

## **Содержание**

|  |    |
|--|----|
| Введение.....  | 2  |
| 1. Анализ состояния вопроса.....   | 3  |
| 1.1 Назначение тормозной системы.....  | 3  |
| 1.2 Устройство и принцип работы тормозной системы .....                        | 4  |
| 1.3 Стояночная тормозная система.....  | 5  |
| 1.4 Таблица неисправностей .....   | 6  |
| 1.5 Обзор и анализ существующих конструкций.....                               | 8  |
| 2. Конструкторский раздел.....   | 12 |
| 2.1 Конструкция устройства для прокачки тормозной системы автомоби-<br>ля..... | 13 |
| 2.2 Расчеты проектируемого устройства.....                                     | 14 |
| 2.3 Прочностные расчеты устройства.....  | 16 |
| 3 Экономический раздел .....   | 20 |
| Заключение .....   | 26 |
| Список литературы .....  | 27 |

## **Введение**

Тормозная система является неотъемлемой частью управления автомобиля и автомобиля в целом. Она обеспечивает безопасность при движении и экстренных ситуациях.

В данной курсовой работе мы рассмотрим устройство гидравлических тормозных систем , виды неисправностей и устройства для прокачки гидравлических тормозных систем

Тормозная система является одним из основных компонентов безопасности автомобилей, позволяющим удерживать контроль над транспортным средством. В данном введении мы рассмотрим структуру и функционирование тормозной системы, включая её деление на рабочую и стояночную. Рабочая тормозная система отвечает за замедление автомобиля в движении, в то время как стояночная фиксирует его на месте. Основное внимание будет уделено принципам работы тормозов, включая использование гидравлических механизмов, а также ключевых компонентов системы, таких как тормозные диски, колодки и суппорты. Также мы затронем современные достижения, такие как ABS, и подчеркнем важность регулярного обслуживания тормозной системы для обеспечения её надежной работы и безопасности водителей и пассажиров.

# 1 Анализ состояния вопроса

## 1.1 Назначение тормозной системы

Тормозные системы предназначены для уменьшения скорости движения автомобиля, быстрой остановки и удержания его на месте. Тормозные системы по своим функциям разделяются на рабочую, вспомогательную и стояночную. Рабочая тормозная система обеспечивает снижение скорости движения автомобиля и его полную остановку, с необходимой эффективностью, стояночная удерживает автомобиль в неподвижном состоянии, а вспомогательная тормозная система предназначена для длительного поддержания постоянной скорости автомобиля и её регулирования. Стояночную тормозную систему можно применять и как аварийную в случае выхода из строя рабочей тормозной системы.

Рабочая тормозная система состоит из четырёх колёсных тормозных механизмов и гидравлического привода.

Торможение автомобиля обеспечивается путём создания искусственного сопротивления вращению колёс, с этой целью тормозной момент прикладывается к колёсам(колёсным тормозам) и барабану.

## 1.2 Устройство и принцип работы тормозной системы

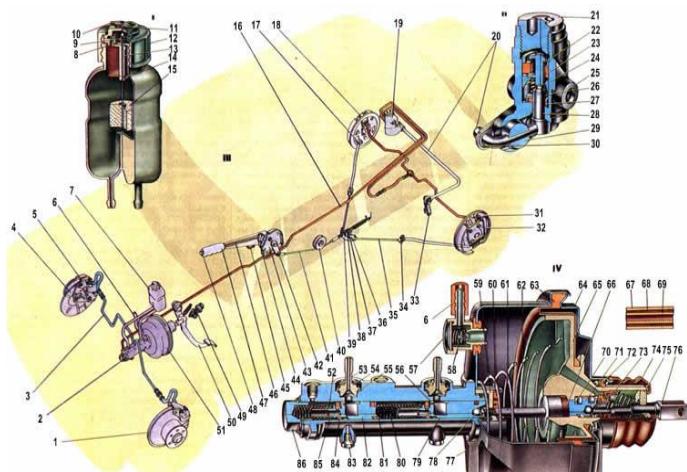


Рис. 1- Общее устройство тормозной системы.

1. Диск тормоза. 2. Главный цилиндр гидропривода тормозов. 3. Трубопровод контура привода передних тормозов. 4. Защитный кожух переднего тормозного механизма. 5. Суппорт переднего тормоза. 6. Наконечник с трубопроводом.

7. Бачок главного цилиндра. 8. Неподвижный контакт. 9. Подвижный контакт. 10. Корпус клеммного устройства. 11. Толкатель для проверки исправности устройства контроля уровня жидкости. 12. Крышка бачка. 13. Корпус контактного устройства. 14. Отражатель. 15. Поплавок. 16. Трубопровод контура привода задних тормозов. 17. Фланец заднего наконечника оболочки троса. 18. Колесный цилиндр заднего тормоза. 19. Рогуля гор давления задних тормозов. 20. Рычаг привода регулятора давления. 21. Пробка корпуса регулятора давления. 22. Втулка. 23. уплотнитель головки поршня. 24. Тарелка пружины. 25. Корпус регулятора давления. 26. Пружина. 27. Уплотнительное кольцо поршня. 28. Поршень регулятора давления. 29. Ось рычага. 30. Пластина рычага. 31. Колодка тормозного механизма. 32. Рычаг ручного привода колодок. 33. Стойка рычага привода регулятора давления. 34. Кронштейн крепления оболочки троса. 35. Задний трос. 36. Контргайка. 37. Регулировочная гайка. 38. Втулка. 39. Направляющая заднего троса. 40. Направляющий ролик. 41. Передний трос. 42. Возвратный рычаг привода стояночного тормоза. 43. Кронштейн рычага привода стояночного тормоза. 44. Защелка рычага. 45. Упор включателя контрольной лампы стояночного тормоза. 46. Тяга защелки рычага. 47. Рычаг привода стояночного тормоза. 48. Кнопка рычага привода стояночного тормоза. 49. Выключатель стоп. сигнала. 50. Педаль тормоза. 51. Вакуумный усилитель. 52. Тарелка пружины уплотнительного кольца. 53. Штуцер. 54. Стопорная шайба. 55. Уплотнительная прокладка. 56. Распорное кольцо. 57. Корпус вакуумного клапана. 58. Вакуумный клапан. 59. Обойма уплотнителя штока. 60. Уплотнитель штока. 61. Шток. 62. Возвратная пружина корпуса клапана. 63. Диафрагма. 64. Крышка корпуса вакуумного усилителя. 65. Корпус клапана вакуумного усилителя. 66. Буфер штока. 67. Наружная оболочка шланга. 68. Нитяная оболочка. 69. Внутренняя оболочка. 70. Упорная пластина поршня. 71. Поршень клапана. 72. Уплотнитель крышки корпуса вакуумного усилителя. 73. Клапан вакуумного усилителя. 74. Защитный чехол корпуса клапана. 75. Воздушный фильтр. 76. Толкатель клапана вакуумного усилителя. 77. Возвратная пружина клапана. 78. Пружина клапана. 79. Корпус вакуумного усилителя. 80. Регулировочный болт. 81. Поршень привода передних

тормозов. 82. Возвратная пружина поршня. 83. Упорная шайба. 84. Поршень привода задних тормозов. 85. Ограничительный винт поршня. 86. Уплотнительное кольцо. 87. Пружина уплотнительного кольца. 88. Пробка корпуса главного цилиндра. 89. I-Бачок главного цилиндра. 90. II-Регулятор давления. 91. III-Схема привода тормозов. 92. IV-Главный цилиндр и вакуумный усилитель.

### 1.3 Стояночная тормозная система

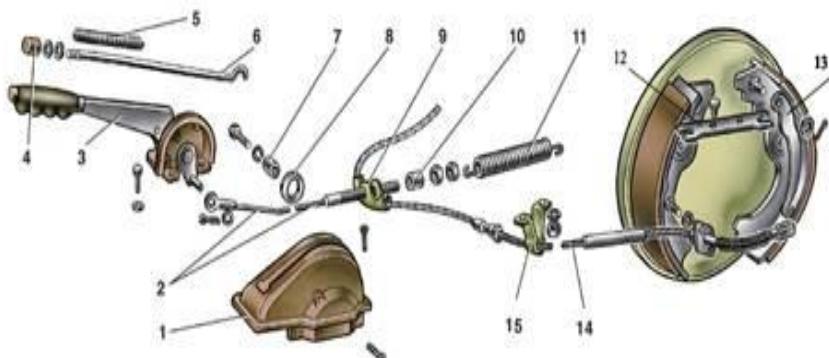


Рис. 2- Схема стояночного тормоза.

- 1 – чехол;
- 2 – передний трос;
- 3 – рычаг;
- 4 – кнопка;
- 5 – пружина тяги;
- 6 – тяга защелки;
- 7 – втулка;
- 8 – ролик; 9 – направляющая заднего троса;
- 10 – распорная втулка;
- 11 – оттяжная пружина;
- 12 – распорная планка;
- 13 – рычаг ручного привода колодок;
- 14 – задний трос;
- 15 – кронштейн заднего троса

Стояночный тормоз имеет механический привод от рычага 3, который вместе с возвратным рычагом смонтирован на кронштейне, закрепленным к полу ку-

зова. Возвратный рычаг соединяется пальцем с передним тросом 2, другой конец которого проходит через отверстие направляющей 9 заднего троса и на резьбовой наконечник троса навертывается гайка и контргайка.

Перемещение переднего троса направляется роликом 8.

Через паз направляющей 9 проходит средняя часть заднего троса, натяжение которого регулируется гайкой, навернутой на резьбовой наконечник переднего троса. Между направляющей 9 и регулировочной гайкой устанавливается распорная втулка 10. Концы заднего троса проходят через оболочку, один конец которой крепится к щиту тормоза, а другой установлен в паз кронштейна кузова.

На задних концах троса имеются наконечники, каждый из которых соединяется с крючком рычага 18 (см. рис. Тормозной механизм заднего колеса) ручного привода колодок. Этот рычаг пальцем шарнирно крепится к тормозной колодке и верхней частью упирается в паз разжимной планки 20. В противоположный паз планки заходит ребро тормозной колодки. Стояночная тормозная система должна удерживать автомобиль на уклоне 25%.

#### **1.4 Таблица неисправностей**

##### *Вибрация при торможении.*

| Причина неисправностей                       | Метод устранения               |
|--|--------------------------------|
| Деформация тормозного диска                  | Замените диск(лучше парой)     |
| Овальность тормозного барабана               | Проточите или замените барабан |
| Заклиниен поршень в заднем колесном цилиндре | Замените цилиндр               |

##### *Скрип, визг при торможении.*

|  |   |
|--|---|
| Предельный износ тормозных накладок                          | Замените тормозные колодки(лучше одновременно все на одной оси)         |
| Ослабла или сломана стяжная пружина задних тормозных колодок | Замените пружину  |
| Торможение с блокировкой колёс                               | Не перетормаживайте, применяйте шины, соответствующие условиям движения |

*Увеличенный ход педали тормоза(педаль "мягкая" или "проваливается").*

|  |  |
|--|--|
| Перегрев тормозных механизмов                              | Дайте остить тормозам. Проверьте толщину накладок и тормозных дисков. Применяйте в системе только тормозные жидкости, рекомендованные заводом-изготовителем. Вовремя заменяйте тормозную жидкость. |
| Повышенное(более 0, 25 мм по краю) биение тормозного диска | Замените диск  |
| Не работает один из контуров рабочей тормозной системы     | Устраните утечку жидкости из тормозной системы, прокачайте систему   |

*Ход педали тормоза в пределах нормы( педаль "жесткая"), но автомобиль тормозит плохо.*

|   |   |
|---|---|
| Замасливание тормозных дисков, барабанов, накладок  | Замасленные диски и барабаны очистите, колодки замените(в крайнем случае сточите на наждаке). Категорически запрещается очищать колодки растворителями! Устраните причину замасливания(замените сальник полуоси)  |
| Заклинивание поршня в цилиндре, колодок в суппорте  | Замените цилиндр, очистите контактирующие поверхности колодок и суппорта, перед установкой смажьте их ШРУС-4  |
| Неисправен вакуумный усилитель или негерметичен шланг, соединяющий усилитель с впускным коллектором | Проверьте целостность шланга, его посадку на штуцерах, затяжку хомутов. Для проверки усилителя: заглушите двигатель, нажмите 5-8 раз на педаль тормоза и, удерживая педаль нажатой, заведите двигатель. При исправном усилителе после запуска двигателя педаль должна ощутимо "йти" вперед.<br>Неисправный усилитель замените |

*Неполное растормаживание всех колёс.*

|   |   |
|---|---|
| Заклиниен поршень главного цилиндра(из-за коррозии, поломки возвратных пружин, попадание в жидкость механических примесей)  | Замените главный цилиндр, прокачайте систему  |
| Заедание педали тормоза: сломана или вытянулась возвратная пружина, сильно изношены, не смазаны втулки педали, коррозия оси | Замените дефектную пружину, втулки, заложите в них свежую смазку Литол-24, Цитатим-201, -221, Фиол-1У |

*Притормаживание одного из колёс при отпущененной педали тормоза.*

|   |  |
|---|--|
| Заклинивание поршня колесного цилиндра  | Замените цилиндр   |
| Деформация распорной планки, перекос колодок из-за деформации тормозных щитов | Выправьте или замените распорную планку, тормозные щиты  |
| Перетянут стояночный тормоз, тро-сы заклиниены в оболочках                    | Отрегулируйте натяжение тросов, смажьте их моторным маслом, если повреждена оболочка или растрёпаны проволочки троса, а также при сильной коррозии-замените их |

*Плохо держит стояночный тормоз.*

|   |  |
|---|--|
| Неправильная регулировка привода  | Отрегулируйте привод   |
| На поверхности накладок образовалась ледяная или солевая корка(зимой); накладки намокли | В начале движения, на малой скорости проверяйте тормоза. В дождь и после проезда глубоких луж подсушивайте тормоза лёгкими нажатиями на педаль тормоза |

*При отпускании рычага стояночного тормоза колёса не растормаживаются.*

|  |   |
|--|---|
| После длительной стоянки автомо- биля колодки прилипли(или при- мёрзли) к барабану | Дёргая за рычаг или тросы, попытайтесь осторож- но(чтобы не сорвать тормозные накладки) провернуть колесо. Проверьте лёгкость перемещения тросов в оболочках, поршней в колёсных цилиндрах, жёсткость возвратных пружин тросов стояночного тормоза и стяжных пружин колодок.<br>При постановке машины на стоянку по возможности не затягивайте тормоз, а включайте передачу |
|--|---|

## 1.5 Обзор и анализ существующих конструкций

Одним из аналогов разрабатываемой конструкции является устройство для прокачки тормозов (пневмопривод), изображенное на рисунке 3



Рис. 3- Устройство для прокачки тормозов (пневмопривод)

Хромированное устройство, пневматическое, подходит для прокачки тормозной системы с гидравлическим приводом и сцепления, для всех автомототранспортных средств. Операция по прокачке может быть выполнена в течение нескольких минут одним человеком. Устройство выпуска воздуха из тормозной системы оборудовано упругой внутренней мембраной, которая герметично отделяет флюид, содержащийся в верхней камере, от воздуха из основной камеры (с низким давлением) - что препятствует образованию эмульсии. Кроме того, устройство оборудовано третьей резервной воздушной камерой высокого давления (8-10 бар, контролируется нижним воздушным регулятором). Это делает возможным проведение нескольких операций по прокачке с сохранением постоянного давления и не требует дополнительной подзарядки. Также подходит для прокачки систем с управлением торможением и АБС (max - при 1 бар).

Достоинство: проведение нескольких операций по прокачке тормозов с сохранением постоянного давления, а также прокачивание тормозов с системой АБС.

Недостатки: большая энергоемкость и высокая цена (299.60 Euro).

Второй аналог конструкции – BB250C прибор для прокачки тормозной си-

стемы вакуумного устройства (рис. 3.1).



Рис. 3.1: Прибор BB250C для прокачки тормозной системы

Включает основной прибор для прокачки тормозной системы BB200B и систему дозаправки BB200A-1. Встроенная система Вентури использует сжатый воздух для создания вакуума, с помощью которого прокачиваются и промываются гидравлические тормоза и сцепления. Работает на всех видах тормозных систем, мотоциклетных тормозов, гидравлических сцеплений автобусов и грузовиков, в том числе на системах с АБС и других гидравлических системах большого размера. Универсальный сливной клапан может быть присоединен к большинству стандартных систем ресайклинга. Не требует специальных выпускных адаптеров. Рабочее давление воздуха – от 5,5 до 12 бар. Потребление воздуха – 6 бар в минуту [130 л/мин]. Длина шланга – 2,5 метра. При работе с этим прибором используйте только тормозные жидкости DOT3, DOT4 или DOT5.

Не пользуйтесь никакими другими жидкостями, маслами, химикатами или растворителями.

Достоинства: мобильность в эксплуатации, покачивание тормозных систем с АБС.

Недостатки: ограниченное применение тормозных жидкостей.

Третий аналог конструкции – установка для прокачки тормозов (пневмати-

ческая) (рис. 3.2).



Рис. 3.2- Установка для прокачки тормозов (пневматическая)

Пневматические установка для прокачки тормозных систем легковых и грузовых автомобилей, включает в себя: приспособления для установки адаптеров на бачки с тормозной жидкостью, адаптеры для бачков. Комплект для прокачки тормозов на тележке с набором из 12 адаптеров для различных автомобилей; маслосборная емкость объемом 9 л. Рабочее давление воздуха составляет 2 – 4 бар, вес с тележкой 28 кг, габаритные размеры 600x500x1200 м.

Достоинства: в комплектацию входит большое число адаптеров, также можно производить замену масла.

Недостатки: большая энергоемкость.

## **2 Конструкторский раздел**

Тормозная система является системой особой важности. От ее исправного технического состояния, надежности и работоспособности зависит безопасность движения в целом на дороге, а также жизнь и здоровье каждого участника дорожного движения

На автомобилях применяется рабочая тормозная система с диагональным разделением контуров, что значительно повышает безопасность вождения. Один контур гидропривода обеспечивает работу правого переднего и левого заднего тормозных механизмов, другой – левого переднего и правого заднего.

При отказе одного из контуров рабочей тормозной системы используется второй контур, обеспечивающий остановку автомобиля с достаточной эффективностью.

Гидравлический привод тормозной системы состоит из главного цилиндра, с последовательным расположением поршней, вакуумного усилителя, двухконтурного регулятора давления задних тормозов, передних колёсных цилиндров, задних колёсных цилиндров, системы трубок и гидрошлангов.

Несмотря на высокую надежность, гидравлический привод тормозов всё же выходит из строя.

Некоторые причины неисправностей:

- износ деталей колёсных цилиндров;
- износ деталей и уплотнений главного тормозного цилиндра;
- повреждение резиновых шлангов гидропривода тормозов.

В данной выпускной квалификационной работе разрабатывается прибор для прокачивания тормозной системы с гидравлическим приводом. Основные неисправности такой системы, следующие: утечка тормозной жидкости и попадание воздуха в систему. В процессе прокачки тормозной системы прибор удаляет из системы даже самые мельчайшие вкрапления воздуха в системе.

## 2.1 Конструкция устройства для прокачки тормозной системы автомобиля

Устройство для прокачки тормозной системы автомобиля изготавливается силами предприятия. Работы по изготовлению не предполагают привлечение больших средств и высококвалифицированных кадров.

На рисунке 3.3 показан вид общий разрабатываемой конструкции.

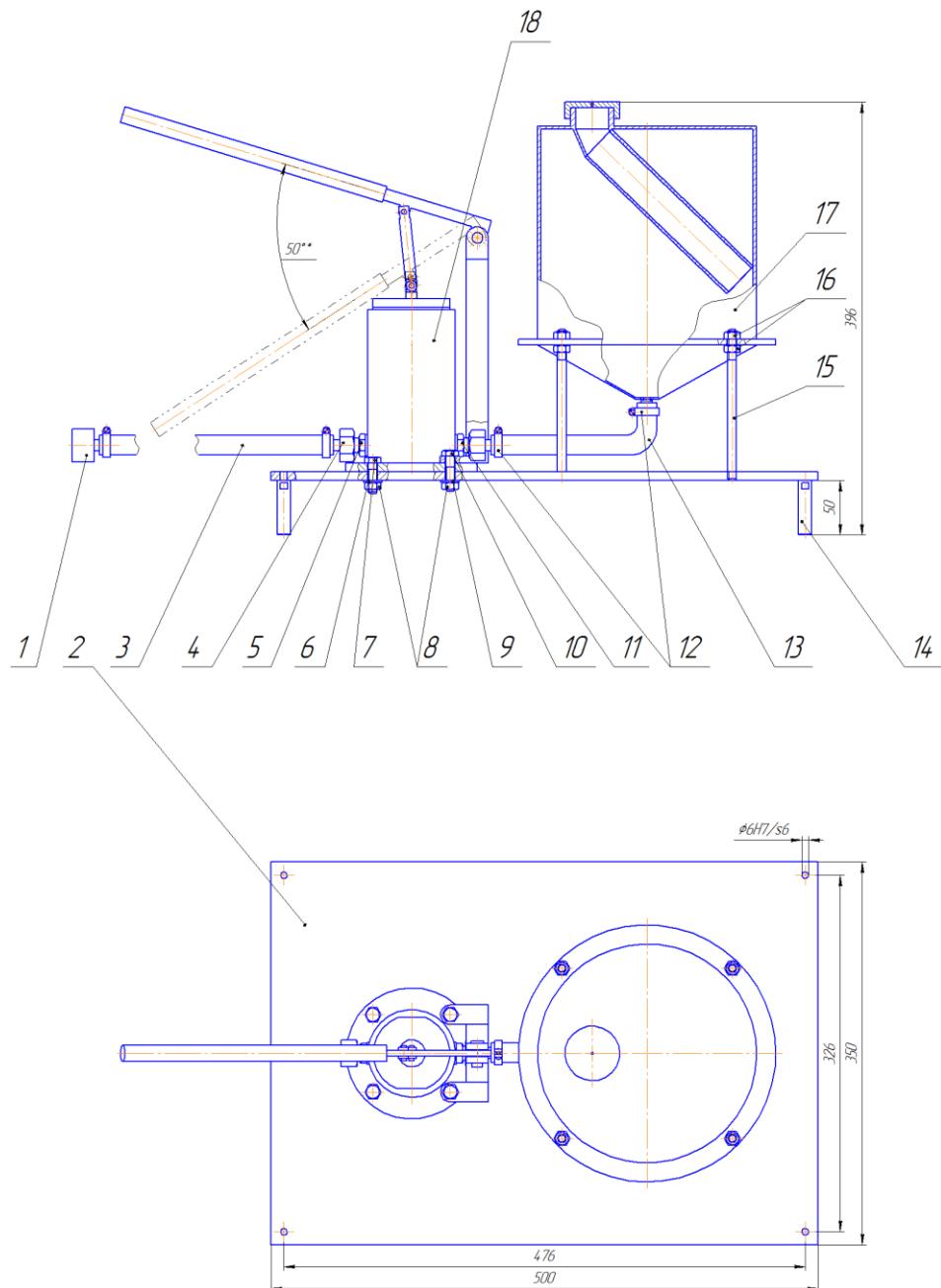


Рис. 3.3- Вид общий конструкции

1 – штуцер; 2 – корпус; 3 – патрубок выпускной; 4 – гайка; 5 – выпускной клапан; 6 – гайка; 7,10 – болт; 8 – гайка; 9 – шайба; 11 – всасывающий клапан; 12

– хомут; 13 – патрубок всасывающий; 14 – ножка; 15 – стойка; 16 – гайка крепления бака; 17 – бак; 18 – насос.

Предложенное устройство состоит из бачка для чистой тормозной жидкости 17, ручного одноплунжерного насоса оригинальной конструкции 18, всасывающего клапана 11, выпускного клапана 5, всасывающего 13 и выпускного 3 патрубков. Выпускной патрубок на конце имеет фитинг, предназначенный для соединения с бачком главного тормозного цилиндра автомобиля. Патрубки соединяются с клапанами при помощи штуцеров 1. Для плотного соединения патрубков со штуцерами предусмотрены хомуты 12.

Принцип действия устройства заключается в следующем.

Тормозная жидкость из бачка, через всасывающий патрубок подводится к всасывающему клапану. При поднимании рукоятки насоса клапан открывается, и жидкость проникает в насос. При опускании рукоятки насоса всасывающий клапан закрывается, открывается выпускной клапан, и через него жидкость проникает в выпускной патрубок. По выпускному патрубку жидкость попадает в бачок главного тормозного цилиндра и заполняет его полностью. Под действием давления, создаваемого насосом, чистая тормозная жидкость вытесняет грязную, насыщенную жидкость. Грязная жидкость выходит через предварительно открытые штуцера колесных тормозных цилиндров. От них через сливные шланги собирается в емкости для грязной тормозной жидкости.

Бачок имеет удлиненную горловину, расположенную под углом к стенкам. Такая горловина предотвращает насыщение воздухом чистой тормозной жидкости при наливе в бачок. Выпускной клапан предотвращает втягивание грязной жидкости обратно в систему.

Устройство для прокачки тормозной системы может использоваться для прокачки всей системы или одного контура.

## 2.2 Расчёты проектируемого устройства

Гидравлическая схема устройства для прокачки тормозной системы

автомобиля представлена на рисунке 3.4

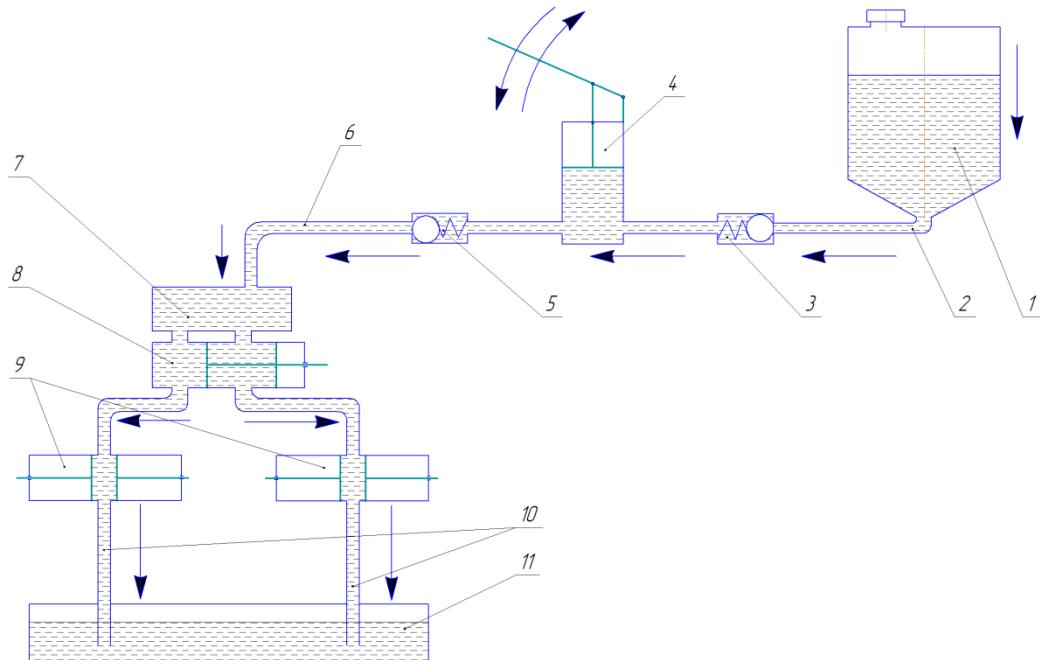


Рис. 3.4 - Гидравлическая схема прокачки тормозов

1 – бачок для чистой тормозной жидкости; 2 – всасывающий патрубок; 3 – всасывающий клапан; 4 – плунжерный насос; 5 – выпускной клапан; 6 – выпускной патрубок; 7 – бачок главного тормозного цилиндра; 8 – главный тормозной цилиндр; 9 – колесный цилиндр; 10 – сливные шланги; 11 – ёмкость для отработанной тормозной жидкости.

Исходные данные:

$P$  – давление насоса (от 0,05 до 0,25 МПа)

Расчет подачи насоса

Известно: диаметр поршня,  $d = 70$  мм и высота хода поршня 0,16 м.

$$Q = F \cdot h \cdot n ; \text{ м}^3/\text{с} \quad (3.1)$$

где  $F$  – площадь поршня;

$n$  – число движения поршня, выбираем из рекомендаций [15], для насоса поршневого типа минимальное  $n = 30-35$  дв./мин;

$h$  – длина хода поршня, м.

Площадь поршня  $F$  найдем из следующего выражения:

$$F = \pi d^2 / 4 \quad (3.2)$$

$$F = 3,14 * 0,7^2 / 4 = 0,156 \text{ м}^2$$

Следовательно:

$$Q = 0,156 \cdot 0,49 \cdot 35 = 2,6 \text{ л/мин.}$$

## 2.3 Прочностные расчеты устройства

Расчет оси насоса на жесткость.

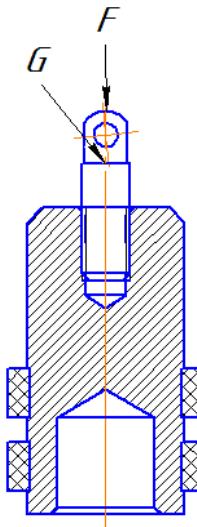


Рис. 3.5 : Схема сил, действующих на ось

Условие жесткости:

$$M_K \cdot 180^\circ / G \cdot I_P \cdot \pi \leq [\theta]; \quad (3.3)$$

где  $[\theta]$  – относительный угол закручивания;  $[\theta] = 0,5 \text{ МПа}$ ;

$G$  – модуль сдвига;  $G = 8 \cdot 10^{10} \text{ Па}$ ;

$I_P$  – инерционный момент сечения;

$I_P = \pi D^4 / 32$ , следовательно можно определить диаметр вала.

$$D \geq \sqrt[4]{\frac{32 \cdot 180 \cdot M_K}{\pi^2 \cdot G \cdot [\Theta]}}, \text{ мм} \quad (3.4)$$

соответственно:

$$D \geq \sqrt[4]{\frac{32 \cdot 180 \cdot 0,15 \cdot 10^3}{3,14^2 \cdot 8 \cdot 10^{10} \cdot 0,5}} = 0,030 \text{ м} = 30 \text{ мм.}$$

$$D = 30 \text{ мм.}$$

Принимаем больший диаметр. Диаметр вала насоса равняется 30 мм.

Расчет пружины быстродействующей муфты на прочность.

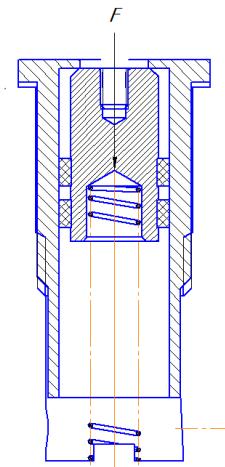


Рис. 3.6- Схема силы, действующая на пружину

Пологая, что диаметр проволоки пружины равен 1...2 мм, ориентируясь на кривую 4 графика [18] допустимое напряжение для проволоки  $[\tau] = 390$  МПа. Предположим, что сила при максимальной деформации

$$F_3 = 1,3F_2 \quad (3.5)$$

где  $F_2$  – сила пружины при рабочей деформации равная 150 Н.

$$F_3 = 1,3 \cdot 150 = 195 \text{ Н}$$

Примем индекс пружины исходя из диаметра проволоки (1...2),  $c = 4 \dots 10$ , принимаем 4. Коэффициент влияния кривизны витков [18]  $k = 1,29$ .

Вычисляем диаметр проволоки пружины по формуле:

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{k \cdot c \cdot F_3}{[\tau]}} \text{ мм}; \quad (3.6)$$

где  $k$  – коэффициент влияния кривизны равен 1,29;

$c$  – индекс пружины равен 4;

$F_3$  – сила пружины при максимальной деформации;

$[\tau]$  – допустимое напряжение.

$$d = 1,6 \sqrt{\frac{1,29 \cdot 4 \cdot 195}{390}} = 1 \text{ мм};$$

Окончательно принимаем  $d = 1$  мм

Средний диаметр пружины:

$$D = c \cdot d; \text{ мм} \quad (3.7)$$

$$D = 4 \cdot 1 = 4 \text{ мм.}$$

Наружный диаметр пружины:

$$D_H = D + d; \text{ мм} \quad (3.8)$$

$$D_H = 4 + 1 = 5 \text{ мм.}$$

Подберем пружину по ГОСТ 13766 – 68. Ближе всего подходит пружина 1<sup>го</sup> класса 1<sup>го</sup> разряда №240,  $d = 1\text{мм}$ ,  $D_H = 5 \text{ мм}$ , жесткость одного витка  $z_1 = 40 \text{ Н/мм}$  и наибольший прогиб одного витка  $f = 2,041 \text{ мм}$ .

Проверим выбранную пружину по  $z_1$  и  $f$ :

$$Z_1 = 10^3 \cdot d/c^3 \quad (3.9)$$

$$Z_1 = 10^3 \cdot 1/4^3 = 25 \text{ Н/мм}, \text{ это приемлемо.}$$

Жесткость пружины:

$$c = (F_2 - F_1)/h \quad (3.10)$$

где  $F_1$  – сила пружины при предварительной деформации  $F_1 = 80 \text{ Н}$ ;

$h$  – рабочий ход пружины,  $h = 12 \text{ мм}$ .

$$c = (150 - 80)/12 = 5 \text{ Н/мм.}$$

Определим число витков пружины:

$$n = z_1/c \quad (3.11)$$

$$n = 25 / 5 = 5$$

Определим полное число витков пружины:

$$n_1 = n + n_2 \quad (3.12)$$

где  $n_2$  – число опорных витков пружины,  $n_2 = 2$ ;

$$n_1 = 5 + 2 = 7 \text{ витков.}$$

Расчет резьбового соединения

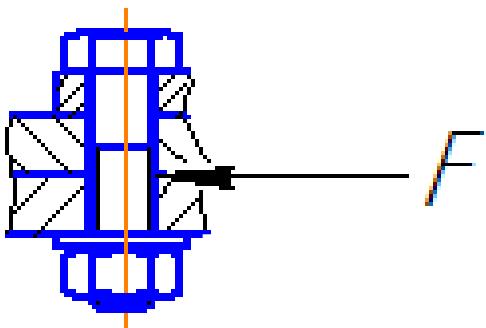


Рис. 3.7 : Схема силы, действующая на болт

Допускаемое напряжение при растяжении для болтов, поставленных в отверстие с зазором определим по формуле:

$$[\delta_p] = \delta_t / n \quad (3.13)$$

где  $\delta_t$  – предел текучести для стали Ст – 3,  $\delta_t = 225$  МПа;

$n$  – коэффициент запаса для затянутых болтов,  $n = 1,5\dots2,2$ , берем  $n = 2$ .

$$[\delta_p] = 225 / 2 = 112,5 \text{ МПа.}$$

Рассчитываем внутренний диаметр болта:

$$d_p \geq \sqrt{\frac{4\kappa_{\text{зат}} \cdot \kappa \cdot Q}{[\sigma_p] \cdot \pi \cdot Z \cdot f}}, \text{мм} \quad (3.14)$$

где  $\kappa_{\text{зат}}$  – коэффициент затяжки,  $\kappa_{\text{зат}} = 1,3$ ;

$\kappa$  – коэффициент запаса от сдвигастыка,  $\kappa = 1,2$ ;

$Z$  – число болтов,  $Z = 4$ ;

$f$  – коэффициент трения скольжения, для стали по стали в сухую,  $f = 0,11\dots0,18$ .

$$d_p \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 10^2}{3,14 \cdot 4 \cdot 0,11 \cdot 112,5}} = 9,8 \text{ мм}$$

Выбираем болт М10 с наружным диаметром 10 мм, внутренний диаметр резьбы 8,3 и шагом резьбы  $p = 1,50$  мм.

### Вывод.

В данной главе представлена конструкторская разработка . Предлагается разработать устройство для прокачки тормозов автомобилей.

В главе произведен анализ существующих конструкций, выпускаемых промышленностью. Недостатком которых является их высокая стоимость.

В главе произведены конструкторские расчеты наиболее нагруженных деталей конструкции. По результатам расчетов следует, что размеры и выбранный материал деталей конструкции соответствует условиям прочности.

### 3 Экономический раздел

В данной курсовой работе разрабатывается прибор для прокачивания тормозной системы с гидравлическим приводом.

Устройство для прокачки тормозной системы автомобиля изготавливается силами предприятия. Работы по изготовлению не предполагают привлечение больших средств и высококвалифицированных кадров.

Данное устройство позволит повысить эффективность проведения технического обслуживания в ООО «Азия».

Для изготовления конструкторской разработки необходимы покупные агрегаты, узлы и изделия, а также материалы, которые представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 - Стоимость машин, агрегатов и узлов, Сп.у.

| Наименование                     | Количество, шт. | Стоимость единицы, руб. | Сумма, руб. |
|----------------------------------|-----------------|-------------------------|-------------|
| Болт M8x22 ГОСТ 7796-70          | 4шт.            | 15,0                    | 60,0        |
| Болт M8x70 ГОСТ 7796-70          | 4 шт.           | 18,0                    | 72,0        |
| Гайка М8 ГОСТ 5916-70            | 8 шт.           | 5,0                     | 40,0        |
| Шайба 8.65Л ГОСТ 640270          | 8 шт.           | 3,0                     | 24,0        |
| Рукав МБС напорный ГОСТ 10362-76 | 10 м.           | 80,0                    | 800,0       |
| Хомут                            | 4 шт.           | 20,0                    | 80,0        |
| Итого                            |                 |                         | 1076,0      |

Для изготовления конструкции применяются следующие материалы для изготовления деталей (см. табл. 5.2).

Таблица 5.2 - Стоимость приобретаемых материалов, Смі

| Наименование  | Количество, кг (шт.) | Стоимость единицы, руб/кг (руб/шт.) | Сумма, руб. |
|---|----------------------|-------------------------------------|-------------|
| Лист <u>В3 ГОСТ 19904-90</u><br>Лист <u>ОК400В ГОСТ 16523-97</u>  | 1,0 кг.              | 45,5                                | 45,5        |
| Лист <u>В10 ГОСТ 19904-90</u><br>Лист <u>ОК400В ГОСТ 16523-97</u> | 3,0 кг.              | 65,2                                | 195,6       |
| Круг <u>В34ГОСТ2591-91</u><br>Круг <u>Ст3пс ГОСТ 14736-89</u>     | 1,0 кг.              | 56,4                                | 56,4        |

|  |         |      |       |
|--|---------|------|-------|
| <u>В10ГОСТ2591-91</u><br>Круг <u>Ст3пс ГОСТ 14736-89</u> | 2,0 кг. | 47,5 | 95,0  |
| <u>В70ГОСТ2591-91</u><br>Круг <u>Ст3пс ГОСТ 14736-89</u> | 2,0 кг. | 63,7 | 127,4 |
| Итого  |         |      | 520,0 |

Трудоёмкость работ на изготовление конструкторской разработки, а также стоимость проведения работ представлены в табл. 5.3.

Расчет трудоемкости работ по изготовлению конструкции производится по следующим формулам:

Токарные работы:

$$T_{н}=T_о+T_в+T_{доп}+(T_{пз}/nшт)+T_{тех}+T_{орг}+T_{отд}+T_{л.н}, \text{ ч.} \quad (5.1)$$

где  $T_о$  – основное время на станочные работы, мин;

$T_в$  – основное время для проведения токарных работ, мин;

$T_{доп}$  – вспомогательное время на проведение токарных работ, мин;

$T_{пз}$  – подготовительно-заключительное время на проведение токарных работ, мин;

$nшт$  – количество деталей обрабатываемых одновременно;

$T_{тех}$  – время на техническое обслуживание, мин;

$T_{орг}$  – время на организации труда, на рабочем месте, мин;

$T_{отд}$  – время на отдых, мин;

$T_{л.н}$  – время на личные нужды, мин;

$$T_{н}= 48+25+15+(15/1)+45+15+45+25= 3,8 \text{ ч.}$$

### Слесарные разметочные работы.

$$T_{пр}= T_{оп}(1+Kо/100), \text{ч.} \quad (5.2)$$

где  $T_{оп}$  – оперативное время на выполнение слесарных работ;

$Kо$  – коэффициент, учитывающий процентное отношение к оперативному времени, подготовительно-заключительному времени и организационно технологического рабочего места, время на отдых и личные нужды. Величину  $T_{оп}$

находят по нормативным таблицам в зависимости от сложности работ.

$$T_{\text{пр}} = 16 \cdot (1 + 2,5/100) = 1 \text{ ч.}$$

Сверлильные работы.

Норму времени на выполнение сверлильных работ определяют по формуле:

$$T_H = \frac{T_0 + T_{B_1} + T_{\text{доп}} + T_{\text{изз}}}{P}, \text{ч} \quad (5.3)$$

где  $T_0$  – основное время, мин;

$T_{B_1}$  – вспомогательное время, мин;

$T_{\text{доп}}$  – дополнительное время, мин;

$T_{\text{изз}}$  – изготавливо-заключительное время, мин;

$P$  – количество деталей в партии, шт.

$$T_H = \frac{19 + 16 + 6 + 6}{6} = 7,8, \text{ч.}$$

Данные для таблицы были взяты из: З.В.Сергеев. Справочник нормировщика/ З.В.Сергеев, Г.Т.Химченко – М: Россельхозиздат, 1983 – 367с.

Таблица 5.3 - Расчет трудоемкости на изготовление конструкции.

| Наименование работ     | Трудоёмкость, чел*час | Разряд работ | Часовая тарифная ставка. С <sub>ч</sub> р/ч | Стоимость работ. р. |
|------------------------|-----------------------|--------------|---|---------------------|
| Слесарно - разметочные | 1,0                   | 6            | 72,2  | 72,2                |
| Токарные               | 3,8                   | 5            | 64,2  | 244,0               |
| Сверлильные            | 7,8                   | 5            | 59,2  | 461,8               |
| Всего                  |                       |              |   | 778,0               |

Заработную плату производственным рабочим за выполнение работ определяют по формуле

$$С_и.д.1 = T_{H1} \cdot С_ч1 \cdot K_1, \text{ руб}, \quad (5.4)$$

где  $T_{H1}$  – норма времени на выполнение работ, ч;

$С_ч1$  – часовая тарифная ставка рабочего, руб/ч;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий доплаты к основной заработной плате (районный, северный )  $K_1 = 25\%$ .

Тогда заработка плата на изготовление конструкции с учетом районного

коэффициента:

$$\text{Си.д.}_1 = 778 \cdot 1,25 = 972,5 \text{ руб},$$

Отчисления на социальные нужды определяют по формуле

$$O_{c.h.} = \frac{H_{c.h.}}{100} \cdot C_{u\partial}, \text{ руб.}, \quad (5.5)$$

где Сид – суммарная заработка плата, руб. (из табл. 5.4);

Нс.н. – норматив отчислений на социальные нужды, %.

Данный норматив Нс.н. определяют по формуле:

$$\text{Нс.н.} = \text{Несн} + \text{Нтр}, \%, \quad (5.6)$$

где Несн – норматив отчислений по единому социальному налогу, в соответствии с Налоговым кодексом РФ, ст. 241, для сельскохозяйственных товаропроизводителей равен 26,1% и состоит из следующих отчислений

$$\text{Несн} = \text{Оп} + \text{Ом} + \text{Ос}, \%, \quad (5.7)$$

где Оп – норматив отчислений в пенсионный фонд, Оп = 20,6%;

Ом – норма отчислений в фонд обязательного медицинского страхования,

Ом = 2,6%;

Ос – норма отчислений в фонд социального страхования, Ос = 2,9%;

Нтр – норматив отчислений по шкале возможного риска травматизма. Для растениеводства Нтр = 1,7%.

$$\text{Несн} = 20,6 + 2,6 + 2,9 + 1,7 = 27,8\%,$$

Подставляя цифровые значения в формулу (5.10), получаем отчисления на социальные нужды.

$$O_{c.h.} = \frac{27,8}{100} \cdot 972,5 \text{ руб.}$$

### **Расходы на электроэнергию.**

Расходы на электроэнергию при работе станков, Сэ.с., определяют по формуле:

$$C_{e.c.} = \sum_{i=1}^n N_i t_i \cdot U_e, \text{ руб}, \quad (5.8)$$

где  $N_i$  – мощность станков,  $N_i = 11,5 \text{ кВт}$ ;

$t_i$  – время работы станка,  $t_i = 11,6 \text{ ч}$ ;

$\text{ЦЭ}$  – цена электроэнергии за 1 кВт/ч,  $\text{ЦЭ} = 2,68$  руб;

$n$  – количество станков,  $n = 2$  шт.

$$C_{\text{з.с.}} = \sum_{i=1}^2 11,5 \cdot 11,6 \cdot 2,68 = 357,5 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовления можно определить по формуле:

$$\text{Сп.к.р.} = \text{Ск.д.} + \text{Со.д.} + \text{Сп.у.} + \text{Сс.к.} + \text{Ос.н.} + \text{СЭ}, \text{ руб.}, \quad (5.9)$$

где Ск.д – стоимость корпусных деталей, руб;

Со.д. – затраты на изготовление оригинальных деталей, руб;

Сп.у. – стоимость покупных машин, агрегатов и узлов, руб. (см. табл. 5.1);

Сс.к. – затраты на сборку конструкции, руб.;

Ос.н. – отчисления на социальные нужды, руб.;

СЭ. – затраты на электроэнергию, руб.

$$\text{Сп.к.р.} = 1076,0 + 520,0 + 972,5 + 270,3 + 357,5 = 3196,3 \text{ руб.}$$

Если учитываются общехозяйственные расходы, то необходимо применять коэффициент, учитывающий эти расходы,  $\text{Кохр} = 30 - 80\%$ .

Тогда полная стоимость конструкторской разработки будет равна:

$$C = \text{Сп.к.р.} + \text{Зохр}, \text{ руб.} \quad (5.10)$$

$$C = 3196,3 + 2557 = 5753,3 \text{ руб.}$$

Затраты на изготовление конструкции сводим в таблицу 5.4.

Таблица 5.4 – Статьи затрат на изготовление проектируемой конструкторской разработки.

| Наименование затрат                 | Сумма затрат, руб. |
|-------------------------------------|--------------------|
| Стоимость машин, агрегатов, узлов   | 1076,0             |
| Стоимость материалов                | 520,0              |
| Фонд оплаты труда (заработка плата) | 972,5              |
| Отчисления на социальные нужды      | 270,3              |
| Стоимость электроэнергии            | 357,5              |
| Общехозяйственные расходы           | 2557,0             |
| Итого:                              | 5753,3             |

Если сравнивать с аналогичной конструкцией, выпускаемой промышлен-

ностью,(источник

<http://garagetools.ru/categories/utroystva-prokachki-tormozov/products>,

стоимость оборудования составляет от 7000 до 23220 рублей с разработанным и изготовленным устройством в условиях предприятии, то доход от внедрения конструкции составит:

$$\Pi = \Delta - C, \text{ руб.} \quad (5.11)$$

где  $\Delta$  – капиталовложения на приобретенную аналогичную конструкцию, рублей,

$$\Delta = 23220,0 \text{ р.;}$$

$$C – \text{стоимость конструкции } C = 5753,3 \text{ р.}$$

$$\Pi = 23220,0 - 5753,3 = 17466,7 \text{ р.}$$

Окупаемость  $Q$  изготовленной и внедренной проектируемой конструкторской разработки определяют по формуле

$$Q = \frac{C}{\Pi}, \text{ лет.} \quad (5.12)$$

$$Q = \frac{5753,3}{17466,7} = 0,3, \text{ лет.}$$

Вывод.

Стоимость конструкции составит 5753,3 рублей. Экономическая выгода от разработки составляет 17466,7 рублей, по отношению к стандартному изделию подобного типа. Окупаемость конструкторской разработки составляет 0,3 года.

## Заключение

В результате анализа существующих конструкций и в ходе выполнения курсовой работы спроектирована альтернативная конструкция для прокачивания тормозной системы. Также было освещено устройство и частые неисправности тормозных систем. Новая конструкция проверена на прочностные качества и приведена средняя стоимость её производства. Следует отметить, что техническое обслуживание и ремонт тормозных систем играют важную роль в безопасности людей, так как неисправная тормозная система зачастую является причиной дорожно-транспортного происшествия

## **Список литературы**

1. Анульев В.И. Справочник конструктора машиностроителя. 1 т.-М.: «Машиностроение»., 1982–730 с.
2. Блынский Ю.Н. Дипломное проектирование: Методическое указание. – Новосибирск, 2003.
3. Башта Т.М. Гидравлика, гидравлические машины и гидравлические приводы. ., «Машиностроение», 1970, 504 стр.
4. Иофинов С.А. Справочник по эксплуатации машинно-тракторного парка.-М.: Агропромиздат,1985.
5. Использование техники в технологических процессах растениеводства: Методическое указание по курсовому проектированию./ гос. аграр. ун-т Инж. инт; Сост.: Ю.Н. Блынский, В.С. Кемелев–Новосибирск, 2006–28с.
6. Оборудование по ремонту сельскохозяйственной техники. Справочник/Сост. Козлов Ю.С. – М.: Россельхозиздат, 1987.
7. Охрана труда/ Ф.М. Канаев, В.В. Бугаевский, М.А. Пережогин и др.; Под ред. Ф.М. Канарева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1988. – 351 с.: ил. – (Учебники и учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений).
8. Практикум по эксплуатации машинно–тракторного парка / Под. ред. Ю.Н. Блынского; Новосиб. гос. аграр. ун-т. Инж. ин-т. – Новосибирск, 2008. – 263 с.
9. Проектирование ремонтных предприятий в сельском хозяйстве. Составитель: к.т.н. М.А. Анфиногенов. Новосибирск 2000.
10. Раздел «Безопасность жизнедеятельности» в дипломных проектах по инженерным специальностям: Методическое пособие / Сост.: В.А. Патрин, Е.Я. Баринов, И.И. Бузов; /Новосиб. гос. аграр. ун-т; Инж. ин-т. – Новосибирск, 2006. – 34 с.
11. Ремонт тракторов и автомобилей. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980.–335 с., ил.–(Учебник и учеб. пособия для подгот. кадров массовых профессий).

12. Сарбаев В.И. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей: механизация и экологическая безопасность производственных процессов/ Серия «Учебники, учебные пособия». – Ростов н/Д : «Феникс», 2004. – 448 с.
13. В.А. Аллилуев, Техническая эксплуатация машинно-тракторного парка 1991. – 367 с.: ил. – (Учебник и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений).
14. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве: Учебник для нач. проф. образования В.В. Курчаткин, В.М. Тараторкин, А.Н. Батищев и др.; Под редакцией В.В. Курчаткина. // М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 464 с.
15. Черкасский В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры. Учебник для теплоэнергетических специальностей вузов. М., «Энергия», 1977.
16. Экономическое обоснование инженерных решений в дипломных проектах: Методические рекомендации / Новосиб. гос. аграр. ун-т, Инженер. ин-т; Сост. Т.И. Пивовара. – Новосибирск, 2002, - 24 с.
17. Шибков А.А. Сопротивление материалов: Учебное пособие для самостоятельной работы. – Новосибирск, 2002.
18. Шибков А.А., . Сопротивление материалов: Справочные данные для прочностных расчетов. – Новосибирск 2002.
19. Лянденбурский, В.В. Основы научных исследований: учебное пособие /В.В.Лянденбурский, А.В. Баженов, В.В. Коновалов.- Пенза: ПГУАС.-2011.-248 с.