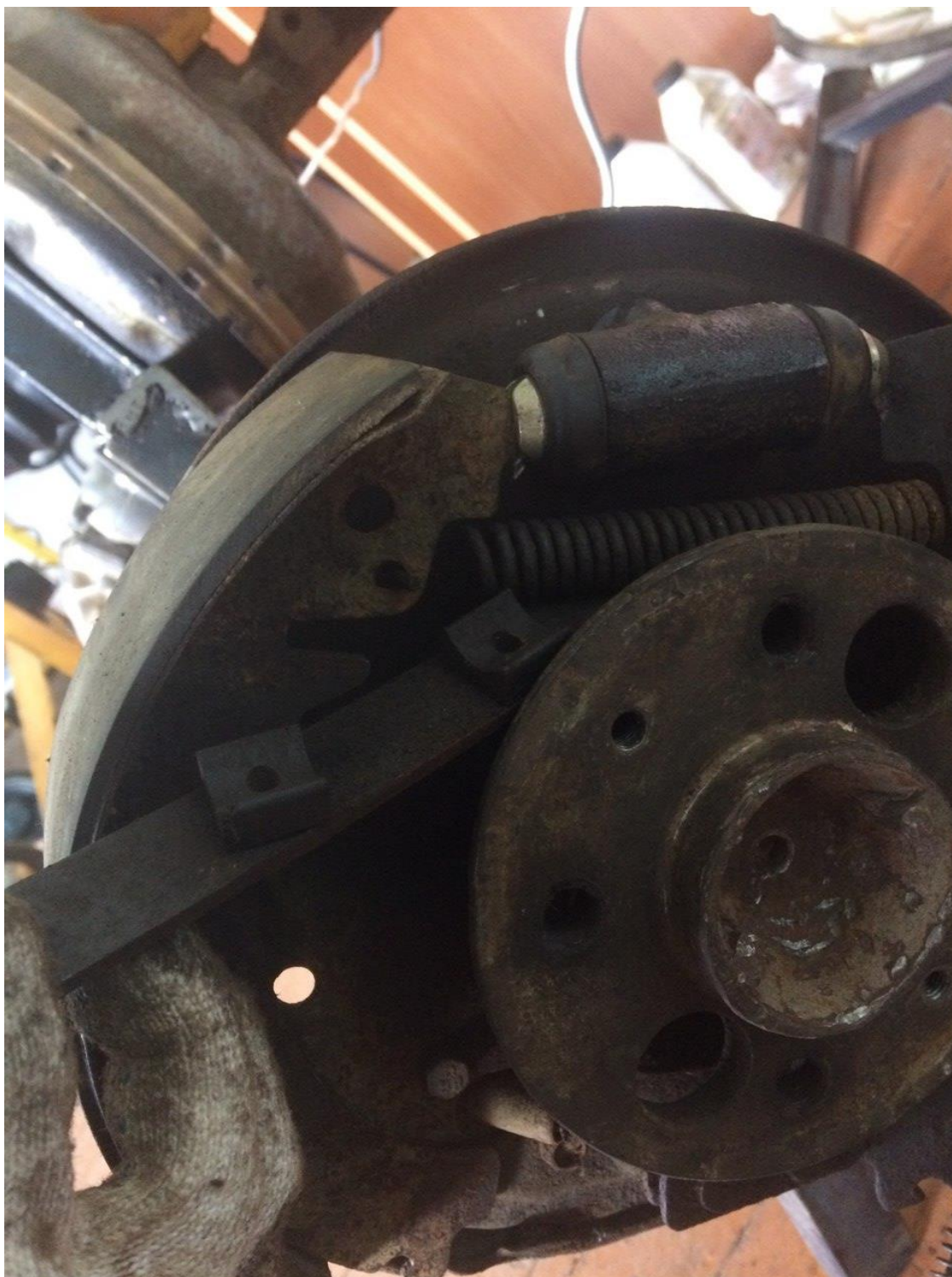


Рисунок 10 - Освобождение и снятие распорной планки

5. Снимаем верхнюю стяжную пружину (рисунок 11).



Рисунок 11 - Снятие верхней стяжной пружины

5. Отсоединяем рычаг привода стояночного тормоза от наконечника троса. Снятые тормозные колодки представлены на рисунке 12.



Рисунок 12 – Снятые тормозные колодки

Устанавливаем новые колодки в порядке, обратном снятию. Перед установкой колодок с новыми накладками ослабляем натяжение троса стояночного тормоза. Сдвигаем внутрь поршни колесного цилиндра раздвижными пассатижами. После монтажа тормозного барабана резко и сильно нажимаем на тормозную педаль, чтобы упорные кольца в колесном цилиндре заняли свои места.

Отчет должен содержать:

- 1) Краткая теория;
- 2) Описание устройства и принципа действия тормозной системы автомобиля ВАЗ-2106 на примере учебного стенда, её плюсы и минусы;
- 3) Результат определения толщины фрикционных накладок и замены тормозных колодок;
- 4) Вывод.

Приложение В

Лабораторная работа № 3 «Замена тормозной жидкости»

Цель работы: Ознакомиться с устройством и принципом действия рабочей тормозной системы автомобиля ВАЗ-2106 и на примере учебного стенда заменить тормозную жидкость в гидравлическом приводе.

Ход работы

1. Ознакомиться с устройством и принципом действия рабочей тормозной системы автомобиля ВАЗ-2106 с помощью теоретического материала и на примере учебного стенда;
2. Практически выполнить замену тормозной жидкости в гидравлическом приводе.
3. Оформить отчет.

Теория

Автомобиль ВАЗ-2106 оборудован двумя независимыми тормозными системами: рабочей и стояночной. Первая тормозная система обеспечивает торможение при движении автомобиля и имеет гидравлический привод, вторая тормозная система затормаживает автомобиль на стоянке, имеет механический привод. Рабочая тормозная система оснащена двумя контурами, обеспечивающими независимый привод передних и задних тормозных механизмов колес. Схема тормозной системы автомобиля ВАЗ-2106 представлена на рисунке 1. Оба контура приводятся в действие от одной педали 2, которая с помощью кронштейна крепится вместе с педалью сцепления к панели передка кузова.

Тормозная система автомобиля состоит из тормозных механизмов и тормозного привода. Тормозной механизм предназначен для создания тормозного момента, необходимого для замедления и остановки автомобиля. На автомобилях устанавливаются фрикционные тормозные механизмы, работа которых основана на использовании сил трения. Тормозные механизмы рабочей системы устанавливаются непосредственно в колесе. В зависимости от конструкции фрикционной части различают барабанные и дисковые тормозные механизмы.

Тормозной механизм состоит из вращающейся и неподвижной частей. В качестве вращающейся части барабанного механизма используется тормозной барабан, неподвижной части – тормозные колодки или ленты. Вращающаяся часть дискового механизма представлена тормозным диском, неподвижная – тормозными колодками.

В гидравлический привод помимо педали тормоза включены: главный тормозной цилиндр 4, вакуумный усилитель 3, бачок 9 главного цилиндра,

регулятор 19 давления задних тормозов, тормозные механизмы передних и задних колес вместе с рабочими цилиндрами и трубопроводы.

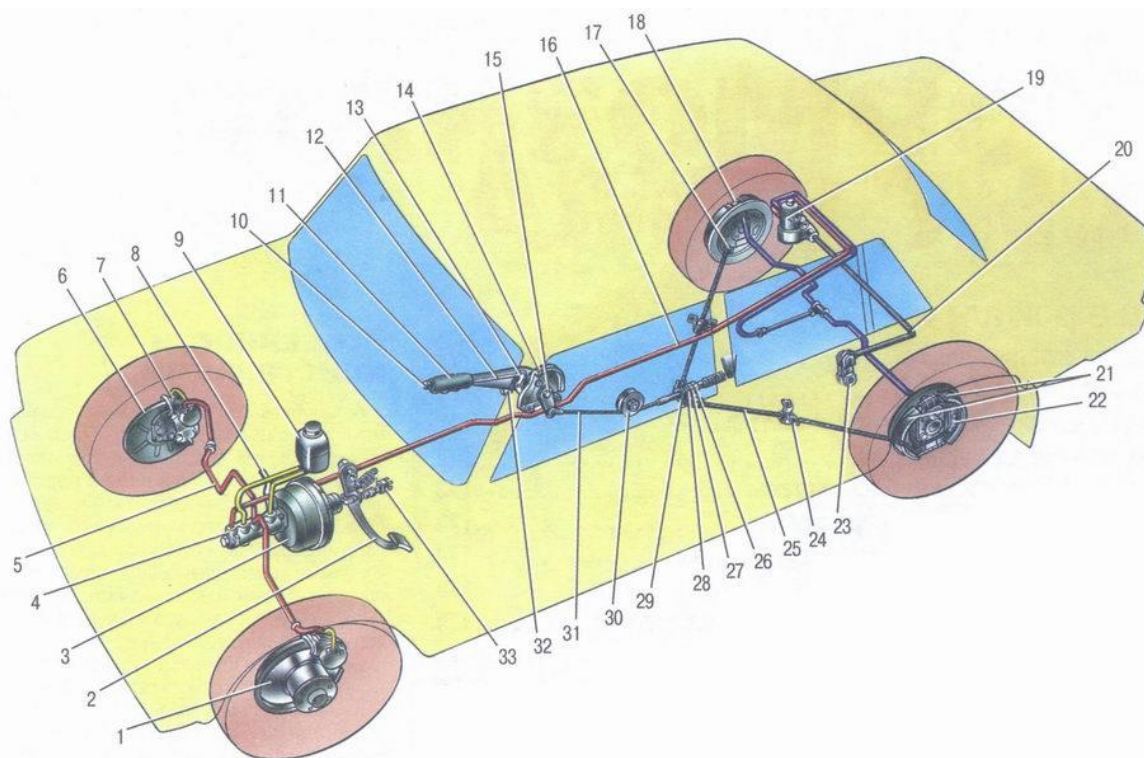


Рисунок 1 – Схема тормозной системы автомобиля ВАЗ-2106

1 - тормозной диск; 2 - педаль тормоза; 3 - вакуумный усилитель; 4 - главный цилиндр гидропривода тормозов; 5 - трубопровод контура привода передних тормозов; 6 - защитный кожух переднего тормоза; 7 - суппорт переднего тормоза; 8 - вакуумный трубопровод; 9 - бачок главного цилиндра; 10 - кнопка рычага привода стояночного тормоза; 11 - рычаг привода стояночного тормоза; 12 - тяга защелки рычага; 13 - защелка рычага; 14 - кронштейн рычага привода стояночного тормоза; 15 - возвратный рычаг; 16 - трубопровод контура привода задних тормозов; 17 - фланец заднего наконечника оболочки троса; 18 - колесный цилиндр заднего тормоза; 19 - регулятор давления задних тормозов; 20 - рычаг привода регулятора давления; 21 - колодки тормоза; 22 - рычаг ручного привода колодок; 23 - тяга рычага привода регулятора давления; 24 - кронштейн крепления переднего наконечника оболочки троса; 25 - задний трос; 26 - контргайка; 27 - регулировочная гайка; 28 - втулка; 29 - направляющая заднего троса; 30 - направляющий ролик; 31 - передний трос; 32 - упор выключателя контрольной лампы стояночного тормоза; 33 - выключатель стоп-сигнала.

При нажатии на педаль тормоза 2 нагрузка передается к вакуумному усилителю 3, который создает дополнительное усилие на главном тормозном цилиндре 4. Поршень главного тормозного цилиндра 4 нагнетает жидкость через трубопроводы к колесным цилиндрам. При этом увеличивается

давление жидкости в тормозном приводе. Поршни колесных цилиндров перемещают тормозные колодки к дискам (барабанам).

При дальнейшем нажатии на педаль увеличивается давление жидкости и происходит срабатывание тормозных механизмов, которое приводит к замедлению вращения колес и появлению тормозных сил в точке контакта шин с дорогой. Чем больше приложена сила к тормозной педали, тем быстрее и эффективнее осуществляется торможение колес. Давление жидкости при торможении может достигать 10-15 МПа.

При окончании торможения (отпускании тормозной педали), педаль под воздействием возвратной пружины перемещается в исходное положение. В исходное положение перемещается поршень главного тормозного цилиндра. Пружинные элементы отводят колодки от дисков (барабанов). Тормозная жидкость из колесных цилиндров по трубопроводам вытесняется в главный тормозной цилиндр. Давление в системе падает.

Состав тормозных жидкостей

Тормозная жидкость состоит из основы (ее доля 93-98%) и различных присадок (остальные 7-2%). Устаревшие жидкости, например “БСК”, изготовлены на смеси касторового масла и бутилового спирта в пропорции 1:1. Основа современных, наиболее распространенных, в том числе (“Нева”, “Томь” и РосДОТ, она же “Роса”), - полигликоли и их эфиры. Гораздо реже применяют силиконы. В комплексе присадок одни из них препятствуют окислению тормозной жидкости кислородом воздуха и при сильном нагреве, а другие - защищают металлические детали гидросистем от коррозии. Основные свойства любой тормозной жидкости зависят от сочетания ее компонентов.

Основные свойства тормозных жидкостей

Температура кипения. Чем она выше, тем меньше вероятность образования паровой пробки в системе. При торможении автомобиля рабочие цилиндры и жидкость в них нагреваются. Если температура превысит допустимую, тормозная жидкость закипит, и образуются пузырьки пара. Несжимаемая жидкость станет “мягкой”, педаль “провалится”, а машина не остановится вовремя. Чем быстрее ехал автомобиль, тем больше тепла выделится при торможении. А чем интенсивнее замедление, тем меньше времени останется на охлаждение колесных цилиндров и подводных трубок. Это характерно для частых длительных торможений, например в горной местности и даже на равнинном шоссе, загруженном транспортом, при резком “спортивном” стиле управления автомобилем. Внезапное закипание тормозной жидкости коварно тем, что водитель не может предугадать этот момент.

Вязкость характеризует способность жидкости прокачиваться по системе. Температура окружающей среды и самой тормозной жидкости

может быть от минус 40°C зимой в неотапливаемом гараже (или на улице) до 100°C летом в моторном отсеке (в главном цилиндре и его бачке), и даже до 200°C при интенсивном замедлении машины (в рабочих цилиндрах). В этих условиях изменение вязкости жидкости должно соответствовать проходным сечениям и зазорам в деталях и узлах гидросистемы, заданным разработчиками автомобиля. Замерзшая (вся или местами) тормозная жидкость может блокировать работу системы, густая - будет с трудом прокачиваться по ней, увеличивая время срабатывания тормозов. А слишком жидкая - повышает вероятность течей.

Воздействие на резиновые детали. Уплотнения не должны разбухать в тормозной жидкости, уменьшать свои размеры (давать усадку), терять эластичность и прочность больше, чем это допустимо. Распухшие манжеты затрудняют обратное перемещение поршней в цилиндрах, поэтому не исключено подтормаживание автомобиля. С усевшими уплотнениями система будет негерметичной из-за утечек, а замедление - неэффективным (при нажатии педали жидкость перетекает внутри главного цилиндра, не передавая усилие тормозным колодкам).

Воздействие на металлы. Детали из стали, чугуна и алюминия не должны корродировать в тормозной жидкости. Иначе поршни "закинут" или манжеты, работающие по поврежденной поверхности, быстро изнашиваются, а жидкость вытечет из цилиндров либо будет перекачиваться внутри них. В любом случае гидропривод перестает работать.

Смазывающие свойства. Чтобы цилиндры, поршни и манжеты системы меньше изнашивались, тормозная жидкость должна смазывать их рабочие поверхности. Царапины на зеркале цилиндров провоцируют течи тормозной жидкости.

Стабильность - устойчивость к воздействию высоких температур и окислению кислородом воздуха, которое в нагретой жидкости происходит быстрее. Продукты окисления тормозной жидкости разъедают металлы.

Гигроскопичность - склонность тормозных жидкостей на полигликолевой основе поглощать воду из атмосферы. В эксплуатации - в основном через компенсационное отверстие в крышке бачка. Тормозная жидкость имеет одно неприятное свойство: она впитывает влагу. Из-за постоянных перепадов температуры в ней образуется и накапливается конденсат. Чем больше воды растворено в тормозной жидкости, тем раньше она закипает, сильнее густеет при низких температурах, хуже смазывает детали, а металлы в ней корродируют быстрее. Наличие в тормозной жидкости всего 2–3 процентов воды снижает температуру ее кипения примерно на 70 градусов. На практике это означает, что при торможении DOT-4, например, закипит, не разогревшись и до 160 градусов, в то время как в «сухом» (то есть без влаги) состоянии это произойдет при 230 градусах. Последствия будут такие же, как если бы в тормозную систему попал воздух: педаль становится колом, тормозное усилие резко ослабевает.

Классы тормозных жидкостей

Основные классификации тормозной жидкости разработаны Департаментом транспорта США и несут обозначение DOT (Department Of Transportation).

В настоящее время наиболее распространены тормозные жидкости DOT 3, DOT 4, DOT 4+ и DOT 5.1. Чем больше цифра в обозначении класса, тем выше эксплуатационные качества жидкости (в первую очередь, температура кипения).

Тип применяемой жидкости всегда указан в руководстве по эксплуатации автомобиля, и для доливки желательно использовать только ее.

В таблице 1 представлены основные классификационные показатели тормозных жидкостей.

Таблица 1 – Основные классификационные показатели тормозных жидкостей

Классы тормозных жидкостей	Требования по стандарту FMVSS № 116 «Тормозные жидкости для автомобилей»				
	Температура кипения, °С		Вязкость кинематическая, мм ² /с		Цвет
	«сухой» тормозной жидкости	«увлажненной» тормозной жидкости (воды 3,5 %)	«увлажненной» при температуре 100 °С	при температуре – 40 °С	
DOT 3	205 не менее	140 не менее	1,5 не более	1500 не менее	от светло-желтого до светло-коричневого
DOT 4	230 не менее	155 не менее	1,5 не более	1800 не менее	
DOT 5.1	260 не менее	180 не менее	1,5 не более	900 не менее	
DOT 5	260 не менее	180 не менее	1,5 не более	900 не менее	темно-красный

Порядок работ по замене тормозной жидкости и удалению воздуха из гидропривода

Работы проводятся вдвоем, при снятых с автомобиля колесах. Для замены на автомобиле ВАЗ-2106 тормозной жидкости потребуются: тормозная жидкость, шланг для прокачки тормозов, ключ «на 8», ключ «на 10» (два), емкость для сливаемой тормозной жидкости.

1. Снимите крышку тормозного бачка (рисунок 2).



Рисунок 2 – Снятие крышки тормозного бачка

2. Долейте в тормозной бачок новую жидкость до нижней кромки наливной горловины (рисунок 3).



Рисунок 3 – Доливка новой тормозной жидкости

3. Снимите защитный колпачок со штуцера для выпуска воздуха заднего колесного цилиндра и наденьте на штуцер прозрачный шланг (рисунок 4).



Рисунок 4 – Штуцер для выпуска воздуха заднего колесного цилиндра

4. Другой конец шланга опустите в емкость для сливаемой тормозной жидкости (рисунок 5).



Рисунок 5 – Слив тормозной жидкости заднего колесного цилиндра

5. Плавно нажмите на педаль тормоза 4-5 раз и удерживайте ее нажатой.
6. В это время помощник отворачивает тормозной штуцер на 3/4 оборота.
7. Продолжая нажимать на педаль тормоза, вытесните находящуюся в приводе жидкость через шланг в емкость.
8. После того, как педаль дойдет до крайнего переднего положения и истечение старой тормозной жидкости прекратится, заверните штуцер.
9. Снимите защитный колпачок со штуцера для выпуска воздуха переднего колесного цилиндра и наденьте на штуцер прозрачный шланг (рисунок 6).

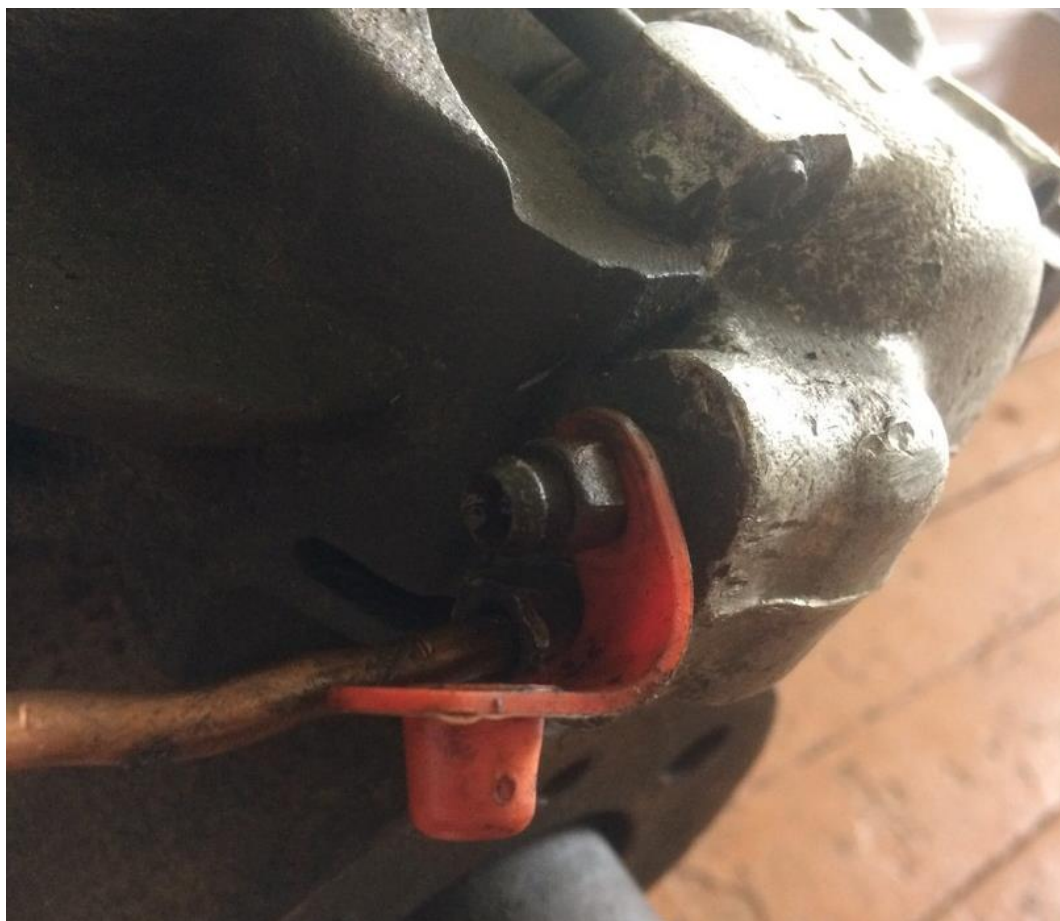


Рисунок 6 – Штуцер для выпуска воздуха переднего колесного цилиндра

10. Другой конец шланга опустите в емкость для сливаемой тормозной жидкости (рисунок 7).



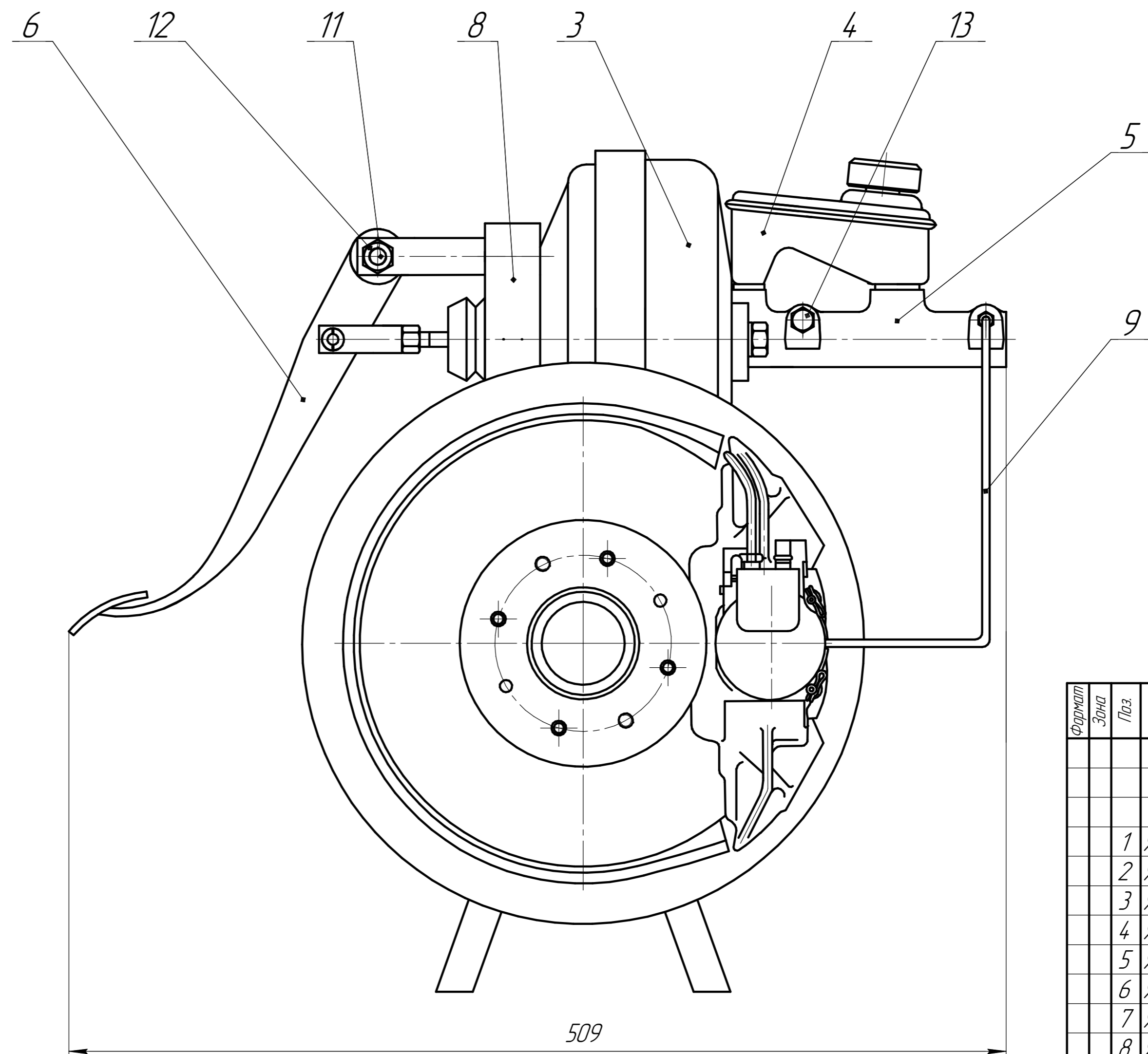
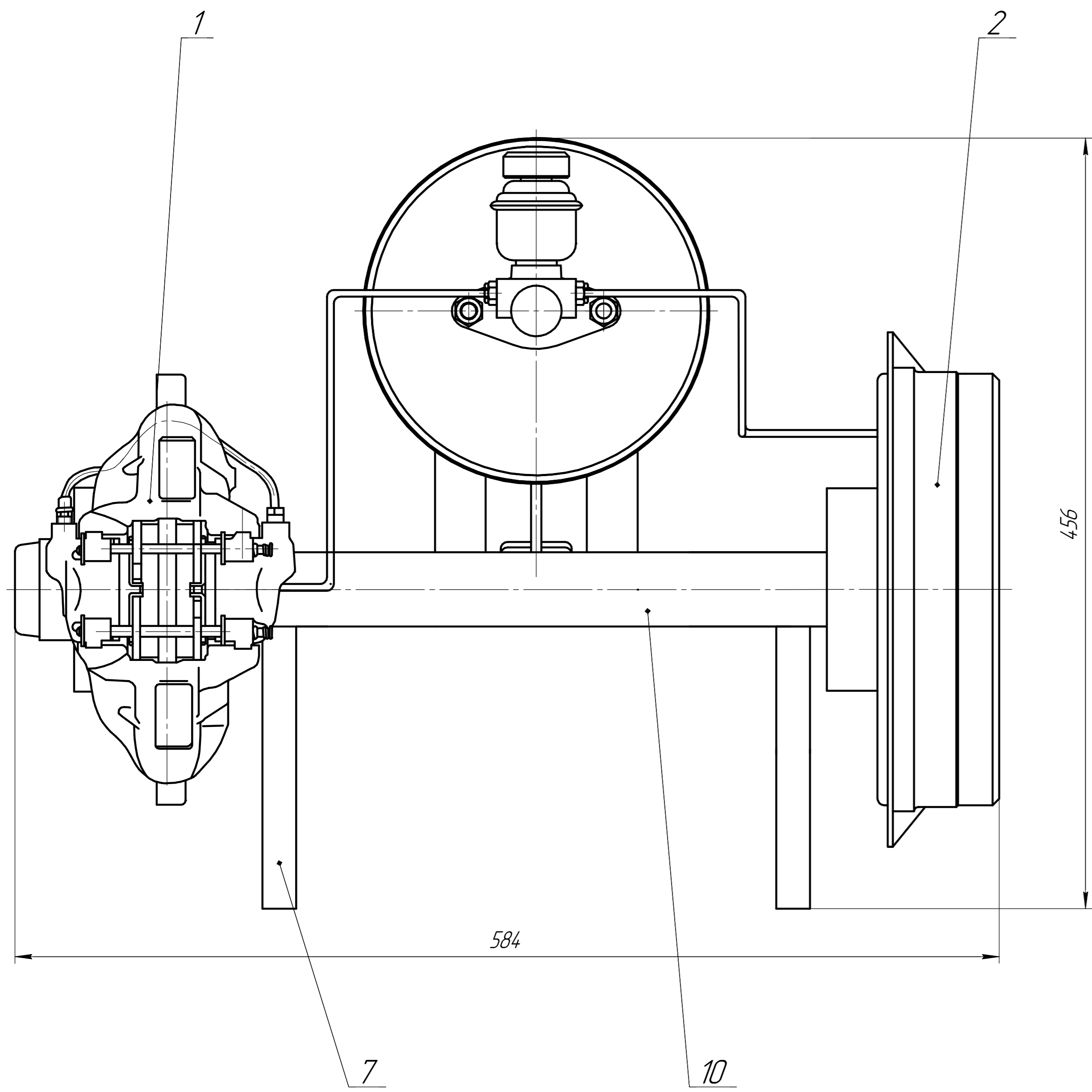
Рисунок 7 – Слив тормозной жидкости переднего колесного цилиндра

11. Плавно нажмите на педаль тормоза 4-5 раз и удерживайте ее нажатой.
12. В это время помощник отворачивает штуцер на 3/4 оборота.
13. Продолжая нажимать на педаль тормоза, вытесните находящуюся в приводе жидкость через шланг в емкость.
14. После того, как педаль дойдет до крайнего переднего положения и истечение старой тормозной жидкости прекратится, заверните штуцер.
15. Повторить пункты 9 – 14 до полной замены тормозной жидкости в приводе (из шланга должна выходить чистая тормозная жидкость без пузырьков воздуха).
16. Заверните крышку тормозного бачка.
17. Проверьте качество выполненной работы: нажмите несколько раз на педаль тормоза, при этом ход педали и усилие на ней должны быть одинаковыми при каждой нажатии. Если это не так, прокачайте тормозную систему.

Чтобы избежать попадания воздуха в привод тормозов, постоянно пополняйте бачок новой тормозной жидкостью (не допуская падения уровня жидкости меньше 10 мм ото дна бачка). Этим обеспечивается постепенное вытеснение старой жидкости новой без осушения тормозной системы.

Отчет должен содержать:

- 1) Краткая теория;
- 2) Описание устройства и принципа действия тормозной системы автомобиля ВАЗ-2106 на примере учебного стенда, её плюсы и минусы;
- 3) Результат замены тормозной жидкости в гидроприводе и прокачки тормозов;
- 4) Вывод.



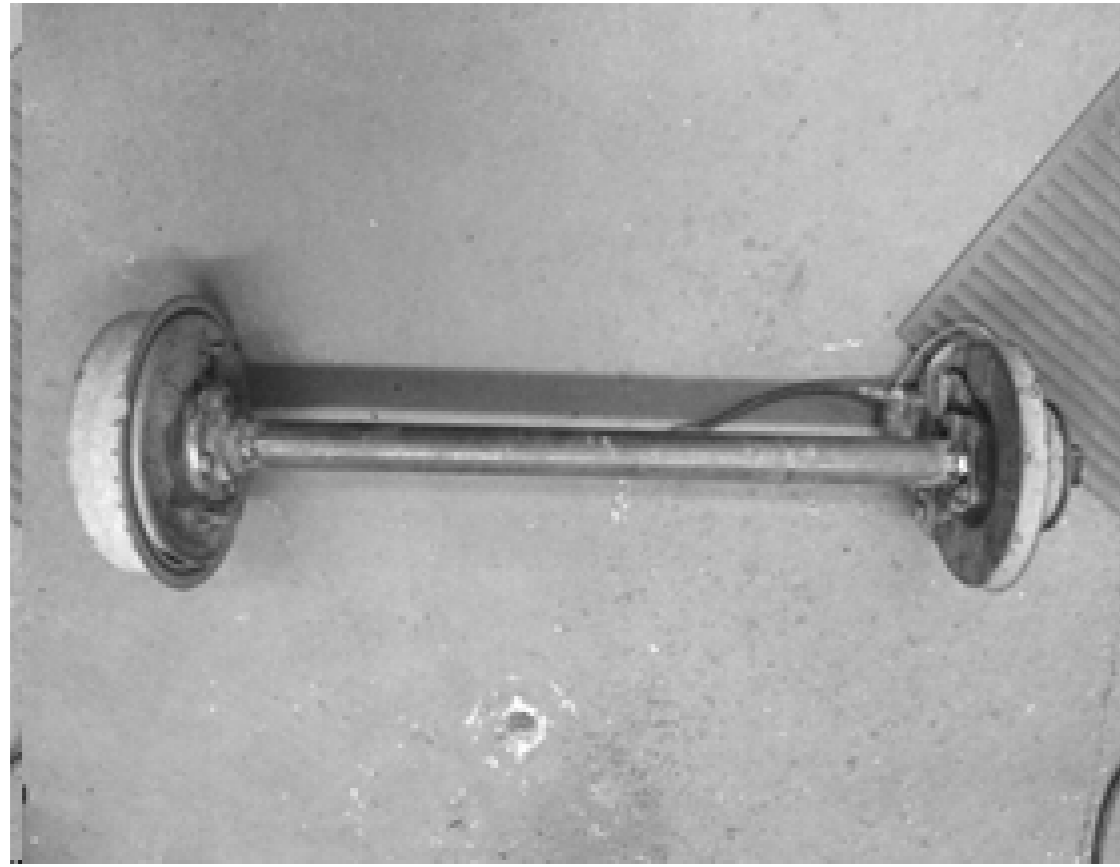
Формат	Зона	Поз	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание
<i>Сборочные единицы</i>						
		1	ЯГТУ 23.03.03-001ВКР	Дисковый тормозной механизм	1	
		2	ЯГТУ 23.03.03-002ВКР	Барabanный тормозной механизм	1	
		3	ЯГТУ 23.03.03-003ВКР	Вакуумный усилитель	1	
		4	ЯГТУ 23.03.03-004ВКР	Бачок	1	
		5	ЯГТУ 23.03.03-005ВКР	Главный тормозной цилиндр	1	
		6	ЯГТУ 23.03.03-006ВКР	Педаля тормоза	1	
		7	ЯГТУ 23.03.03-007ВКР	Нога	2	
		8	ЯГТУ 23.03.03-008ВКР	Крепление вакуумного усилителя	1	
		9	ЯГТУ 23.03.03-009ВКР	Тормозная трубка	2	
<i>Детали</i>						
		10	ЯГТУ 23.03.03-010ВКР	Соединительная труба	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
		11	ЯГТУ 23.03.03-011ВКР	Болт 10	1	
		12	ЯГТУ 23.03.03-012ВКР	Гайка 10	1	
		13	ЯГТУ 23.03.03-013ВКР	Болт 8	2	

ЯГТУ 23.03.03-025 ВКР

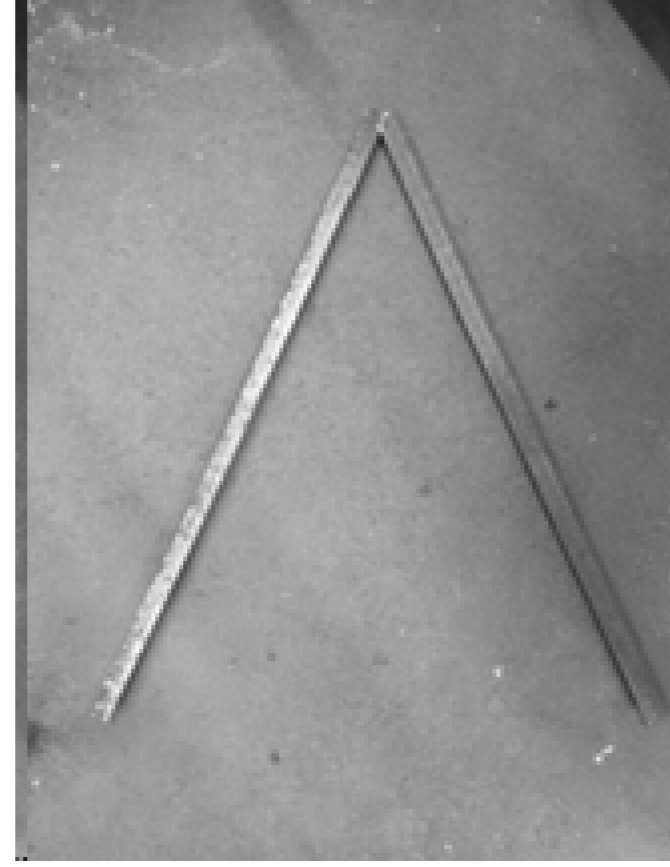
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Учебный стенд рабочей тормозной системы автомобиля	Лит	Масса	Масштаб
							-	1:2
Сборочный чертёж						Лист	Листов	1
						ЯГТУ, гр.АТ-43		

Этапы сборки стенда

1. Сварка тормозных механизмов



2. Ноги



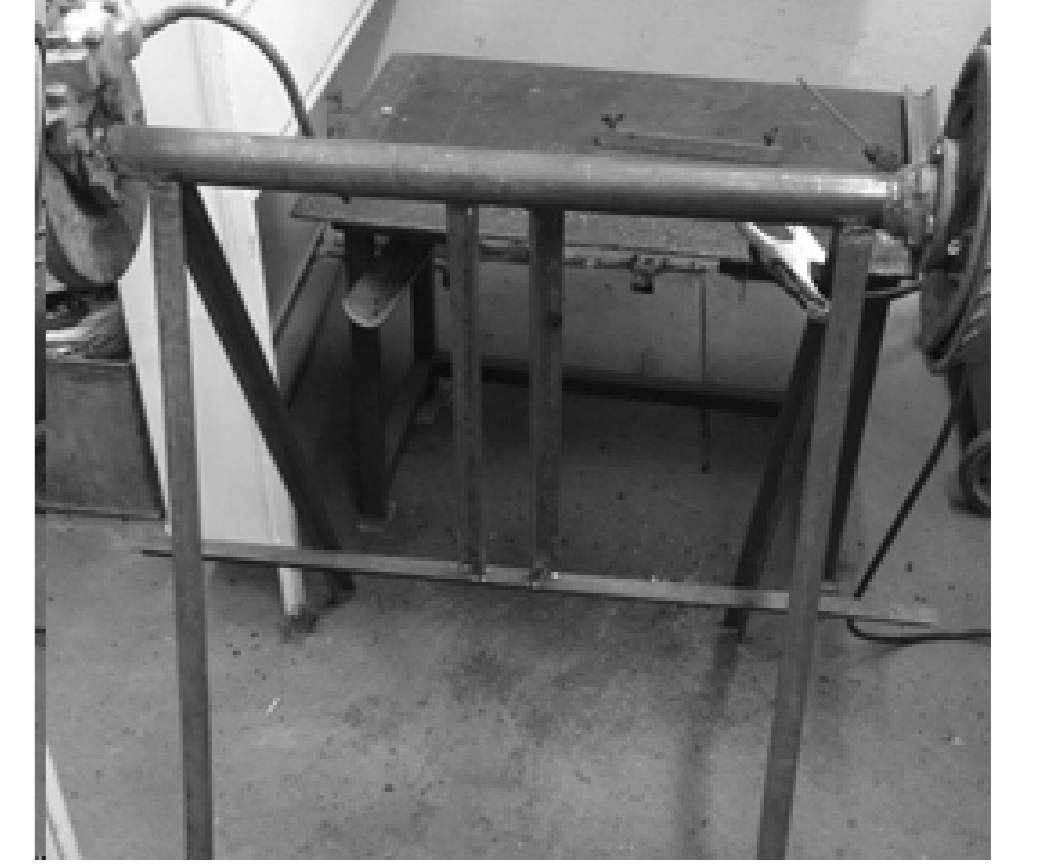
3. Установка стенда на ноги



4. Вертикальное крепление вакуумного усилителя



5. Горизонтальное крепление вакуумного усилителя



6. Распорки



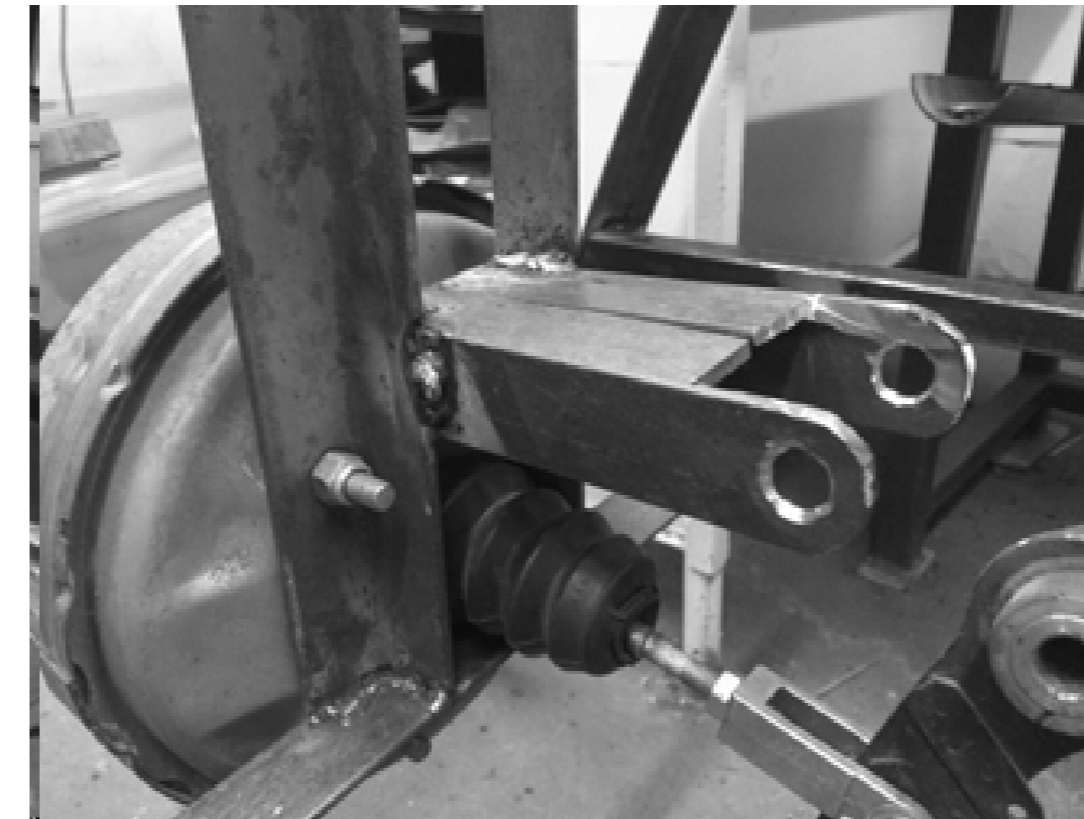
7. Отверстия под вакуумный усилитель



8. Установка вакуумного усилителя



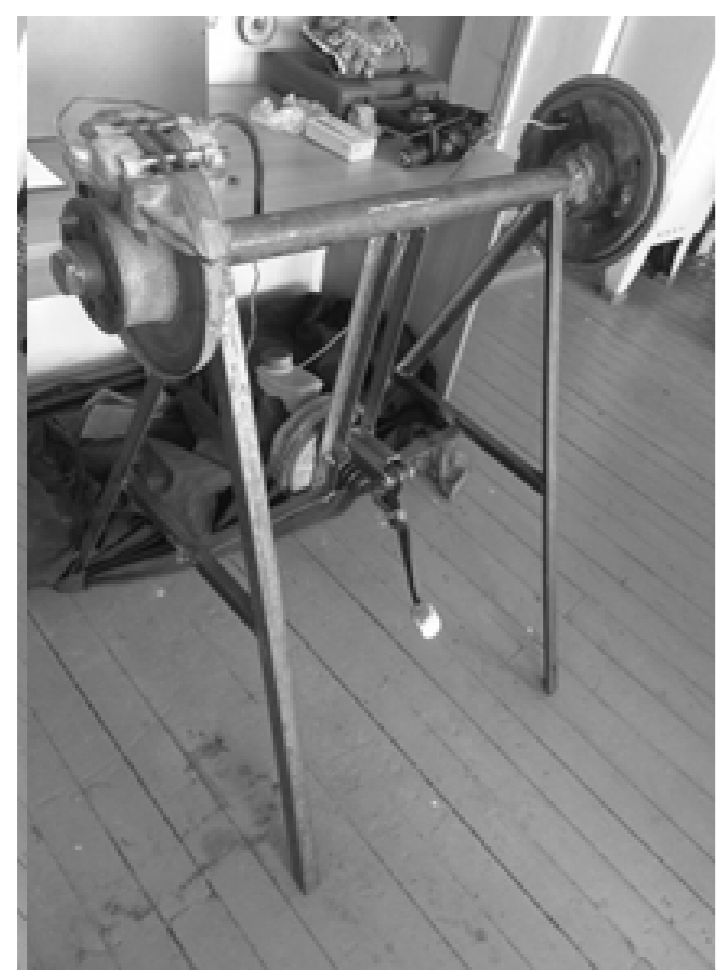
9. Крепление под педаль



10. Установка педали



11. Готовый стенд



12. Реконструкция стенда



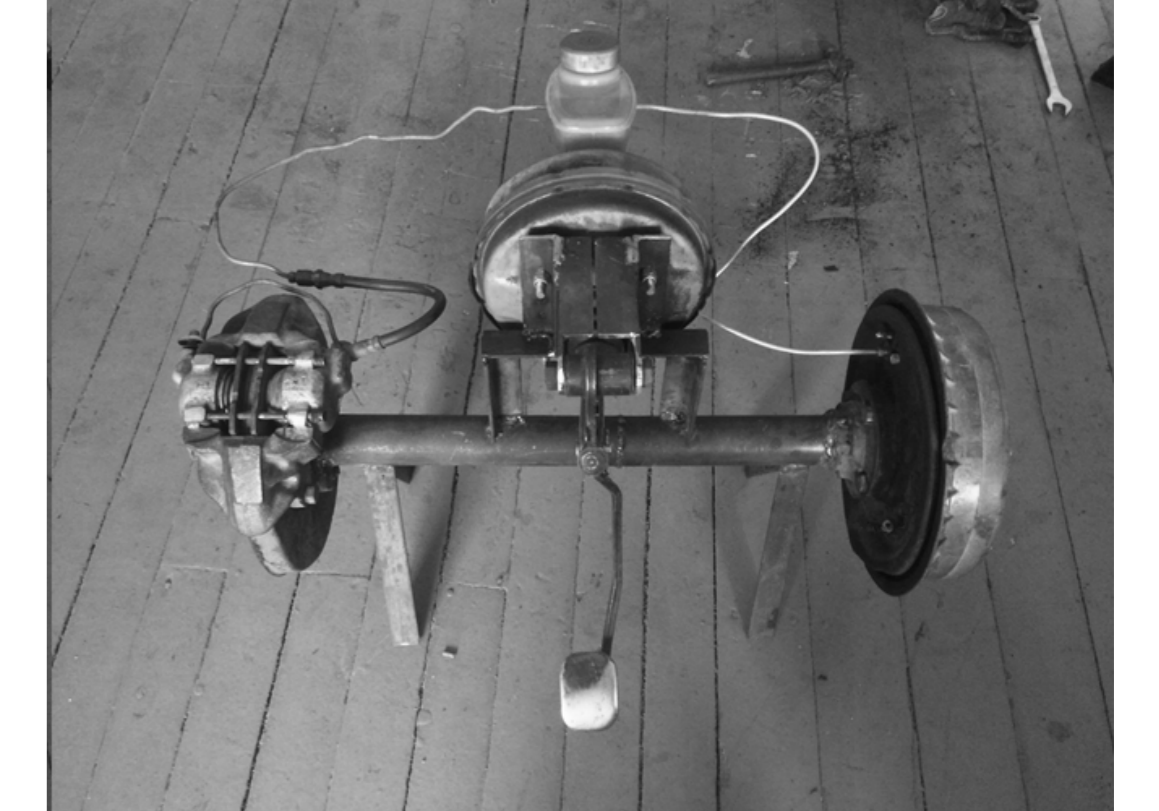
13. Изменение крепления вакуумного усилителя



14. Приваривание вакуумного усилителя



15. Реконструированный стенд



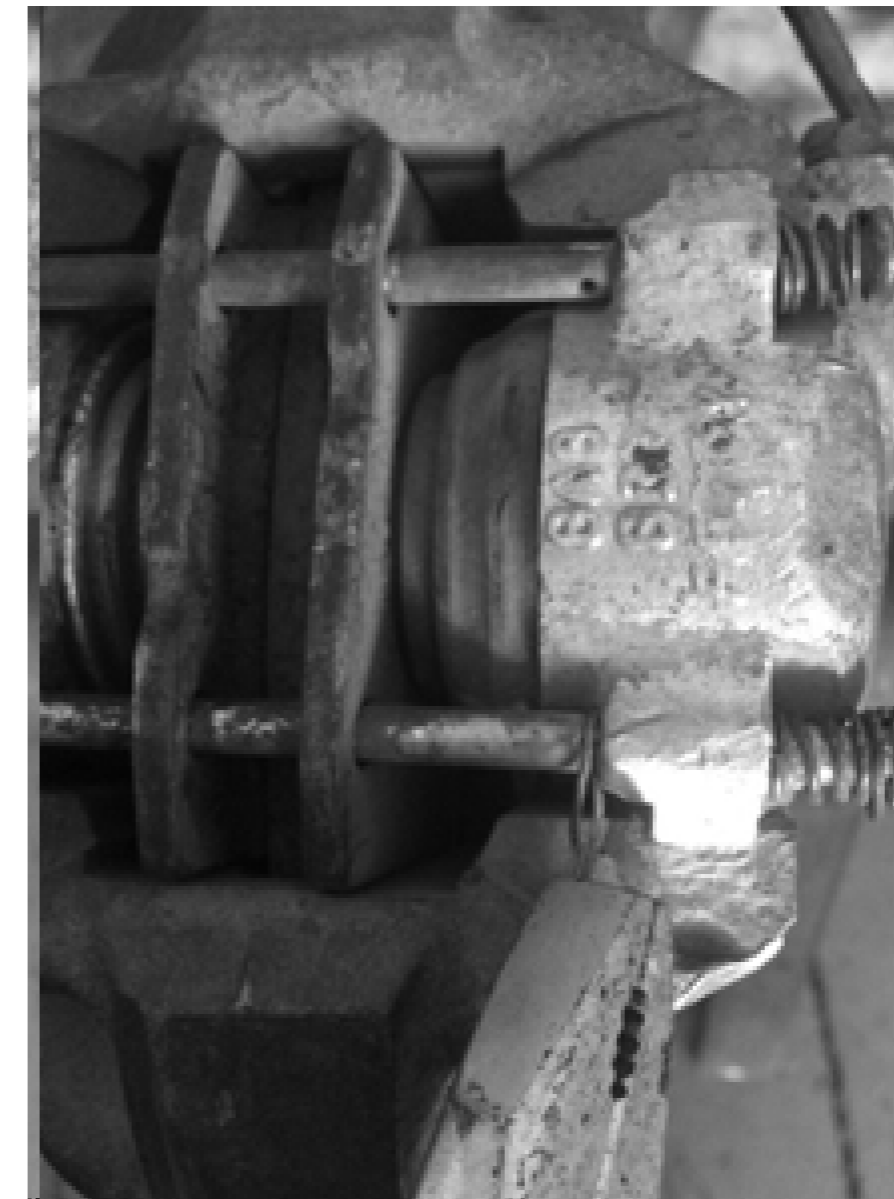
				ЯГТУ 23.03.03-025ВКР		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Разработка стенда	
Разраб.	Шогицкий А.А.					
Проб.	Басалов И.С.				Лист	Листов 1
Т.контр.					ЯГТУ, гр.АТ-43	
Н.контр.						
Утв.						

Лабораторная работа №1

«Замена тормозных колодок дискового механизма»

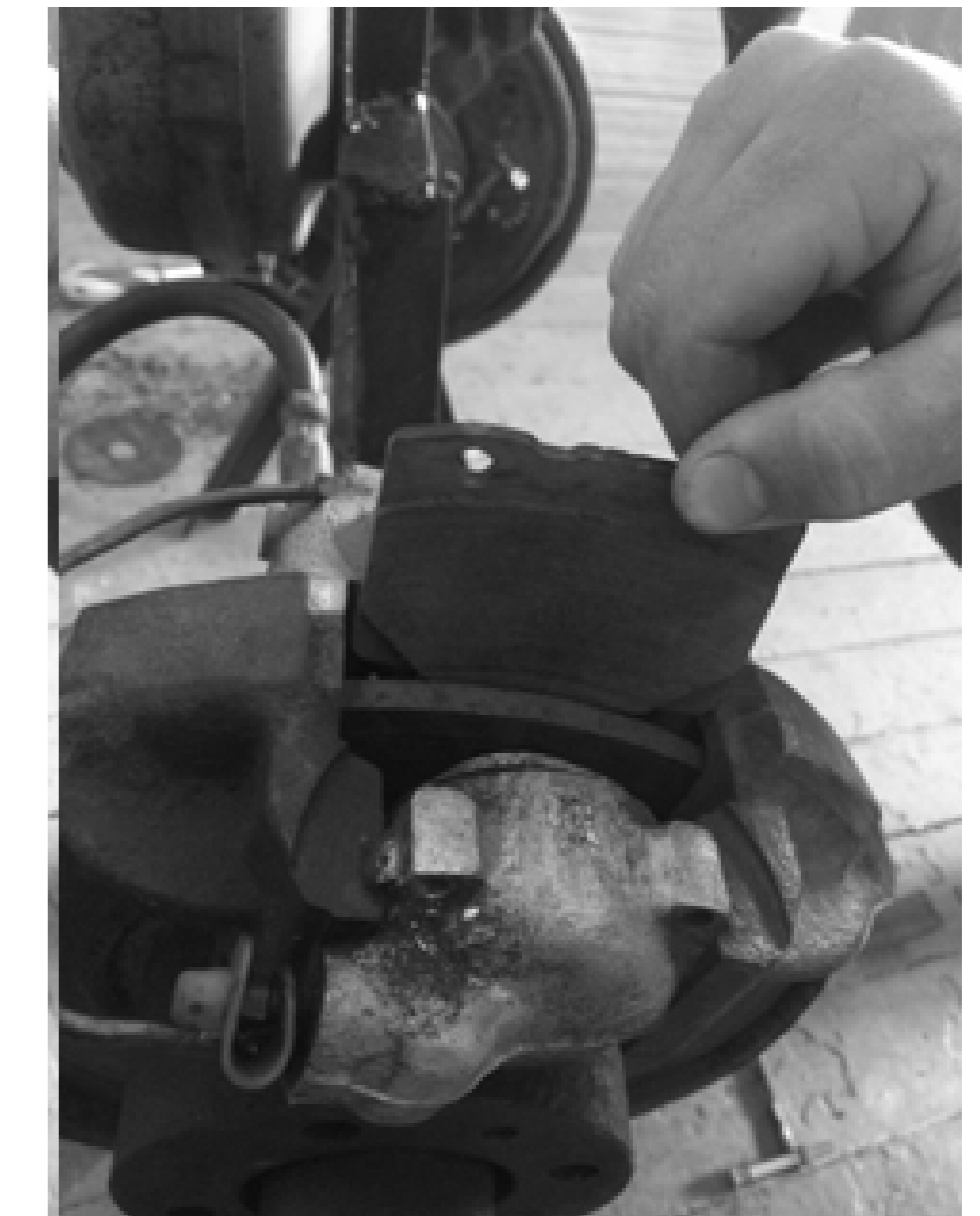
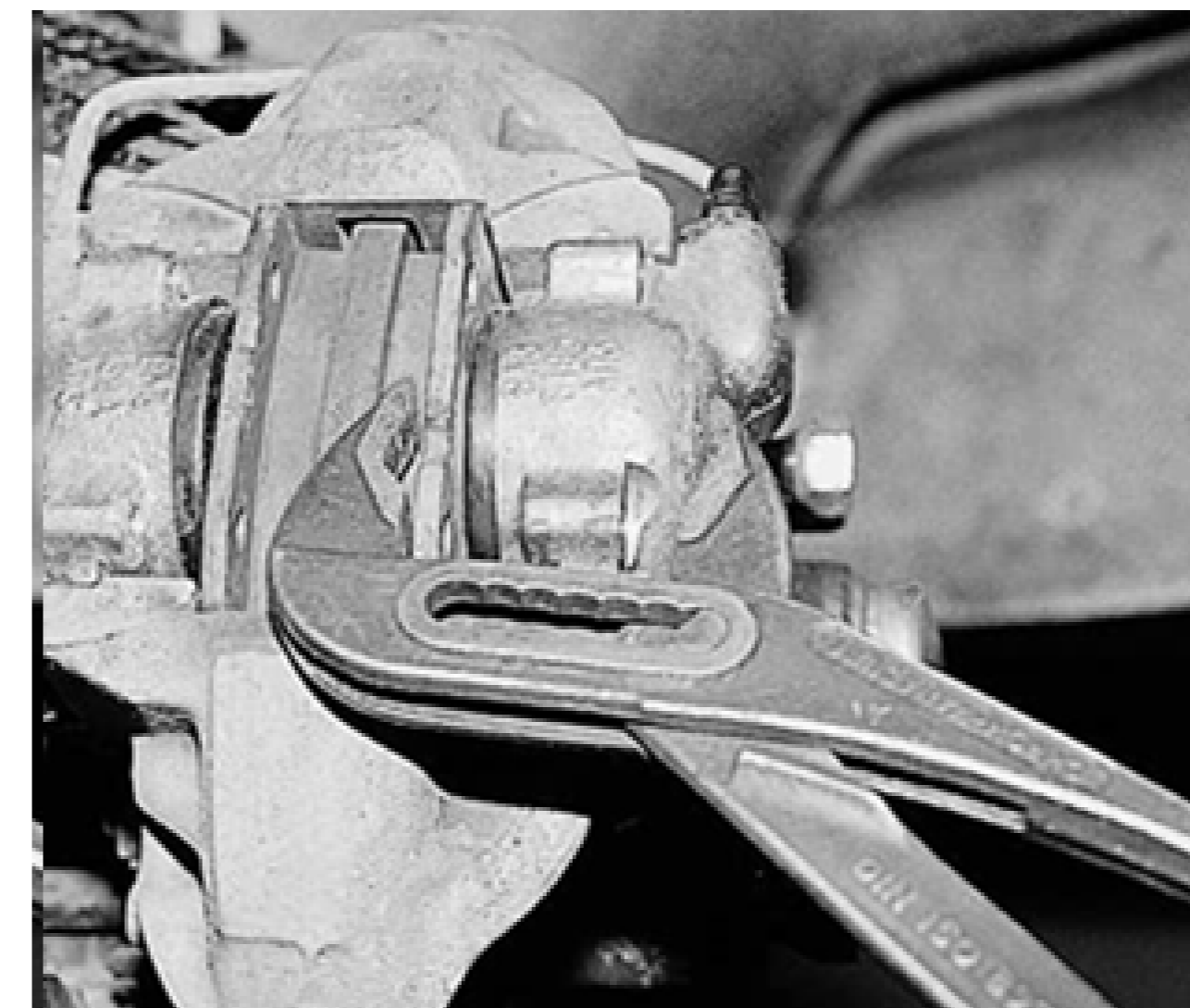
Порядок замены колодок

Цель работы: Ознакомиться с устройством и принципом действия рабочей тормозной системы автомобиля ВАЗ-2106 и на примере учебного стенда заменить тормозные колодки дискового механизма.



Ход работы:

- 1) Ознакомиться с теоретическим материалом
- 2) Снять тормозные колодки
- 3) Определить процентный износ тормозных колодок
- 4) Заменить тормозные колодки при остаточном износе фрикционных накладок 15% и менее.
- 5) Оформить отчет.



ЯГТУ 23.03.03-025ВКР						Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лабораторная работа №1			1:1
Разраб.		Шогицкий А.А.				Лист	Листов	1
Проб.		Басалов И.С.				ЯГТУ, гр.АТ-43		
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								

Лабораторная работа №2

«Замена тормозных колодок барабанного механизма»

Цель работы: Ознакомиться с устройством и принципом действия рабочей тормозной системы автомобиля ВАЗ-2106 и на примере учебного стенда заменить тормозные колодки барабанного механизма.

Порядок замены колодок



Ход работы:

- 1) Ознакомиться с теоретическим материалом
- 2) Определить процентный износ тормозных колодок
- 3) Заменить тормозные колодки при остаточном износе фрикционных накладок 15% и менее.
- 4) Оформить отчёт.

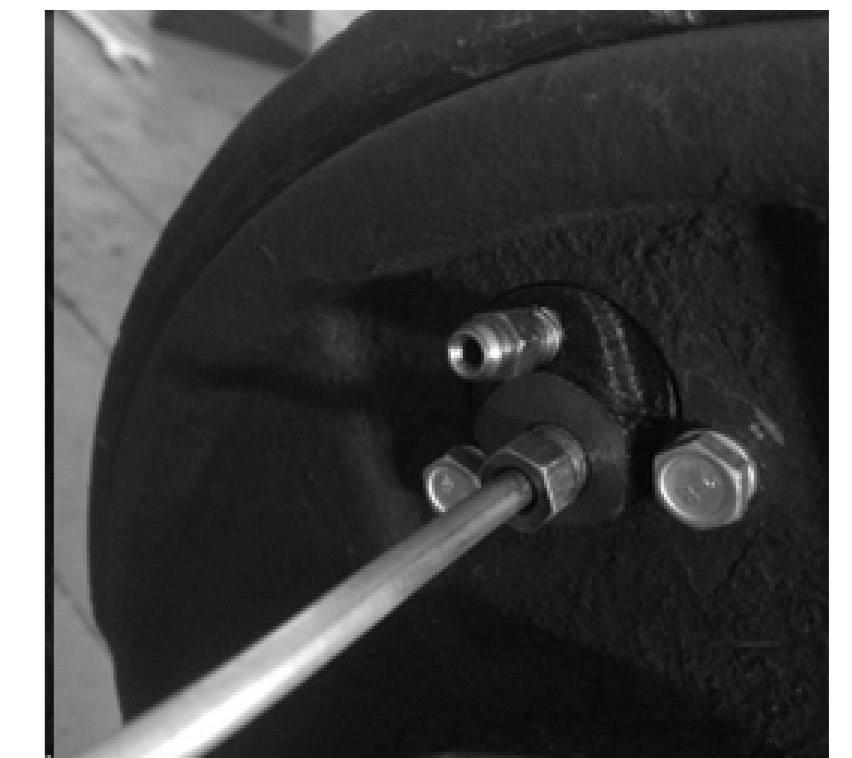


ЯГТУ 23.03.03-025ВКР					
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист
					1
Разраб.		Шогицкий А.А.			1
Проб.		Басалов И.С.			1
Т.контр.					1
Н.контр.					1
Утв.					1
Лабораторная работа №2					Лист
					Листов
					1
ЯГТУ, гр.АТ-43					1

Лабораторная работа №3 «Замена тормозной жидкости»

Цель работы: Ознакомиться с устройством и принципом действия рабочей тормозной системы автомобиля ВАЗ-2106 и на примере учебного стенда заменить тормозную жидкость в гидравлическом приводе.

Порядок замены тормозной жидкости



Ход работы:

- 1) Ознакомиться с теоретическим материалом
- 2) Практически выполнить замену тормозной жидкости
- 3) Оформить отчёт



ЯГТУ 23.03.03-025ВКР						Лист	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лабораторная работа №3			1:1
Разраб.		Шокинский А.А.				Лист	Листов	1
Проб.		Басалов И.С.				ЯГТУ, гр.АТ-43		
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								

Технико-экономические показатели НИР

Наименование показателя	Значение
Продолжительность НИР, дни	46
Численность персонала, чел., в т.ч.:	3
- руководителей	1
- рабочих	2
Количество лабораторных работ на стенде	3
Трудоемкость работ по изготовлению стенда, чел.-ч	48
Трудоемкость работ по ТО и Р тормозной системы, чел.-ч	1,97
Среднегодовой пробег автомобиля, км	30000
Затраты на создание стенда, руб. в т.ч.:	48531
- детали, полуфабрикаты, расходные материалы	10259
- заработная плата, в т.ч.:	16640
рабочих	4160
руководителя	12480
- отчисления	4992
- накладные расходы	16640
Затраты на НИР, руб.	131679
Затраты на выполнение операций ТО и Р тормозной системы самостоятельно за год, руб.	940
Затраты на выполнение операций ТО и Р тормозной системы в автосервисе за год, руб.	2395
Экономия (экономический эффект), руб.	1455

				ЯГТУ 23.03.03-025 ВКР			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Технико-экономические показатели НИР	Лист	Масштаб
						-	1:1
Разраб.		Шогуновский А.А.				Лист	Листов
Проб.		Бондырева И.Б.				1	1
Т.контр.							
И.контр.							
Утв.							