

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**  
**Институт механизации и технического сервиса**

Направление 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических  
машин и комплексов

## Профиль Автомобиля и автомобильное хозяйство

Кафедра Эксплуатация и ремонт машин

## ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

**на соискание квалификации (степени) «бакалавр»**

Тема: Проектирование пункта технического обслуживания грузовых автомобилей с разработкой стенда для диагностики гидроусилителя руля

Шифр ВКР 23.03.03.299.18.00.00.00.ПЗ

Студент группы 3361 \_\_\_\_\_ Бурмистров Е.А.  
подпись Ф.И.О.

Руководитель \_\_\_\_\_ Вафин Н.Ф.  
ученое звание \_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_ Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите  
(протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.)

Зав. кафедрой профессор \_\_\_\_\_ Адигамов Н.Р.  
ученое звание \_\_\_\_\_ подпись \_\_\_\_\_ Ф.И.О.

**Казань – 2018 г.**

**ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет**  
**Институт механизации и технического сервиса**

Направление 23.03.03 - Эксплуатация транспортно-технологических  
машин и комплексов

Профиль Автомобили и автомобильное хозяйство

Кафедра Эксплуатация и ремонт машин

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на выпускную квалификационную работу**

Студента Бурмистров Евгений Александрович

Тема ВКР Проектирование пункта технического обслуживания грузовых автомобилей с разработкой стенда для диагностики гидроусилителя руля

утверждена приказом по вузу от « \_\_\_\_\_ » мая 2018 г. № \_\_\_\_\_

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР \_\_\_\_\_ мая 2018 г.

2. Исходные данные Материалы преддипломной практики, техническая и научная литература, патенты на изобретения и т.д

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Перечень подлежащих разработке вопросов 1. Обзор существующих конструкций стендов для диагностики ГУР; 2. Технологические расчеты; 3. Охрана труда и техника безопасности; 4. Проектная часть

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Перечень графических материалов \_\_\_\_\_

Лист 1 – ПнкТ ТО автомобилей

Лист 2 – План-график ТО автомобилей

Лист 3 – Классификация средств диагностики автомобилей

Листы 4, 5 – Сборочные и рабочие чертежи конструкции

Лист 6 – Техничко-экономические показатели эффективности конструкции

5. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Конструктивная часть	

6. Дата выдачи задания 23 мая 2018 года

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Анализ состояния вопроса	25.05.2018г.	
2	Технологическая часть	30.05.2018г.	
3	Проектная часть	20.06.2018г.	
4	Оформление ВКР	21.06.2018г.	

Студент \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_)

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_)

### АННОТАЦИЯ

на выпускную квалификационную работу Бурмистрова Евгения  
Александровича на тему «Проектирование пункта технического

обслуживания грузовых автомобилей с разработкой стенда для  
диагностики гидроусилителя руля»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на \_\_\_\_ листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата A1.

Пояснительная записка состоит из введения, 3 разделов, вывода и включает \_\_\_\_ рисунков, \_\_\_\_ таблиц, список использованной литературы содержит \_\_\_\_ наименований.

В первом разделе пояснительной записки рассматривается обзор существующих конструкций стендов для диагностики гидроусилителя руля грузовых автомобилей.

Второй раздел пояснительной записки содержит технологические расчеты по организации и планированию технического обслуживания автомобилей, проектированию пункта технического обслуживания, а также рассматриваются требования охраны труда.

В третьем разделе пояснительной записки приводится назначение и описание принципа работы разработанного стенда для диагностики ГУР, а также расчеты по определению параметров стенда, в этом же разделе произведен расчет технико-экономических показателей конструкции стенда.

Пояснительная записка заканчивается выводом.

## ABSTRACT

on graduation qualification work Burmistrova Eugenia Alexandrovich on the theme "Designing a point of maintenance of trucks with the development of a booth for the diagnosis of power steering"

Graduation qualification work consists of an explanatory note on \_\_\_\_ sheets of typewritten text and a graphic part on 6 sheets of the A1 format.

The explanatory note consists of an introduction, 3 sections, an output and includes \_\_\_\_ figures, \_\_\_\_ tables, the list of used literature contains \_\_\_\_ titles.

In the first section of the explanatory note, a review of the existing booth designs for the diagnostics of the power steering of trucks is considered.

The second section of the explanatory note contains technological calculations for the organization and planning of vehicle maintenance, the design of the maintenance point, and the requirements for labor protection.

In the third section of the explanatory note, the purpose and description of the principle of operation of the stand developed for the diagnosis of the GUR, as well as calculations for determining the parameters of the stand, are given, in this section the calculation of the technical and economic parameters of the stand construction is made.

The explanatory note ends with a conclusion.

## **СОДЕРЖАНИЕ**

	стр.
<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>8</b>
 <b>1 ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СТЕНДОВ</b>	
<b>    ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ГИДРОУСИЛИТЕЛЯ РУЛЯ.....</b>	<b>10</b>
 <b>2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....</b>	<b>16</b>
2.1 Выбор метода технического обслуживания автомобилей.....	16
2.2 Планирование технического обслуживания автомобилей.....	17
2.2.1 Расчет количества технического обслуживания	
автомобилей.....	17
2.2.2 Расчет трудоемкости технического обслуживания.....	20
2.2.3 Расчет количества мастеров-наладчиков.....	23
2.2.4 Определение площади поста ТО.....	24
2.3 Технология технического обслуживания.....	25
2.4 Общие требования безопасности.....	28
2.5 Требования безопасности перед началом работы.....	30
2.6 Требования безопасности во время работы.....	31
2.7 Требования безопасности в аварийных ситуациях.....	31
2.8 Требования безопасности по окончании работы.....	32

2.9 Производственная гимнастика.....	34
2.9.1 Физическая культура в режиме рабочего дня.....	34
2.9.2 Производственная гимнастика.....	35
<b>3 КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА.....</b>	<b>36</b>
3.1 Обоснование темы конструкторской разработки .....	36
3.2 Устройство и принцип действия конструкции .....	38
3.3 Конструктивные расчеты.....	43
3.3.1 Расчёт гидропривода силового цилиндра ГУР .....	43
3.3.2 Произведем расчет болтового соединения .....	47
3.3.3 Расчет сварного соединения .....	49
3.3.4 Расчёт штифта опоры.....	50
3.4 Экономическое обоснование конструкции.....	50
3.4.1 Расчет массы и стоимости конструкции.....	50
3.4.2 Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции.....	53
<b>ВЫВОДЫ.....</b>	<b>59</b>
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....</b>	<b>60</b>
<b>СПЕЦИФИКАЦИИ.....</b>	<b>62</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт играет существенную роль в транспортном комплексе страны, регулярно обслуживает почти 3 млн. предприятий и организаций всех форм собственности, крестьянских и фермерских хозяйств и предпринимателей, а также населения страны. Грузооборот

автомобильного транспорта на сегодняшний день составляет 35 % от общего грузооборота и неуклонно возрастает. Согласно оценкам, вклад автомобильного транспорта в перевозке грузов составляет 75...77 %, а пассажиров (без индивидуального легкового) 53...55 %. Вот почему для эффективной работы подвижного состава и предупреждения неисправности необходимо качественное и своевременное техническое обслуживание и диагностика.

Поддержание автомобилей в технически исправном состоянии в значительной степени зависит от уровня развития и условия функционирования производственно-технической базы предприятий автомобильного транспорта, представляющей собой совокупность зданий, сооружений, оборудования, оснастки и инструмента, предназначенных для технического обслуживания, текущего ремонта и хранения подвижного состава. При этом следует отметить, что вклад производственно-технической базы в эффективность технической эксплуатации автомобилей достаточно высок и оценивается в 18-19%.

Целью автомобильного транспорта как сектора транспортного комплекса страны является удовлетворение потребности экономики и населения страны в грузовых и пассажирских перевозках при минимальных затратах всех видов ресурсов. Для этого требуется поддержание автомобилей в технически исправном состоянии.

Не менее важным является задача повышения эффективности работы подвижного состава. Одним из методов решения этой проблемы является своевременное и качественное проведение технического обслуживания и ремонта автомобилей. Для чего необходимо внедрение новых прогрессивных методов ремонта автомобилей, современных систем диагностирования. Что позволит точнее определять техническое состояние автомобиля, качественнее проводить ТО и ТР, уменьшить расходы на запасные части.

Конструкторская часть ВКР предусматривает разработку стенда для диагностики гидроусилителя руля (ГУР) грузовых автомобилей. Внедрение

стенда позволит облегчить труд рабочих и в конечном итоге снизить время простоя автомобиля в ремонте.

В экономической части ВКР устанавливается размер капитальных вложений, рассчитываются эксплуатационные затраты, определяются показатели экономической эффективности проектируемого стенда по диагностики ГУР.

## 1 ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СТЕНДОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ГИДРОУСИЛИТЕЛЯ РУЛЯ

Составные части рулевого управления с гидроусилителем тестируют как в сборе, так и по отдельности.

Собранный насос гидроусилителя рулевого управления испытывают на стенде (рисунок 1).

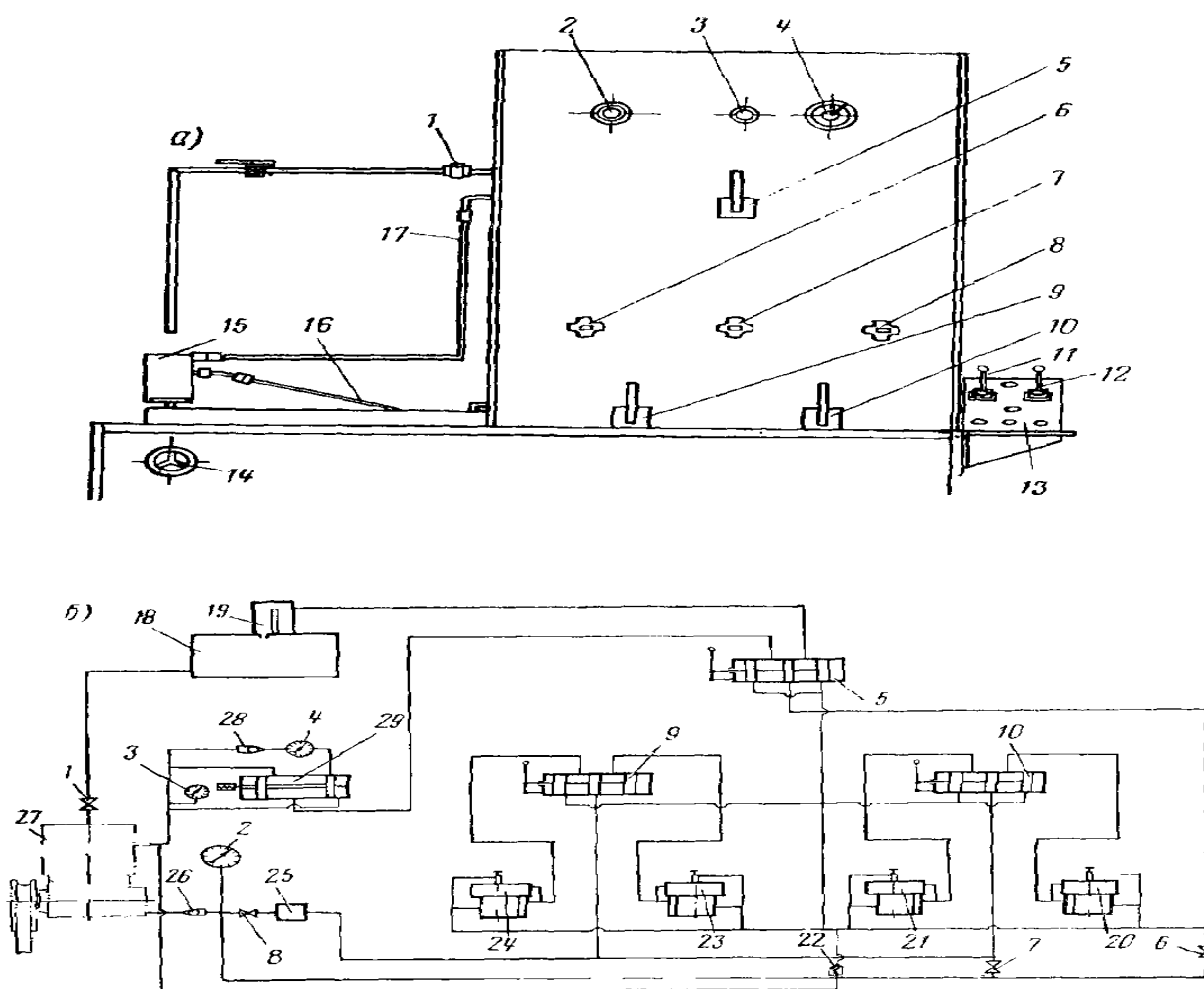




Рисунок 1 – Стенд для испытания насоса гидроусилителя рулевого управления: *а* — общий вид; *б* — гидравлическая схема.

При испытании насоса применяют масло ВНИИНП-1 (ВТУ НП-78—60), нагретое до температуры  $45^{\circ}$ — $56^{\circ}$  С. Режим приработки насоса гидравлического усилителя рулевого управления устанавливают в соответствии с номинальными значениями. Для приработки испытуемый насос устанавливают на узел 15 стенда, соединяют его приводным клиновидным ремнем с электродвигателем, обеспечив требуемое натяжение ремня вращением маховика 14. Заполняют маслосборный бак 18 маслом, для подогрева и охлаждения которого используют маслоохладитель.

Рассмотрим другой стенд (рисунок 2) – стенд СГУ

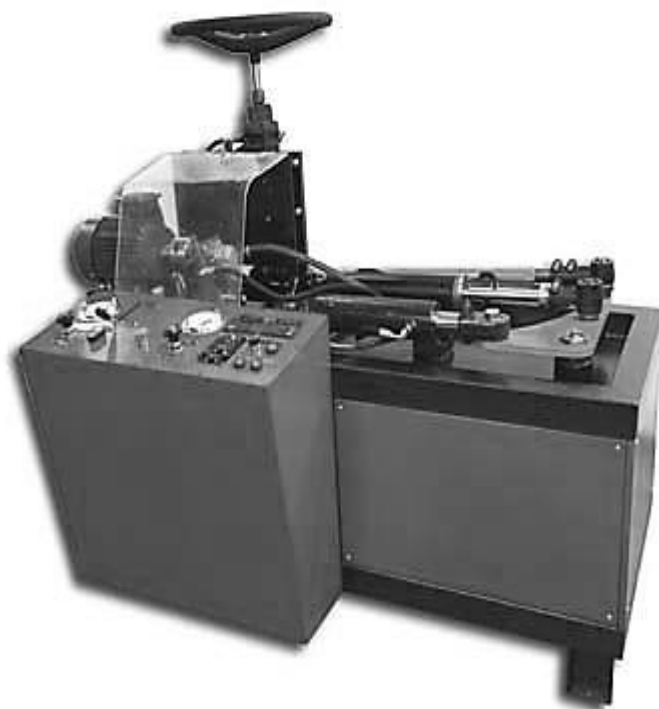
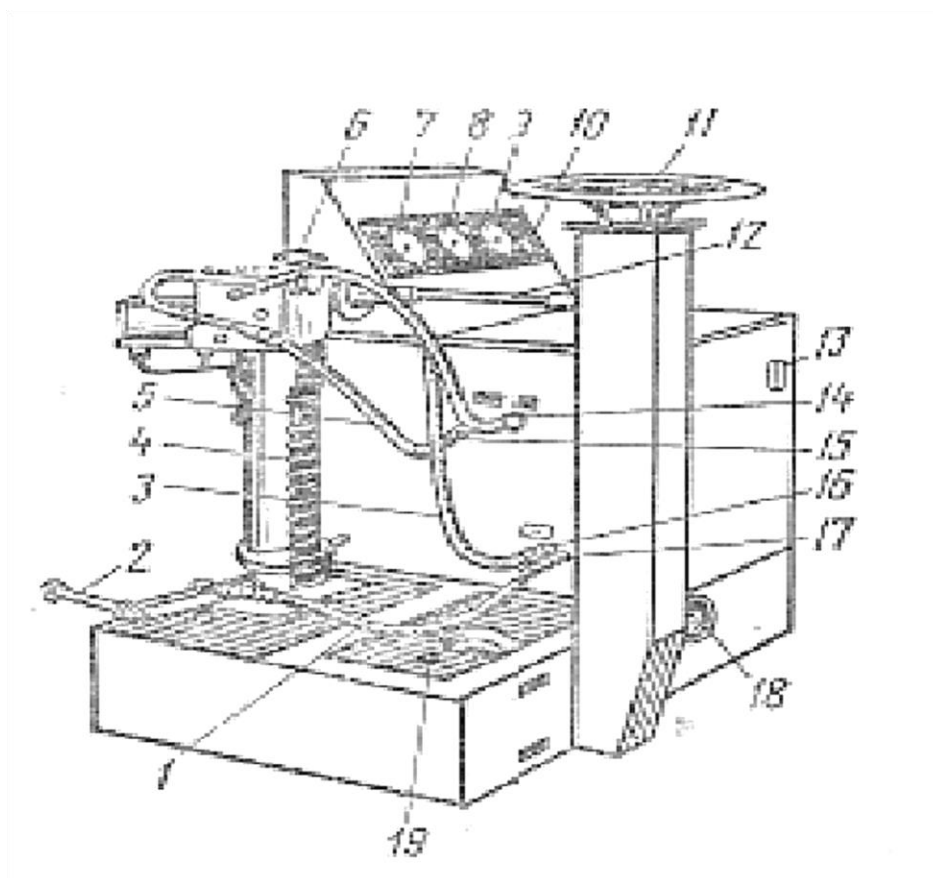


Рисунок 2 – стенд СГУ

Стенд СГУ позволяет проводить испытания гидравлических усилителей рулей (ГУР) и их насосов, имитируя силовое воздействие на гидроусилитель со стороны управляемых колес во всем рабочем диапазоне частоты вращения привода его гидронасоса. В качестве параметров

технического состояния контролируются: люфт и усилие поворота рулевого колеса, давление, расход и температура рабочей жидкости, подводимой к гидроусилителю, расход рабочей жидкости на выходе с гидроусилителя, частоту вращения вала привода насоса гидроусилителя.

Рассмотрим стенд КИ-4896. Он предназначен для испытаний ГУР тракторов, но может быть использован для испытания ГУР и автомобилей. А так же, для элементарных испытаний элементов системы ГУР (см. рисунок 3).



1, 3, 5, 6 - шланги; 2 - рычаг зажима; 4 - гидроусилитель; 7, 8, 9 – манометры; 10 - термометр; 11 - колесо динамометрического устройства; 12 - карданный вал; 13 - кнопочная станция; 14, 15, 16, 17, 19 - штуцера стенда; 18 - рычаг переключения насоса стенда.

Рисунок 3 – Стенд КИ-4896

Рассмотрим операции проведения испытаний ГУР на стенде КИ-4896:

1. Установить специальный фланец на поворотный вал гидроусилителя руля (ГУР). Шлангами 1, 3, 5 и 6 соединить штуцера 17 «Подпор МТЗ», 16 «От насоса», 15 «Подпор» и 14 «Отвод» стенда соответственно с всасывающим маслопроводом, подводящим маслопроводом, корпусом распределителя и маслопроводом слива ГУР. Карданным валом 12 соединить червяк ГУР с валом механизма динамометрического руля стенда.

2. Вывести из зацепления рейку нагрузочного устройства, расфиксировать колесо 11 и, вращая его рукой от упора до упора, определить по верхней шкале динамометрического руля усилие на ободу колеса без нагрузки.

3. Стопорными эксцентриками стенда закрепить поворотный вал ГУР таким образом, чтобы колесо 11 заняло среднее положение. Провернуть колесо 11 сначала с усилием 10... 15 Н, а затем 45... 55 Н и каждый раз по нижней шкале динамометрического руля снимать показания бокового зазора в зацеплении червяк — сектор.

4. Колесом 11 перевести золотник ГУР в нейтральное положение. Кран 18 стенда установить в положение «Бак», кнопочной станцией 13 включить стенд и заполнить бак ГУР маслом. После заполнения бака маслом и прогрева его до температуры 50...60 °С переключить рычаг 18 в положение «МТЗ» и по манометру 7 низкого давления проверить давление масла на входе в гидроусилитель при нейтральном положении золотника.

5. Вращая колесо 11 от упора до упора, по верхней шкале динамометрического руля определить прилагаемое усилие на ободу колеса и по манометру 7 давление на входе в гидроусилитель, когда золотник находится в крайних положениях.

6. Удерживая колесо 11 в правом крайнем положении в течение 1 мин, а затем то же время в левом крайнем положении, по манометру 8 высокого давления определить давление срабатывания предохранительного клапана. Снять с колеса 11 усилие и по тому же манометру определить

снижение давления в нагнетательной полости гидроусилителя. Одновременно проверить наличие течи масла в сопряжениях и через детали ГУР.

7. Ручкой, расположенной с обратной стороны бака станда, ввести в зацепление рейку нагрузочного устройства, Вращая колесо 11, по манометру 9 создать давление масла в нагнетательной полости, соответствующее рабочей нагрузке ГУР. При этом по верхней шкале динамометрического руля определить прилагаемое усилие на ободу колеса 11. После снятия параметров испытания ГУР колесо 11 повернуть до упора против хода часовой стрелки, Кнопочной станцией 13 выключить стенд и вывести рейку нагрузочного устройства из зацепления.

8. Отсоединить шланг 5 от штуцера 15 «Подпор» и присоединить его к штуцеру 19 бака станда. Кнопочной станцией 13 включить стенд и перекачать масло из бака ГУР в бак станда. Выключить стенд.

Рассмотрим наиболее современный стенд (рисунок 4).

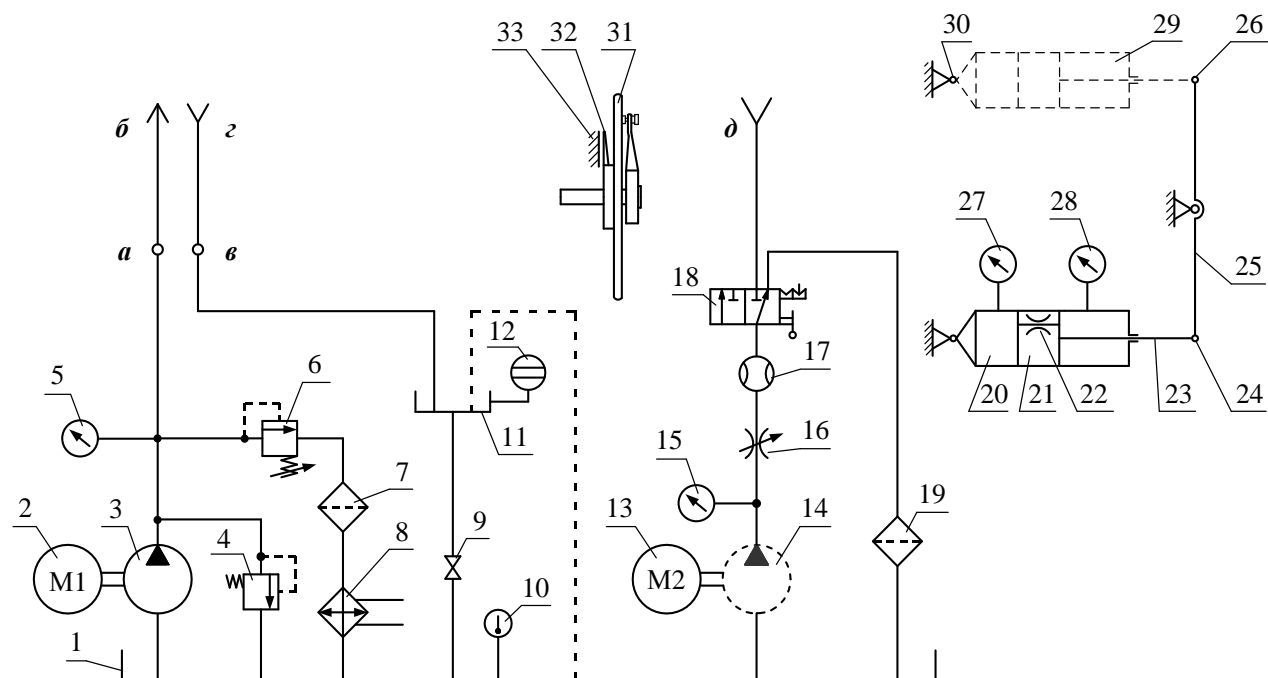
В составе станда две системы, которые объединены с общим гидравлическим баком 1. Это система для испытания гидрораспределителя, гидроцилиндра и регулятора расхода, и система, испытывающая гидроусилитель в сборе или насоса гидроусилителя. Испытываемые компоненты на рис. 3.4 показаны штриховыми линиями.

Чтобы создать необходимую нагрузку на штоке цилиндра гидроусилителя, предназначен имитатор нагрузки, который состоит из симметричного двуплечего рычага 25, вспомогательного цилиндра-нагружателя 20, гидродросселя 22 в поршне 21 цилиндра, а также манометров 27 и 28. Вспомогательный цилиндр-нагружатель 20 - это гидроцилиндр, обеспечивает постоянную нагрузку, независимо от хода штока цилиндра гидроусилителя.

Нагрузка на штоке цилиндра гидроусилителя создается с помощью дросселирования жидкости в цилиндре-нагружателе 20. Равенство расхода

через дроссель 22 помогают обеспечить равные параметры поршня и штока цилиндра 20, и цилиндра гидроусилителя 29.

Проанализировав рассмотренные конструкции, можно сказать, что существует потребность в разработке нового стенда, отвечающего требованиям действующего ГОСТа. Рассмотренные стенды, ни один, не отвечают этим требованиям. Либо он рассчитаны на одну марку испытываемого оборудования, либо не содержат один из необходимых элементов (насосную станцию), либо производительность насоса гидросистемы не отвечает требованиям.



1 – гидравлический бак; 2, 13 – электродвигатель; 3, 14 – насос; 4 – предохранительный клапан; 5, 15, 27, 28 – манометр; 6 – переливной клапан; 7, 19 – фильтр; 8 – теплообменник; 9 – вентиль; 10 – термометр; 11 – мерный бак; 12 – указатель уровня; 16 – регулируемый дроссель; 17 – расходомер; 18 – переключатель насоса; 20 – цилиндр-нагрузатель; 21 – поршень; 22 – гидродроссель; 23 – шатун; 24, 26, 30 – шарнир; 25 – рычаг; 29 – цилиндр гидроусилителя; 31 – динамометрическое колесо; 32 – указатель угла поворота; 33 – шкала; аб – рукав высокого давления; вг – рукав низкого давления.

Рисунок 4 – Гидравлическая принципиальная схема стенда для общего и поэлементного испытаний гидроусилителей рулевого управления

Прототип конструкции выбрать практически невозможно, и это не имеет никакого смысла, так как в указанном выше ГОСТ, имеются все схемы и методики. Имеет смысл, только лишь сделать стенд более современным, удобным, автоматизированным.

## **2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **2.1 Выбор метода технического обслуживания автомобилей**

Общие принципы, на которых основываются правила технического обслуживания автомобилей, заключаются в следующем:

- ТО должно быть плановым;
- эксплуатация машин без проведения работ ТО не допускается;
- правила ТО машин конкретной марки должен включать полный перечень работ, в том числе, смазочных, входящих в данный вид ТО;
- ТО должно проводиться при использовании машин по назначению планировки и хранении ее;
- отметки о проведении работ по ТО должны заноситься в формуляр машины;
- работы всех видов ТО должны проводиться согласно технологии ТО, разработанной заводом-изготовителем, конструкторско-технологическими или научно-исследовательскими учреждениями для машин конкретных марок.

На выбор метода обслуживания влияют следующие факторы:

- сменная программа по ТО данного вида;
- количество и тип подвижного состава;
- характер объема и содержание работ по данному виду ТО (постоянный или переменный);
- число рабочих постов для ТО данного вида;
- период времени, отводимый на обслуживание данного вида;
- трудоемкость обслуживания.

Организация обслуживания поточным методом (на поточной линии) возможна при следующих условиях:

- однотипном подвижном составе;
- равномерном и непрерывном поступлении автомобилей на поточную линию;
- расположение рабочих постов в технологической последовательности;
- закрепление за каждым постом определенных операций;
- одинаковой продолжительности операций на всех рабочих местах каждого поста.

Основанием для перехода на поток служит расчет числа специализированных постов. Принято также считать, что переход на поток целесообразен при следующих условиях:

- а) число однотипных обслуживаемых автомобилей для ЕТО не менее 50, для ТО-1 не менее 100, для ТО-2 не менее 300;
- б) минимальный такт для ЕТО - 2 мин, для ТО-1 - 10 мин, для ТО-2 - 40 мин.

Однако главным условием перевода ТО автомобилей на поток является стабильность сменной программы линии.

Основным затруднением применения поточной линии при ТО автомобилей является нестабильность трудоемкости обслуживания и сменной программы, вызываемая нерегулярным поступлением автомобилей на обслуживание, разномарочность обслуживаемого парка. Поэтому, несмотря на большую перспективность поточного метода обслуживания, здесь более целесообразным может оказаться тупиковый метод обслуживания. Для участка ТО автотранспортного цеха принят тупиковый метод ТО на универсальных постах.

## **2.2 Планирование технического обслуживания автомобилей**

### **2.2.1 Расчет количества технического обслуживания автомобилей**

Цель планирования ТО - установить число ТО машин, трудозатраты и численность рабочих, а также определить потребность в материальных и денежных средствах.

Эффективность ТО автомобилей зависит, как от количества, так и от своевременности проведения работ.

Например, если автомобиль смазывать нерегулярно, то старая пластическая смазка закоксуывается, и поверхности трущихся пар подвергаются коррозии. Такие сочетания при следующей подаче смазки не смазываются или смазка попадает только на часть поверхности. В дальнейшем такие сопряжения выходят из строя.

Действующими положениями устанавливается проведение ТО через определенный пробег автомобиля. Значения пробега между ТО принимаются, учитывая условия эксплуатации подвижного состава.

Наиболее приемлемый способ ТО является графический способ. При графическом способе общее количество ТО и Р на планируемый период определяют построением контрольного плана-графика, используя метод линейной диаграммы.

Строится шкала чередования ТО и ремонтов автомобилей. Проводится линия, для каждой марки автомобилей, длина которой соответствует в масштабе пробегу в километрах до капитального ремонта этой марки автомобиля. На эту линию наносятся, в этом же масштабе, номера ТО и их чередование.

В таблице против каждого автомобиля, в принятых для шкалы ТО и ремонта масштабе и единицах периодичности, наносится ленточная диаграмма длиной, равной плановому пробегу, с началом от линии отсчета для новых или после капитального ремонта автомобилей. Для автомобилей, бывших в эксплуатации начало ленточной линии должно отстоять от линии отсчета на величину пробега от последнего капитального ремонта или начала эксплуатации. Проецируя ленточную



диаграмму на соответствующую марку автомобиля шкалу периодичности, находят количество ТО и ремонта. Результаты расчетов заносят в соответствующие графы план - графики. План ТО и ремонта по месяцам составляется на все автомобили по их государственным номерам. Для этого на ленточную линию наносится в принятых единицах измерения плановой пробег за каждый месяц, и определяется количество ТО за этот месяц.

Плановый месячный пробег автомобилей по маркам взят, как средний пробег автомобилей этой марки за соответствующий месяц за последние три года, и приведен в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Средний пробег автомобилей по месяцам

Месяцы	Автомобили		
	ГАЗон NEXT	КамАЗ	ГАЗ-3309
Январь	350	1500	150
Февраль	215	1050	1100
Март	1100	2000	2500
Апрель	1570	2500	3350
Май	1650	3150	2950
Июнь	2550	4150	3020
Июль	3500	3550	4550
Август	3900	5500	4800
Сентябрь	3800	6850	3200
Октябрь	1850	2520	1300
Ноябрь	1500	1530	1120
Декабрь	540	1590	280
Всего	22525	35890	28320

Плановый пробег каждого автомобиля заносят в соответствующую графу таблицы «План ТО и ремонта по месяцам».

Количество ТО и ремонтов за месяц находят путем наложения месячного пробега в принятом масштабе на ленточные диаграммы, работающих в этом месяце автомобилей и проецирование полученной части ленточной диаграммы на шкалу периодичности ТО и ремонта.

Контрольный план-график проведения ТО приведен на листе №3, соответственно, графической части данного проекта.

По контрольному плану-графику определено количество планируемых ТО для автомобилей ГАЗон NEXT, КамАЗ и ГАЗ-3309 которые приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Количество ТО

Марка автомобилей	Виды технического обслуживания			
	ТО-1	ТО-2	КР	СТО
ГАЗон NEXT	21	6	-	6
КамАЗ	55	16	2	10
ГАЗ-3309	43	11	2	12

### 2.2.2 Расчет трудоемкости технического обслуживания

При планировании потребности рабочих на ТО и ТР следует исходить из нормативов трудоемкости и достигнутого уровня производительности труда.

Для расчета необходимого количества рабочих и постов ТО необходимо определить трудоемкость ТО.

Годовую трудоемкость объемов работ по ТО-1 определяют по формуле (2.1) [14]:

$$T_1 = \sum N_1 \cdot t_1, \quad (2.1)$$

где  $T_1$ - годовая трудоемкость объемов работ по ТО-1, чел.-ч.;

$N_1$  - количество ТО-1;

$t_1$ - трудоемкость ТО-1.

Принимая во внимание, что для автомобилей КамАЗ и  $t_1=4,4$  [6], для ГАЗон NEXT  $t_1= 3,2$ , а для ГАЗ-3309  $t_1= 2,8$  находим

$$T^K = 55 \cdot 4,4 = 246,4 \text{ чел.час.};$$

$$T^3 = 21 \cdot 3,2 = 70,4 \text{ чел.час.};$$

$$T^{\Gamma} = 43 \cdot 2,8 = 117,6 \text{ чел.час.}$$

Годовую трудоемкость объемов работ по ТО-2 определяют по формуле (2.2) [14]:

$$T_2 = \sum N_2 \cdot t_2, \quad (2.2)$$

где  $T_2$  годовая трудоемкость объемов работ ТО-2, чел.-ч.;

$N_2$ - количество ТО-2;

$t_2$  - трудоемкость ТО-2.

Принимая во внимание, что для автомобилей КамАЗ  $t_2=18,9$  [6], а для ГАЗон NEXТ  $t_2=13,8$ , для ГАЗ-3309  $t_2= 11,8$  находим

$$T_2^K = 16 \cdot 18.9 = 264,6 \text{ чел.час.};$$

$$T_2^3 = 6 \cdot 13,8 = 69 \text{ чел.час.};$$

$$T_2^{\Gamma} = 11 \cdot 11,8 = 165,2 \text{ чел.час.}$$

Годовую трудоемкость объемов работ по ТР определяют по формуле[14]:

$$T_{TP} = \sum \frac{L_c \cdot t_P}{1000}, \quad (2.3)$$

где  $T_{TP}$  - годовая трудоемкость ТР, чел.ч.;

$L_c$ - планируемый среднегодовой пробег, км;

$t_P$  - трудоемкость работ текущего ремонта, отнесенного к 1000 км пробега.

Принимаем во внимание, что для автомобилей КамАЗ  $\Gamma_c=29814$  и  $t_P=10,5$  [6], ГАЗон NEXТ  $L_c =10665$  и  $t_P=5,3$  [4]а для ГАЗ-3309  $L_c =18005$  и  $t_P=5,9$  [6]находим

$$T_{TP}^K = \frac{29814 \cdot 10,5}{1000} = 313 \text{ чел.час.},$$

$$T_{TP}^3 = \frac{10665 \cdot 5,3}{1000} = 56,5 \text{ чел.час.}$$

$$T_{TP}^r = \frac{18005 \cdot 5,9}{1000} = 106,2 \text{ чел.час.},$$

Годовую трудоемкость объемов работ по СТО определяют по формуле:

$$T_{СТО} = t_{сто} \cdot N, \quad (2.4)$$

где  $T_{СТО}$  - трудоемкость сезонного обслуживания;

$N$  - количество СТО.

$$T_{СТО}^K = 4,4 \cdot 10 = 44 \text{ чел-час};$$

$$T_{СТО}^3 = 3,2 \cdot 6 = 19,2 \text{ чел-час};$$

$$T_{СТО}^r = 2,7 \cdot 12 = 32,4 \text{ чел-час.}$$

Трудоемкость работ по самообслуживанию участка ТО предусматривает работы по обслуживанию и ремонту энергетического оборудования, содержанию инженерных коммуникаций, содержанию и к текущему ремонту зданий, ремонт и изготовление приспособлений, нестандартного оборудования и инструментов.

В зависимости от количества обслуживаемых автомобилей процент работ на самообслуживание принимаем 12% [14] и коэффициент самообслуживания принимаем 0,12 [14].

Общую трудоемкость по самообслуживанию пункта ТО автомобилей определяют по формуле [14]:

$$T_{см} = (T_1 + T_2 + T_{тр} + T_{сто}) K_{см}, \quad (2.5)$$

где  $T_{см}$  - трудоемкость по самообслуживанию;

$K_{см}$  - коэффициент самообслуживания.

Подставив все значения, рассчитанные выше в формулу 2.5., находим

$$T_{см}^K = (246,4 + 2645,6 + 44 + 313) \cdot 0,12 = 104 \text{ чел.час.};$$

$$T_{см}^3 = (70,4 + 69 + 19,2 + 56,5) \cdot 0,12 = 25,8 \text{ чел.час.};$$

$$T_{см}^Г = (117,6 + 165,2 + 32,4 + 106,2) \cdot 0,12 = 50,5 \text{ чел.час.};$$

Общую трудоемкость ТО автомобилей находим по формуле (2.6):

$$T_{общ} = T_{ТО} + T_{см}, \quad (2.6)$$

Принимая во внимание, что для автомобилей КамАЗ  $T_{см}=276,6$  чел.ч., а для ГАЗон NEXT  $T_{см}=41,3$  чел.ч., находим

$$T_{общ}^K = 866,6 + 104 = 970,6 \text{ чел.час.};$$

$$T_{общ}^3 = 215 + 25,8 = 240,8 \text{ чел.час.};$$

$$T_{общ}^Г = 420,8 + 50,5 = 471,3 \text{ чел.час.};$$

Исходя из этого, находим

$$T_{общ} = 970,6 + 240,8 + 471,3 = 1682,7 \text{ чел.ч.}$$

Результаты расчетов приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Трудоемкость ТО

Автомобиль	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>тр</sub>	T <sub>сто</sub>	T <sub>см</sub>	T <sub>общ</sub>
КамАЗ	246.4	264.6	313	44	104	970.6
ГАЗон NEXT	70.4	69	56.5	19.2	25.8	240.8
ГАЗ-3309	117.6	165.2	106.2	32.4	50.5	471.3
Σ	452.4	498.8	475.7	95.6	180.3	1682.7

### 2.2.3 Расчет количества мастеров-наладчиков

Количество мастеров-наладчиков подсчитываю по формуле (2.7) [14]:

$$P_p = \frac{T}{\Phi_p} \quad (2.7)$$

где  $P_p$  - количество рабочих, чел.;

$T$  - общая трудоемкость, чел.ч.;

$\Phi_p$  - фонд времени рабочего, ч.

Фонд времени рабочего определяется по формуле (2.8) [6]:

$$\Phi_p = (D_k - D_v - D_p) \cdot 7 - D_{пл}, \quad (2.8)$$

где  $D_k$  - количество календарных дней в году;

$D_v$  - количество выходных дней в году;

$D_p$  - количество праздничных дней в году;

$D_{пл}$  - количество предпраздничных дней в году.

Принимая во внимание, что  $D_k = 365$ ,  $D_v = 104$ ,  $D_p + D_{пл} = 8$ , находим  $\Phi_p = 2024$ ч.

Подставив все значения в формулу 2.7., находим

$$P_p = \frac{1682,7}{2024} = 0,83 \text{ чел.}$$

Принимаем количество рабочих, занятых в пункте ТО принимаем  $P_p = 1$  чел.

#### 2.2.4 Определение площади поста ТО

Число постов определяется в общем виде по формуле (2.9) [14]:

$$n_i = \frac{T_i \cdot K_n}{D_{рг} \cdot C \cdot t_{см} \cdot P_{ср} \cdot \eta_{II}}, \quad (2.9)$$

где  $T_i$  - годовой общий объем работ данного вида;

$K_n$  - коэффициент неравномерности загрузки постов;

$D_{рг}$  - число рабочих дней в году соответствующей зоны ( $D_{рг} = 255$  дней);

$C$  - число смен работы;

$t_{см}$  - продолжительность смены, ч;

$P_{ср}$  — принятое число рабочих на одном посту;

$\eta_{\text{и}}$  - коэффициент использования рабочего времени.

Принимая во внимание, что  $T_i = 1682,7$ ;  $K_n=1,5$ ;  $D_{\text{рг}}=255$ ;  $C=1$ ;  $t_{\text{см}}=8$ ;  
 $P_{\text{ср}}=1$ ;  $\eta_{\text{и}}=0,95$  находим

$$n = \frac{1682,7 \cdot 1,5}{255 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,95} = 1,3.$$

Принимаем число постов  $n=2$ . Расчет площади участка ТО ведем для случая, когда на обоих постах будут находиться автомобили КамАЗ.

Площадь участка ТО подсчитывают по формуле (2.10) [14]:

$$F = n \cdot f \cdot K_{\text{об}}, \quad (2.10)$$

где  $f$ - площадь, занимаемая автомобилями,  $\text{м}^2$ ;

$n$  - число постов;

$K_{\text{об}}$  - коэффициент плотности оборудования.

Принимая во внимание, что  $n=2$ ;  $f=26\text{м}^2$ ;  $K_{\text{об}}=5,5$  [14], находим

$$F = 2 \cdot 26 \cdot 5,5 = 286\text{м}^2.$$

### **2.3 Технология технического обслуживания**

Перед началом ТО автомобили моют на участках наружной мойки, затем ставят на просушку.

При ТО-1 необходимо провести следующие контрольные (диагностические), крепежные и регулировочные работы.

Провести общие контрольно-осмотровые работы ЕТО. Проверить крепление двигателя и узлов систем питания и выпуска отработавших газов, привод сцепления и свободный ход педали. Проверить крепление, составные части и работу трансмиссии и двигателя.

Проверить люфт в шарнирах и шлицевых соединениях карданной передачи, герметичность соединений ведущих мостов.

Проверить крепление и шплинтовку гаек шаровых пальцев, сошки,

рычагов поворотных цапф, состояние шкворней и стопорных шайб гаек, люфт рулевого колеса и шарниров рулевых тяг, подшипников ступиц колес.

Проверить работу компрессора, герметичность трубопроводов, приборов тормозной системы, шплинтовку пальцев штоков тормозных камер пневматического привода тормозов, свободный и рабочий ход педали тормоза.

Проверить состояние рамы, узлов и деталей подвески, буксирного (опорно-сцепного) устройства, крепление колес, состояние шин и давление воздуха в них.

Проверить кабину, платформу (кузов) и оперение автомобиля, состояние и действие запорного механизма, упора ограничителя и страхового устройства опрокидывающейся кабины, крепление платформы к раме автомобиля, запасного колеса, крыльев, подножек, брызговиков.

Проверить состояние приборов системы питания, их крепления и герметичность соединений. У дизельных автомобилей проверить действия привода управления подачей топлива.

При обслуживании приборов электрооборудования следует очистить аккумуляторную батарею от пыли и грязи, следов электролита, проверить состояние наконечников проводов и их крепления к выводным штырям, уровень электролита. Проверить действие звукового сигнала, ламп освещения и сигнализации, контрольно-измерительных приборов, фар, подфарников, задних фонарей, стоп-сигнала и стартера; крепление генератора и состояние контактных соединений.

Смазать узлы трения и проверить уровень масла в картерах агрегатов и бочках гидроприводов; проверить уровень жидкости в гидроприводах тормозов и выключения сцепления. Прочистить сапуны коробки передач и мостов; спустить конденсат из воздушных баллонов пневматического привода тормозов.

У дизельных автомобилей слить отстой из топливного бака и



фильтров грубой и тонкой очистки топлива, проверить уровень масла в топливном насосе высокого давления и регуляторе частоты вращения коленчатого вала двигателя.

После обслуживания автомобиля необходимо проверить работоспособность агрегатов, механизмов и приборов пробегом автомобиля.

Дополнительные работы по автомобилям-самосвалам и тягачам заключается в проверке осмотром состояния надрамника, брусьев надрамника и шарнирных устройств подъема платформы, опорноцепного и буксирного устройств, состояние и герметичность соединений маслопроводов, шлангов, действия подъема платформы, состояние заднего борта и действия его запорного устройства. Необходимо проверить уровень масла в бачке механизма подъема, при необходимости долить.

При ТО-2 выполняют все работы, предусмотренные ТО-1, и дополнительно контрольно-регулирующие работы. При необходимости меняют масло в двигателе, агрегатах трансмиссии, рулевом управлении и др.

Приборы систем охлаждения и питания двигателя, электрооборудования, приводов тормозов, гидроусилителя руля и другие должны быть тщательно проверены на автомобиле, а наиболее сложные из них должны быть сняты с автомобиля, проверены и отрегулированы на специальных приборах и стендах.

Необходимо проверить углы установки и поворота передних колес, состояние и регулировку подшипников всех колес.

Проверить состояние окрашенных поверхностей; при необходимости нужно очистить поверхность от коррозии и нанести защитное покрытие.

Сезонное обслуживание проводится при очередном ТО-2 с целью подготовки автомобиля к работе в зимних или летних условиях эксплуатации. При СТО автомобиля выполняют все виды работ,

предусмотренные ТО-2, и дополнительно проводят промывку системы - охлаждения двигателя, проверку состояния и действия сливных кранов систем охлаждения, питания и тормозов, проверку заправку систем соответствующей жидкостью. Проводят замену масла в двигателе, агрегатах трансмиссии, рулевом управлении. Проверяют состояние аккумуляторных батарей. Проверить стеклоочистители, термостат и жалюзи радиатора, исправность датчика включения муфты вентилятора, системы охлаждения, и датчиков аварийных аккумуляторов температуры жидкости охлаждения и давления масла в системе смазки, состояние уплотнений дверей и окон.

Отрегулировать карбюраторы и топливные насосы высокого давления для работы в зимних условиях; укомплектовать автомобили утеплительными чехлами капота и радиатора и буксирным тросом.

## **2.4 Общие требования безопасности**

1. К самостоятельной работе на диагностическом стенде, допускаются лица не моложе 18 лет, не имеющие противопоказаний по состоянию здоровья, прошедшие:

- вводный инструктаж;
- инструктаж по пожарной безопасности;
- первичный инструктаж на рабочем месте;
- инструктаж по электробезопасности на рабочем месте.

Допуск к самостоятельной работе должен оформляться приказом по предприятию.

2. Слесарь при работе с диагностическим стендом должен проходить:

- повторный инструктаж по безопасности труда на рабочем месте не реже, чем через каждые три месяца;

- внеплановый инструктаж: при изменении технологического процесса или правил по охране труда, изменении условий и организации труда, при нарушениях инструкций по охране труда, перерывах в работе более чем на 60 календарных дней;

Повторная проверка знаний должна производиться в объеме настоящей инструкции и инструкции завода-изготовителя по монтажу и эксплуатации подъемника.

3. Слесарь при работе с диагностическим стендом обязан:

- соблюдать правила внутреннего трудового распорядка, установленные на предприятии;

- соблюдать требования настоящей инструкции, инструкции о мерах пожарной безопасности, инструкции по электробезопасности;

- соблюдать требования к эксплуатации подъемника;

- использовать по назначению и бережно относиться к выданным средствам индивидуальной защиты.

4. Слесарь должен:

- уметь оказывать первую (доврачебную) помощь пострадавшему при несчастном случае;

- устройство стенда, приборов безопасности;

- приемы освобождения от действия тока лиц, попавших под напряжение;

- знать ИТР по надзору, ответственных за содержание стенда в исправном состоянии, лиц, ответственных за безопасное производство работ.

- выполнять только порученную работу.

- во время работы быть внимательным, не отвлекаться и не отвлекать других, не допускать на рабочее место лиц, не имеющих отношения к работе;

- содержать рабочее место в чистоте и порядке.

5. Слесарь при работе с диагностическим стендом должен знать и соблюдать правила личной гигиены. Принимать пищу, курить, отдыхать

только в специально отведенных для этого помещениях и местах. Пить воду только из специально предназначенных для этого установок.

6. При обнаружении неисправностей стенда, приспособлений, инструментов и других недостатках или опасностях на рабочем месте немедленно остановить работу стенда. Только после устранения замеченных недостатков продолжить работу на стенде.

7. При несчастном случае оказать пострадавшему первую (доврачебную) помощь, немедленно сообщить о случившемся мастеру, принять меры к сохранению обстановки происшествия (аварии), если это не создает опасности для окружающих.

8. За невыполнение требований безопасности, изложенных в настоящей инструкции, слесарь несет ответственность согласно действующему законодательству.

9. В соответствии с «Нормами бесплатной выдачи средств индивидуальной защиты» слесарь при работе с диагностическим стендом должен быть обеспечен полукombineзоном хлопчатобумажным (срок носки 12 месяцев), рукавицами комбинированными (срок носки 3 месяца); зимой дополнительно курткой на утепляющей прокладке, брюками хлопчатобумажными на утепляющей прокладке, валенки.

10. Основными опасными и вредными производственными факторами являются:

- движущиеся и вращающиеся детали и узлы стенда;
- высокое напряжение.

## **2.5 Требования безопасности перед началом работы**

1. Убедиться в исправности и надеть исправную одежду, застегнув ее на все пуговицы, волосы убрать под головной убор.

2. Внешним осмотром убедиться в исправности всех механизмов, металлоконструкций и других частей стенда:

- осмотреть механизмы стенда, их крепление и тормоза;
- проверить смазку механизмов;
- осмотреть в доступных местах металлоконструкции.

3. При обнаружении во время осмотра и проверки стенда неисправностей и недостатков в его состоянии, препятствующих безопасной работе, и при невозможности их устранения своими силами машинист, не приступая к работе должен сообщить об этом лицу, ответственному за исправное состояние стенда.

4. Слесарь при работе с диагностическим стендом не должен приступать к работе при наличии следующих неисправностей:

- трещины или деформации в металлоконструкциях;
- отсутствует ограждение механизмов и незащищенных частей электрооборудования.

5. Перед началом работы слесарь при работе обязан убедиться в достаточной освещенности рабочего места;

## **2.6 Требования безопасности во время работы**

1. Во время работы механизмов стенда слесарь не должен отвлекаться от своих прямых обязанностей, а так же производить чистку, смазку и ремонт механизмов;

2. При работе стенда слесарь должен руководствоваться требованиями данной инструкции и инструкции предприятия – изготовителя;

3. В случае, если машинист отлучается, он обязан остановить двигатель, приводящий в движение механизмы гидроподъемника;

## **2.7 Требования безопасности в аварийных ситуациях**

1. Если во время работы стенда произойдет авария или несчастный случай, то слесарь обязан немедленно поставить в известность об этом

лицо, ответственное за безопасное производство работ, а также лицо, ответственное за исправное состояние диагностического стенда; оказать пострадавшему первую (доврачебную) помощь, принять меры к сохранению обстановки происшествия (аварии) если это не создает опасности для окружающих.

2. При возникновении на стенде пожара слесарь обязан немедленно остановить работу и приступить к его тушению первичными средствами пожаротушения.

## **2.8 Требования безопасности по окончании работы**

1. После окончания работы стенда слесарь обязан установить в положение, определяемое инструкцией завода - изготовителя по монтажу и эксплуатации стендов.

2. В случае замеченных неисправностей в работе стенда необходимо составить заявку на текущий ремонт с перечнем неисправностей, подлежащих устранению и передать ее лицу, ответственному за исправное состояние стенда.

3. Снять и убрать специальную одежду в шкаф, вымыть руки и лицо с мылом, принять душ. Применять для мытья химические вещества запрещается.

## **ИНСТРУКЦИЯ**

по охране труда слесаря для работы с диагностическим стендом

### **Общие требования**

К работе на установке допускаются лица, достигшие 18 лет, прошедшие соответствующее обучение, инструктаж, медицинский осмотр и имеющие квалификационное удостоверение.

В процессе работы на слесаря могут воздействовать опасные и вредные факторы: сжатый воздух, электрический ток.

Ответственность: за невыполнение требований инструкции рабочего ждет ответственность, он подвергается дисциплинарному и материальному взысканию по величине потерь.

Требования безопасности перед началом работы:

надеть спецодежду, обувь и средства индивидуальной защиты;

получить наряд и инструктаж по БТ;

проверить состояние рабочих узлов, надежность крепления, заземления;

Требования безопасности во время работы:

запрещается проводить ТО установки;

запрещается работать без заземления;

перегружать установку;

загрязнять рабочее место.

Требования безопасности в аварийных ситуациях:

При аварии и аварийных ситуациях рабочие должны принять экстренные меры.

- исправить поломки станда;

при получении травмы сообщить мастеру и получить медицинскую помощь;

при травматизме рабочие должны уметь делать искусственное дыхание и использовать средства первой медицинской помощи.

Требования безопасности по окончании работы:

выключить станд;

привести в порядок рабочее место;

убрать использованные инструменты, при необходимости промыть их;

вымыть руки с мылом;

снять специальную одежду;

обо всех недостатках, обнаруженных во время работы сообщить начальнику участка.

Разработал:

Согласовано:

специалист по охране труда

## **2.9 Производственная гимнастика**

### **2.9.1 Физическая культура в режиме рабочего дня**

Рациональный, научно обоснованный сменный режим труда и отдыха - это такое чередование периодов работы и перерывов на отдых, при котором сохраняется высокая производительность труда и высокий уровень работоспособности человека и отсутствует чрезмерное утомление в течение всей рабочей смены. Оптимальный режим труда и отдыха должен соответствовать следующим основным требованиям. Во-первых, он должен обеспечить высокую производительность труда, показателем которой может служить количество продукции, произведенной за смену, время, затраченное на единицу продукции, наличие и отсутствие брака. Во-вторых, он способствует сохранению высокого уровня работоспособности, который характеризуется следующими признаками: восстановлением функциональных показателей во время перерывов до уровня, низкого к дорабочему; наличием устойчивого уровня функциональных психофизиологических показателей во время работы и после окончания ее последовательных периодов; быстрой вработываемостью, длительным поддержанием высокого уровня работоспособности и продолжительности труда; предупреждением и ограничением развития глубоких стадий производственного утомления.

При определении эффективности вновь разработанного режима труда и отдыха необходимо сравнить регулирование ключевых физиологических



функций до и после рационализации режима с существующими нормальными границами (пределами) и оптимальным уровнем определения данных ключевых функций.

Для оптимизации сменного режима труда и отдыха, способности и производительности труда используется производственная гимнастика, отдельные упражнения и комплексы оздоровительно-профилактической гимнастики, ходьба, спортивные игры во время обеденного перерыва и другие средства восстановления работоспособности (массаж, водные процедуры, психорегулирующие занятия).

### **2.9.2 Производственная гимнастика**

Особое место в оптимизации режима труда и отдыха принадлежит производственной гимнастике. Богатый опыт сотен предприятий, многочисленные научные исследования, проведенные за последние два десятилетия, как на производстве, так и в лабораториях, утверждают неоспоримую пользу введения рационально организованной производственной гимнастики в режим труда на различных участках современного производства.

Большое практическое значение производственной гимнастики видно в том, что она способствует ускорению вхождения в работу в начале рабочего дня (вводная гимнастика) и предупреждает снижение работоспособности в конце первой половины рабочего дня и в последних часах работы (физкультурная пауза и физкультминуты). В этом и физиологичен смысл «острого» влияния вводной гимнастики. В середине и в конце рабочего дня применение комплексов физических упражнений физкультурной паузы и физкультурной минуты направлено на ускорение и углубление отдыха во время регламентированных перерывов. В этом физиологический смысл «острого» действия физкультурных пауз и физкультминуток.

## **3 КОНСТРУКТОРСКАЯ РАЗРАБОТКА**

### 3.1 Обоснование темы конструкторской разработки

Большая часть современных машин содержит в своей рулевой системе такое устройство, как гидроусилитель, который обеспечивает безопасность движения мобильной машины и ее легкость управления и маневрирования. Несмотря на разное компоновочное исполнение (интегральное, полуинтегральное или нейтральное) в его состав входят следующие основные исполнительные элементы и детали: гидронасос, регулятор расхода, распределитель, гидроцилиндр.

Испытания гидроусилителей и механизмов входящих в систему рулевого управления с гидроусилителем регламентируются ГОСТ Р 52453-2005, который устанавливает требования не только к методике испытаний, составу гидроусилителя, но и устанавливает требования к компоновке и составу испытательного стенда. Требования эти не могут быть нарушены и в данной работе мы будем их полностью соблюдать.

Рассмотрим вкратце общие технические требования, предъявляемые ГОСТом к стендам испытания, проверки и диагностирования ГУР.

Стенд обязан содержать насосную станцию, с производительностью не менее  $2Q_{ном}$ . Гидравлическая компоновка стенда:

- клапан регулирования расхода жидкости, л/мин ( $5 - 2Q_{ном}$ );
- регулировочный клапан ограничения давления  $p$  в напорной магистрали ( $0 - 2,5p_{макс}$ );
- система регулирования температуры рабочей жидкости и поддержания ее в процессе испытания, °C (50...70);
- система фильтрации рабочей жидкости с тонкостью очистки не грубее 10 мкм;

- штатный рулевой механизм без встроенного усилителя.

На стенде во время испытаний предусмотрены:

- жесткое крепление рулевого механизма, силового цилиндра, распределителя усилителя, а также объединенного усилителя, и исключающее возможность колебаний во время испытаний;
- приложение на рулевые механизмы внешнего нагружающего момента с увеличенным до 2,5 раз значением КД;
- блокировка вала сошки, а также штока силового цилиндра в любом возможном положении;
- плавный ручной поворот рулевого вала на любой заданный угол в обе стороны;
- плавный ручной поворот вала сошки на любой заданный угол при воздействии момента, превышающего 160Нм;
- плавное перемещение золотника распределителя усилителя на расстояние до 5 мм в обе стороны.

Аппаратура стенда измеряет и контролирует следующие показатели:

- расход жидкости  $Q$ , л/мин ( $2 - 2Q_{ном}$ );
- внутренние утечки  $\Delta Q$  (0 до  $0,3Q_{ном}$ );
- давление в напорной магистрали  $p$  (0 до  $2,5p_{макс}$ );
- давление в сливной магистрали  $p_{cn}$ , МПа (0 – 5);
- температуру рабочей жидкости  $T$ , °C (15 – 100);
- момент  $M$  на рулевом валу, кгс·м (0 – 40);
- момент  $M_c$  на валу сошки, кгс·м (20 – 700);
- усилие  $T_p$  вдоль оси рейки, кгс (0 – 800).

Следует также отметить, что измерительная аппаратура должна обладать возможностью непрерывной регистрации по времени всех вышеперечисленных показателей.

Задачей выпускной квалификационной работы ставим разработку стенда проверки (диагностирования) гидроусилителя руля (ГУР), полностью отвечающего требованиям ГОСТ, а также, имеющего дополнительные

конструктивные особенности, позволяющие упростить процесс сборки-разборки компонентов ГУР, при необходимости.

### **3.2 Устройство и принцип действия конструкции**

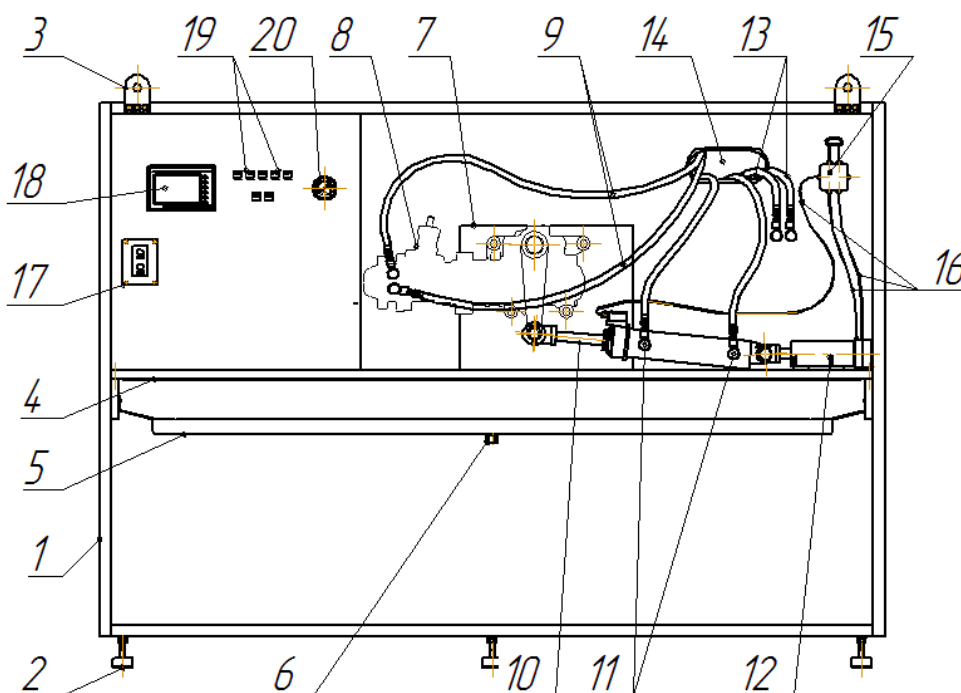
Рассмотрим состав и устройство конструкции стенда (см. рис. 3.1). Стенд состоит из рамы 1, сваренной, в основном, из швеллера сечением 8П. Рама 1 (стенд) опирается на шесть регулируемых подножек 2. Для транспортировки стенда предусмотрены проушины 3, к которым крепятся стропы при перемещении стенда краном или талью.

Стенд имеет стол 4 с продольными пазами, в которых перемещаются крепящие винты (см. графическую часть) с квадратными шайбами. Этими винтами крепятся: кронштейн 7, держатель 12. Так же крепятся и другие агрегаты при их испытаниях (насос ГУР, отдельные составляющие системы ГУР). Под столом 4 имеется поддон 5, предназначенный для накопления в нём утечек масла и прочих жидкостей и грязи. У поддона 5 имеется сливное отверстие закрытое пробкой 6.

Как говорилось выше, к столу 4 винтами крепится кронштейн 7. Он предназначен для закрепления на него ГУР (в данном случае рассмотрен ГУР КамАЗ 14 модели). К сошке ГУР 8 крепится концевая заделка штока нагрузателя 10. Нагрузатель представляет собой гидроцилиндр со встроенным потенциометром, для измерения расстояния перемещения его штока. Другой конец нагрузателя 10 закреплён на опоре 12, в которой имеется встроенный датчик – тензометрический динамометр. Благодаря известным длинам нагрузателя (его штока), опоры 12, плеча сошки ГУР и показаниям датчиков: потенциометра и тензометрического датчика можно непрерывно контролировать практически все основные параметры работы ГУР в реальном времени (угол поворота сошки, усилие и тп.).

Данные с датчиков обрабатываются контроллером 18.

На фронтальной панели стенда имеются органы управления, индикаторы. Стенд так же может использоваться для упрощения разборки элементов ГУР. Этому способствует стол 4, к которому можно закрепить корпусные детали неподвижно, практически в любом удобном для их сборки-разборки положении.



1 – рама; 2 – подножки; 3 – транспортировочные проушины; 4 – стол; 5 – поддон; 6 – пробка; 7 – кронштейн; 8 – испытываемый ГУР; 9 – напорный и сливной шланги; 10 – нагружающее устройство; 11 – шланги; 12 – опора нагружателя совмещённая с датчиком усилия; 13 – шланги для испытания насоса ГУР; 14 – отверстия для шлангов; 15 – распаячная коробка; 16 – провода связи; 17 – пост кнопочный (пуск, стоп); 18 – программируемый логический контроллер с сенсорным экраном; 19 – индикаторы показаний датчиков давления; 20 – механический манометр.

Рисунок 3.1 – Общий вид стенда

Рассмотрим принципиальную схему работы испытательной сети стенда (см. рисунок 3.2). Рассмотрим на примере диагностирования ГУР КамАЗ. Распределитель ГУР подключается к соответствующим шлангам выходного распределителя 13. Задачей стенда на данном этапе является имитация работы системы ГУР, и замер всех возможных параметров работы ГУР во всех режимах. Насос 4 всасывает рабочую жидкость из гидробака 1 через фильтр 2. Далее расположен предохранительный клапан на 10 МПа. Он

нужен для предотвращения поломки стенда в случае выхода из строя деталей ГУР (распределителя). После него замеряется давление датчиком 7 и манометром 8. Так же установлен дублирующий предохранительный клапан 16, настраиваемый на нужное давление, при необходимости. Далее следует клапан 9 – редукционный. Его задача создать необходимое давление в системе. Он работает в связи с датчиком 11. Управляет клапаном 9 логический контроллер. Далее установлен дроссель. Он используется для испытаний насоса ГУР (6). В этом случае распределитель 3 закрыт, а распределитель 5, как по байпасной схеме, подключает испытуемый насос. Дроссель 10 создаёт необходимые условия (давление, его изменение и т.п) для испытаний насоса. Так же при испытании насоса ГУР клапан 13 находится во втором положении, перепуская жидкость в сливную магистраль стенда.

Перед и после клапана 13 установлены расходомеры 12 и 14. Они позволяют замерить как внутренние, так и прочие утечки жидкости, а так же её расход, поток.

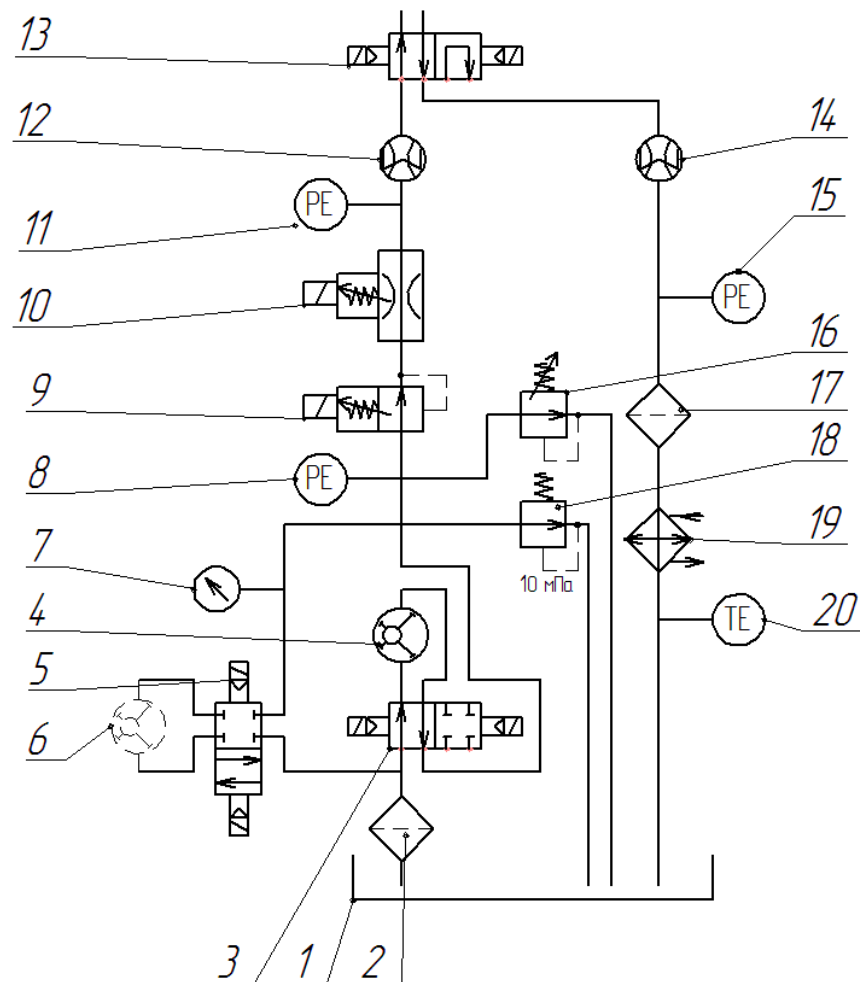
Датчик 15 измеряет давление в сливной магистрали. По его показаниям так же можно судить о состоянии фильтра 17.

В процессе работы рабочая жидкость нагревается. Для поддержания рабочей температуры имеется радиатор 19, работающий в паре с вентилятором и датчиком 20.

Всеми процессами и сбором показаний датчиков управляет логический контроллер. Для сбора данных датчиков используются модули сбора данных, которые преобразуют сигналы с датчиков в цифровой сигнал и передают его по интерфейсу RS482 контроллеру. Управление устройствами происходит благодаря программируемому реле.

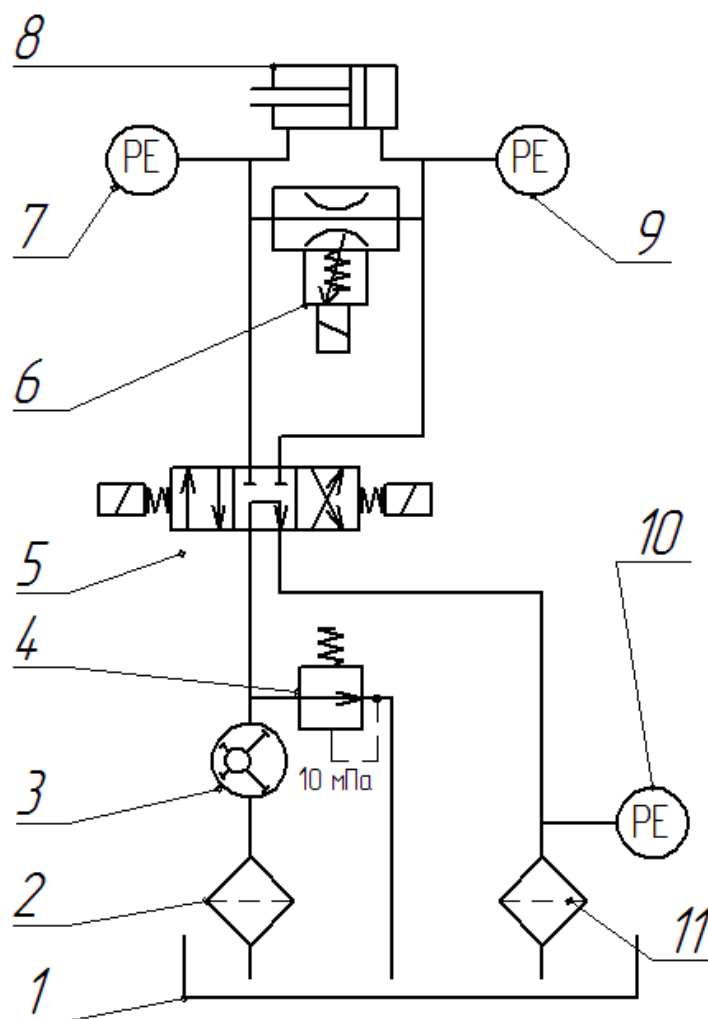
При испытаниях ГУР необходимо нагружать его, имитируя реальные условия работы. Нагружатель 8 (см. рис. 3.3) имеет свою собственную, независимую гидростанцию. Распределитель 5, имеет 3 положения. Среднее, исходное положение – жидкость циркулирует, не достигая нагружателя. В

левом и правом положении гидроцилиндр нагрузателя 8 стремиться перемещаться влево и право соответственно.



1 – гидробак; 2, 17 – фильтр; 3, 5, 13 – гидрораспределители; 4 – насос; 6 – подключаемый насос ГУР; 7 – манометр; 8, 11, 15 – датчики давления; 9 – редукционный клапан; 10 – дроссель; 12, 14 – расходомер; 16 – клапан давления; 18 – предохранительный клапан; 19 – теплообменник; 20 – датчик температуры.

Рисунок 3.2 – Принципиальная схема испытательной гидросети стенда



1 – гидробак; 2, 11 – фильтр; 3 – насос; 4 – предохранительный клапан; 5 – распределитель 4/3; 6 – дроссель; 7, 9 – датчики давления; 8 – нагрузатель; 10 – датчик давления сливной магистрали.

Рисунок 3.3 – Схема сети нагрузателя

Штуцеры цилиндра 8, отвечающие за перемещения влево-вправо связаны между собой дросселем 6, который создаёт необходимое усилие сопротивления нагрузателя. Усилие контролируется датчиками 7, 9 и корректируется положением дросселя в реальном времени.

Как видно, устройство стенда позволяет испытывать элементы системы ГУР любого типа, как интегральные так и прочие. Устройство стенда простое и интуитивно понятное, полностью соответствует действующему ГОСТ на испытания ГУР.

### 3.3 Конструктивные расчёты



### 3.3.1 Расчёт гидропривода силового цилиндра ГУР

Скорость течения жидкости по трубопроводу определяется по формуле (10.32) на стр. 194 [5]:

$$v_{ж} = \frac{Q_{ном}}{S} \quad (3.1)$$

где  $v_{ж}$  - скорость течения жидкости;

$S$  - сечение трубопровода.

Исходя из конструктивных соображений диаметр трубопровода принимаем  $d_{BH} = 10$  мм ( $S = 3,14 \cdot 0,01^2 = 0,000314 \text{ м}^2$ ). Подставив значения в формулу 3.1 получим:

$$v_{ж} = \frac{0,0006}{0,000314} = 1,9 \text{ м / с.}$$

Для нагнетательного трубопровода выбираем стальную бесшовную холоднодеформированную трубу из стали 20. Определяем максимальное рабочее давление по формуле (10.36) на стр. 194 [5]:

$$p_{max} = (1,1 \dots 1,5) p_{ном} \quad (3.2)$$

$$p_{max} = (1,1 \dots 1,5) \cdot 0,63 = 0,693 \dots 0,945 \text{ МПа.}$$

Принимаем  $p_{max} = 10$  МПа, а допустимое напряжение на разрыв  $[\sigma]_p = 80$  МПа.

Толщина стенки трубы определяется по формуле (10.43) на стр. 194 [5]:

$$\delta_T = p_{max} d_{BH} / (2[\sigma]_p) \quad (3.3)$$

$$\delta_T = 10 \cdot 10^6 \cdot 0,01 / (2 \cdot 80 \cdot 10^6) = 0,000625 \text{ м} \approx 0,6 \text{ мм.}$$

Округляем полученное значение до большего ближайшего из ряда размеров для стенок труб  $\delta_T = 1 \text{ мм} = 0,001 \text{ м.}$

Наружный диаметр нагнетательного трубопровода определяется по формуле на стр. 195 [5]:

$$d_H = d_{BH} + 2\delta_T \quad (3.4)$$

$$d_H = 0,01 + 2 \cdot 0,001 = 0,012 \text{ м.}$$

Для фильтра выбираем металлическую сетку № 0045, у которой  $k = 2,27 \text{ дм}^3 / \text{см}^3$ . Принимаем перепад давлений на фильтре  $\Delta p_{\Phi} = 0,01 \text{ МПа}$ .

Динамическая вязкость определяется по формуле (10.45) на стр. 195 [5]:

$$\mu = \nu \rho, \quad (3.5)$$

где  $\nu_{и20} = 82 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ , табличное значение;

$\rho$  – плотность масла,  $\rho_{и20} = 890 \text{ кг/м}^3$ .

Подставив значения получим:

$$\mu = 890 \cdot 82 \cdot 10^{-6} = 0,07$$

Площадь фильтрующей сетки при вязкости масла, соответствующей средней температуре окружающей среды  $20^\circ\text{C}$ , рассчитываем по формуле (10.44) на стр. 195 [5]:

$$S_{\Phi} = 60 Q_{\text{ном}} \mu / (k \Delta p_{\Phi}) \quad (3.6)$$

где  $k$  – удельная пропускная способность фильтров,  $k = 2,27 \text{ дм}^3/\text{см}^3$ ;

$\Delta p_{\Phi}$  – перепад давления на фильтре (стр. 187 [5]),  $\Delta p_{\Phi} = 0,01 \text{ МПа}$ .

$$S_{\Phi} = \frac{60 \cdot 0,0006 \cdot 0,07}{2,27 \cdot 0,01} = 0,11 \text{ см}^2$$

Принимаем  $S_{\Phi} = 15 \text{ см}^2$ .

Вместимость масляного бака определяем по выражению (10.46) на стр. 195 [5]:

$$V = 12 \cdot Q_{\text{ном}} \quad (3.7)$$

$$V = 12 \cdot 0,0006 = 0,0072 \text{ м}^3 = 72 \text{ дм}^3.$$

Расчётное значение предназначено для рабочих машин  $V = 40 \text{ дм}^3 = 40 \text{ литров}$ .

Путевые потери давления на прямолинейных участках нагнетательного трубопровода вычисляем при оптимальной температуре гидросистемы  $50^\circ\text{C}$ .

Число Рейнольдса определяется по формуле (10.46) на стр. 195 [5]:

$$\text{Re} = \nu_{\text{ж}} d_{\text{BH}} \nu \quad (3.8)$$

$$Re = 1,9 \cdot 0,01 / (82 \cdot 10^{-6}) = 23$$

Полученное значение  $Re$  меньше критического, следовательно, режим ламинарный и коэффициент гидравлического сопротивления:

$$\lambda = 75 / Re = 75 / 23 = 3,26.$$

Длину нагнетательного трубопровода принимаем в соответствии с конструкцией стенда (по чертежам):

$$L_H = 2,2 \text{ м.}$$

Тогда потери давления будут составлять по формуле (10.50) на стр. 196 [5]:

$$\Delta p_{п.н} = \lambda L_H v_{ж}^2 \rho / (2 d_{BH}) \quad (3.9)$$

где  $\rho$  - плотность масла,  $\rho = 890 \text{ кг/м}^3$ .

$$\Delta p_{п.н} = 3,26 \cdot 2,2 \cdot 1,9^2 \cdot 890 / (2 \cdot 0,01) = 0,6 \text{ МПа,}$$

Местные потери давления в нагнетательном трубопроводе определяется по формуле (10.51) на стр. 196 [5]:

$$\Delta p_{м.н} = v_{ж}^2 \rho \Sigma \xi_H / 2 \quad (3.10)$$

Суммарное значение коэффициента местных сопротивлений определяем, исходя из конструкции и размеров стенда: для штуцера (14 ед.)  $\xi = 0,1$ ; плавного изгиба трубопровода с углом поворота  $\alpha = 90^\circ$  и радиусом  $R = 40 \text{ мм}$  (8 ед.)  $\xi = 0,23$ ; плавного изгиба трубопровода (1 ед.)  $\xi = 2$ .

Тогда:

$$\Sigma \xi = 0,1 \cdot 3 + 0,23 \cdot 2 + 2 = 5,76.$$

$$\Delta p_{м.н} = 1,9^2 \cdot 890 \cdot 5,76 / 2 = 0,005 \text{ МПа}$$

Принимаем: для распределителя:  $\xi_{р.п} = 5$ ; клапана редукционного  $\xi_{з.р} = 4$ ; обратного клапана  $\xi_{р.м} = 4$ . Тогда потери давления в гидроагрегатах нагнетательного трубопровода составят по формуле:

$$\Sigma \Delta p_{ГА} = v_{ж}^2 \rho (\xi_{р.п} + \xi_{з.р} + \xi_{р.м}) / 2 \quad (3.11)$$

$$\Sigma \Delta p_{\Gamma A} = 1,9^2 \cdot 890 \cdot (5 + 4 + 4) / 2 = 0,11 \text{ МПа.}$$

Суммарные потери давления в гидросистеме определяется по формуле:

$$\Delta p = \Sigma \Delta p_{\Pi} + \Sigma \Delta p_M + \Sigma \Delta p_{\Gamma A} \quad (3.12)$$

$$\Delta p = 0,6 + 0,005 + 0,11 = 0,715 \text{ МПа,}$$

что составляет 7,5% и находится в допустимых пределах для стендового оборудования.

Поскольку объемный КПД насоса  $\eta_{o.n} = 0,94$ , распределителя  $\eta_{o.з.p} = 0,98$ , регулятора  $\eta_{o.c.m} = 0,98$ , то объемный КПД гидропривода определяется по формуле:

$$\eta_o = \eta_{o.n}^2 \eta_{o.з.p} \eta_{o.p.c} \quad (3.13)$$

$$\eta_o = 0,94^2 \cdot 0,98 \cdot 0,98 = 0,84.$$

Гидравлический КПД рассчитываем определяется по формуле (10.52) на стр. 197 [5]:

$$\eta_{\Gamma} = (p_{\text{ном}} - \Delta p) / p_{\text{ном}} \quad (3.14)$$

$$\eta_{\Gamma} = (0,63 - 0,234) / 0,63 = 0,63.$$

Механический КПД определяется по формуле (10.52) на стр. 197 [5]:

$$\eta_M = \eta_{M.n}^2 \eta_{M.з.p} \eta_{M.p.c} \quad (3.15)$$

$$\eta_M = 0,94^2 \cdot 0,96 \cdot 1 = 0,848,$$

(так как механический КПД насоса  $\eta_{M.n} = 0,94$ , распределителя  $\eta_{M.з.p} = 0,96$ , регулятора  $\eta_{M.p.c} = 1$ ).

Общий КПД гидропривода определяется по формуле на стр. 197 [5]:

$$\eta_{\text{общ}} = \eta_o \eta_{\Gamma} \eta_M \quad (3.16)$$

$$\eta_{\text{общ}} = 0,84 \cdot 0,63 \cdot 0,848 = 0,448.$$

### 3.3.2 Произведем расчет болтового соединения

Расчет будем производить для болтов крепления проушин.

Для крепления проушин к раме используются по 3 болта на каждую из 4х проушин, итого 12 болтов, выполненных из стали класса прочности 3,6. На болты действует сила  $F=320(\text{кг}) \cdot 9,81=3139 \text{ Н}$ . Требуется определить диаметр болтов. Нагрузка постоянная.

Для болтового соединения с неконтролируемой затяжкой принимаем коэффициент запаса прочности  $[S_T=5]$  в предположении, что наружный диаметр резьбы находится в интервале 6...16 мм. Предел текучести болта  $\sigma_T=200 \text{ Н/мм}^2$ .

Определим допускаемое напряжение растяжения по формуле:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_m}{[S_m]}, \quad (3.17)$$

где  $[\sigma]_p$ - допускаемое напряжение растяжения. Н/мм<sup>2</sup>;

$\sigma_T$ — предел текучести, Н/мм<sup>2</sup>;

$[S_T]$ - коэффициент запаса прочности.

$$[\sigma] = \frac{200}{5} = 40 \text{ Н / мм}^2.$$

Принимаем коэффициент запаса прочности по сдвигу  $K=1,6$  и коэффициент трения  $f=0,16$ .

Определим необходимую силу для затяжки болта по следующей формуле:

$$F_0 = \frac{F \cdot K}{f \cdot i \cdot z}, \quad (3.18)$$

где  $K$ - коэффициент запаса по сдвигу деталей;

$F_0$  - внешняя сила, кН;

$f$ - коэффициент трения;

$i$ - число стыков;

$z$ - число болтов.

$$F_0 = \frac{3139 \cdot 1,6}{0,16 \cdot 4,12} = 653,96 \text{ H}.$$

Определим расчетную силу затяжки болтов по формуле:

$$F_{расч} = 1,3 \cdot F_0, \quad (3.19)$$

$$F_{расч} = 1,3 \cdot 653,96 = 850,15 \text{ H}.$$

Расчетный диаметр резьбы определяется по формуле:

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{расч}}{\pi \cdot [\sigma_p]}}, \quad (3.20)$$

где  $d_p$ - расчетный диаметр резьбы, мм;

$F_{расч}$ - расчетная сила затяжки болтов, кН;

$[\sigma]_p$ - допускаемое напряжение растяжения, Н/мм<sup>2</sup>.

$$d_p = \sqrt{\frac{4 \cdot 850,15}{3,14 \cdot 40}} = 5,2 \text{ мм}.$$

Данное значение слишком мало и ввиду безопасности мы принимаем м болт с резьбой М 14 с шагом Р=2 мм.

Проверим правильность выбора болта по следующей зависимости:

$$d_p = d - 0,94 \cdot p > 12,1. \quad (3.21)$$

Таким образом получаем:

$$d_p = 14 - 0,94 \cdot 2 = 12,12 > 12,1 \text{ мм}.$$

Следовательно, расчет произведен правильно, болт М 14 подобран правильно и пригоден к применению

### 3.3.3 Расчет сварного соединения

Детали рамы стенда (швеллеры), расположенные под углом 90° свариваются тавровым соединением.

Определение допускаемого усилия

$$[P] \geq [\tau_\phi] \cdot 0,7 \cdot k \cdot l \quad (3.22)$$

где  $[\tau_\phi]$  – допускаемое напряжение для сварного шва на срез, Н/м<sup>2</sup>;

$k$  – катет шва;

$l$  – длина шва;

$l = 8$  см.

$$[\tau_\phi] = 0,6 [\sigma_p] \quad (3.23)$$

где  $[\sigma_p]$  – допускаемое напряжение на срез, Н/см<sup>2</sup>,

$$[\sigma_p] = 1400 \text{ Н/см}^2$$

$$[\tau_\phi] = 0,6 \cdot 1400 = 8400 \text{ Н·см}^2$$

$$[P] = 8400 \cdot 0,7 \cdot 0,4 \cdot 8 = 18816 \text{ Н}$$

Определение усилия

$$P = \frac{2M_k}{l}, \quad (3.24)$$

где  $l$  – величина длины шва, м

$$P = \frac{2 \cdot 50}{0,08} = 1250$$

Итак,  $P < [P]$  условие выполняется.

### 3.3.4 Расчёт штифта опоры

Диаметр крепёжного штифта определяют из расчёта на срез по формуле стр. 255 [9]:

$$d_{ш} = 1,13 \sqrt{\frac{P}{[\tau_{ср}]}}. \quad (3.25)$$

где  $[\tau_{ср}]$  – допускаемое напряжение на срез;

$P$  – Сила действующая на штифт.

Силу действующую на штифт принимает из условия горизонтального действия силы (максимальная) и с двукратным запасом относительно усилия на сошке ГУР (приведённого)  $P = 11000 \text{ (Н)} \cdot 2 = 22000 \text{ Н}$ .

Подставив значения получим:

$$d_{ш} = 1,13 \sqrt{\frac{22000}{60}} = 21 \text{ мм}.$$

Принимаем диаметр штифта 40 с запасом на износ.

### 3.4 Экономическое обоснование конструкции

#### 3.4.1 Расчёт массы и стоимости конструкции

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_k + G_r) \cdot K \quad (3.26)$$

где  $G_k$  – масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов, кг;

$G_r$  – масса готовых деталей, узлов и агрегатов, кг;

$K$  – коэффициент, учитывающий массу расходуемых на изготовление конструкции монтажных материалов ( $K=1,05 \dots 1,15$ ).

Масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Расчёт массы сконструированных деталей

№ пп	Наименование деталей.	Объём деталей, см <sup>3</sup> .	Удельный вес, кг/дм <sup>3</sup>	Масса одной детали, кг.	Количество деталей.	Общая масса деталей, кг
1	2	3	4	5	6	7
1	Стенд (рама)	52,30	0,78	41	1	41
2	Стенд (детали)	45,92	0,78	36	1	36
3	Стол	10,20	0,78	8	1	8
4	Поддон	4,46	0,78	3,5	1	3,5
5	Держатель	4,46	0,78	3,5	1	3,5
6	Нагрузатель	7,14	0,78	5,6	1	5,6
7	Кронштейн	1,28	0,78	1	1	1



8	Планка	5,10	0,78	4	2	8
9	Проушина	0,64	0,78	0,5	4	2
10	Подножки	0,26	0,78	0,2	6	1,2
11	Подложка	0,06	0,78	0,05	6	0,3
Итого:						110,1

Масса покупных деталей и цены на них представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 - Масса покупных деталей и цены

№ пп	Наименование деталей	Количество	Масса, кг		Цены, руб	
			Одной	Всего	Одной	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Болтовые компл	52	0,05	2,6	15	780
2	Клеммник	8	0,005	0,04	14	112
3	Коробка	1	0,02	0,02	250	250
4	Шланг	1	0,35	0,35	1200	1200
5	Тензодатчик	2	0,025	0,05	350	700
6	Гидродросьель	2	0,15	0,3	500	1000

*Продолжение таблицы 3.2*

7	Гидроклапан	1	0,2	0,2	350	350
8	Гидронасос	2	3,5	7	5600	11200
9	Распределители	4	0,18	0,72	480	1920
10	Датчики	6	0,25	1,5	500	3000
11	Индикатор И11	7	0,1	0,7	1200	8400
12	Предохр клапан	1	0,1	0,1	600	600
13	Клапан редукц.	1	0,35	0,35	600	600
14	Манометр	1	0,2	0,2	680	680
15	Модуль МД100	1	0,5	0,5	2580	2580
16	ПКЕ 123.1	1	0,78	0,78	1200	1200
17	Реле ПР210	2	0,25	0,5	6800	13600
18	Радиатор	1	5,3	5,3	3500	3500
19	Фильтр РФП	3	3,5	10,5	7000	21000
20	Панель оператора	1	1,85	1,85	12500	12500
Итого:			33,56		85172	

Определим массу конструкции по формуле 3.26, подставив значения из таблиц 3.1 и 3.2:

$$G = (110,10 + 33,56) \cdot 1,15 = 165,21 \text{ кг}$$

Определение балансовой стоимости новой конструкции производится на основе сопоставления ее отдельных параметров по расчетно-конструктивному способу с использованием среднеотраслевых нормативов затрат на 1 кг. массы:

$$C_6 = [G_k \cdot (C_3 \cdot E + C_m) + C_{пд}] \cdot K_{нац} \quad (3.27)$$

где  $G_k$  – масса конструкции без покупных деталей и узлов, кг;

$C_3$  – издержки производства приходящиеся на 1 кг. массы конструкции, руб.

( $C_3 = 0,02 \dots 0,15$ );

$E$  – коэффициент измерения стоимости изготовления машин в зависимости от объема выпуска (так как конструкция является штучным производством, принимаем  $E = 1,5$ );

$C_m$  – затраты на материалы, приходящиеся на 1 кг массы машин, руб./кг.  
( $C_m = 0,68 \dots 0,95$ );

$C_{пд}$  – дополнительные затраты на покупные детали и узлы, руб.;

$K_{нац}$  – коэффициент, учитывающий отклонение прейскурантной цены от балансовой стоимости ( $K_{нац} = 1,15 \dots 1,4$ ).

$$C_6 = (110,10 \cdot (0,15 \cdot 1,50 + 0,85) + 85172,00) \cdot 1,20 = 102348,43 \text{ руб.}$$

#### 3.4.2 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Прежде чем приступить к расчету технико-экономических показателей, приведём исходные данные (см. таблицу 3.3)

Таблица 3.3 - Исходные данные сравниваемых конструкций

Наименование	Проектируемой	Базовой
--------------	---------------	---------

1	2	3
Масса конструкции, кг	165,21	180
Балансовая стоимость, руб.	102348,43	175000
Потребная мощность, кВт	3,8	5
Часовая производительность, ед/ч	5	4
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка, руб./ч.	120	120
Норма амортизации, %	14	14
Норма затрат на ремонт ТО, %	15	15
Годовая загрузка конструкции, ч	600	600

С помощью этих данных рассчитываются технико-экономические показатели эффективности конструкции, и дается их сравнение.

При расчетах показатели базового (существующего) варианта обозначаются как  $X_0$ , а проектируемого как  $X_1$ .

Энергоемкость процесса определяют из выражения:

$$\mathcal{E}_e = \frac{N_e}{W_q} \quad (3.28)$$

где  $N_e$  – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

$W_q$  – часовая производительность конструкции; ед./ч.

Подставив значения в формулу (3.28) получим:

$$\mathcal{E}_{e0} = \frac{5}{4} = 1,25 \text{ кВт} \cdot \text{ч/ед}$$

$$\mathcal{E}_{e1} = \frac{3,8}{5} = 0,76 \text{ кВт} \cdot \text{ч/ед}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_q \cdot T_{год} \cdot T_{сл}} \quad (3.29)$$

где  $G$  – масса конструкции, кг;

$T_{год}$  – годовая загрузка конструкции, час;

$T_{\text{сл}}$  – срок службы конструкции, лет.

$$M_{\text{e0}} = \frac{180,00}{4 \cdot 600 \cdot 5} = 0,015 \text{ кг/ед.}$$

$$M_{\text{e1}} = \frac{165,21}{5 \cdot 600 \cdot 5} = 0,011 \text{ кг/ед.}$$

Фондоёмкость процесса определяют по формуле:

$$F_e = \frac{C_{\text{б}}}{W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{зод}} \cdot T_{\text{сл}}} \quad (3.30)$$

где  $C_{\text{б}}$  – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{\text{e0}} = \frac{175000}{4 \cdot 600} = 72,917 \text{ руб/ед.}$$

$$F_{\text{e1}} = \frac{102348,43}{5 \cdot 600} = 34,116 \text{ руб/ед.}$$

Трудоёмкость процесса определяют по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_{\text{ч}}} \quad (3.31)$$

где  $n_p$  – количество рабочих, чел.

$$T_{\text{e0}} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ чел ч/ед}$$

$$T_{\text{e1}} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ чел ч/ед}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A \quad (3.32)$$

где  $C_{\text{зп}}$  – затраты на оплату труда, руб/ед;

$C_{\text{рто}}$  – затраты на ремонт и техническое обслуживание, руб/ед;

$C_{\text{э}}$  – затраты на электроэнергию, руб/ед;

$A$  – амортизационные отчисления, руб/ед.

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{зп}} = Z_{\text{ч}} \cdot T_e \quad (3.33)$$

где  $Z$  – часовая тарифная ставка, руб/ч:

$$C_{\text{эл0}} = 120 \cdot 0,25 = 30,00 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{эл1}} = 120 \cdot 0,2 = 24,00 \text{ руб./ед}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_{\text{э}} = C_{\text{э}} \cdot \text{Э}_{\text{е}} \quad (3.34)$$

где  $C_{\text{э}}$ - комплексная цена за электроэнергию, руб/кВт,  $C_{\text{э}}=2,88$ .

$$C_{\text{э0}} = 2,6 \cdot 1,25 = 3,21 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{э0}} = 2,6 \cdot 0,76 = 1,95 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{\text{рто}} = \frac{C_{\text{б}} \cdot N_{\text{рто}}}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.35)$$

где  $N_{\text{рто}}$  - суммарная норма затрат на ремонт и техобслуживание, %.

Полученные значения подставим в формулу 3.35:

$$C_{\text{рто0}} = \frac{175000 \cdot 15}{100 \cdot 4 \cdot 600} = 10,9375 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{рто1}} = \frac{102348,43 \cdot 15}{100 \cdot 5 \cdot 600} = 5,11742 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на амортизационные отчисления определяют по формуле:

$$A = \frac{C_{\text{б}} \cdot a}{100 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.36)$$

где  $a$  - норма амортизации, %.

$$A_0 = \frac{175000 \cdot 14}{100 \cdot 4 \cdot 600} = 10,2083 \text{ руб./ед.}$$

$$A_1 = \frac{102348,43 \cdot 14}{100 \cdot 5 \cdot 600} = 4,77626 \text{ руб./ед.}$$

Полученные значения подставим в формулу:

$$S_0 = 30,00 + 3,21 + 10,938 + 10,208 = 54,36 \text{ руб./ед.}$$

$$S_1 = 24,00 + 1,95 + 5,1174 + 4,7763 = 35,85 \text{ руб./ед.}$$

Приведённые затраты определяют по формуле:

$$C_{\text{прив}} = S + E_{\text{н}} \cdot F_{\text{е}} = S + E_{\text{н}} \cdot k \quad (3.37)$$

где  $E_H$  – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений ( $E_H = 0,1$ );

$F_e$  – фондоемкость процесса, руб./ед;

$k$  – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив}0} = 54,36 + 0,1 \cdot 72,917 = 61,65 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{прив}1} = 35,85 + 0,1 \cdot 34,116 = 39,2585 \text{ руб./ед.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{\text{год}} &= (S_0 - S_1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \\ \mathcal{E}_{\text{год}} &= (54,36 - 35,85) \cdot 5 \cdot 600 = 55534,36 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (3.38)$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$\begin{aligned} E_{\text{год}} &= (C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \\ E_{\text{год}} &= (61,65 - 39,26) \cdot 5 \cdot 600 = 67174,51 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (3.39)$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$\begin{aligned} T_{\text{ок}} &= \frac{C_{61}}{\mathcal{E}_{\text{год}}} \\ T_{\text{ок}} &= \frac{102348,43}{55534,36} = 1,843 \text{ лет} \end{aligned} \quad (3.40)$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$\begin{aligned} E_{\text{эф}} &= \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_6} \\ E_{\text{эф}} &= \frac{55534,36}{102348,43} = 0,5426 \end{aligned} \quad (3.41)$$

Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции показаны в таблице 3.4.

Таблица 3.4 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№ пп	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	2	3	4	5
1	Часовая производительность, ед/ч	4	5	125
2	Фондоёмкость процесса, руб./ед	72,9167	34,1161	47
3	Энергоёмкость процесса, кВт./ед.	1,2500	0,7600	61
4	Металлоёмкость процесса, кг/ед.	0,0150	0,0110	73
5	Трудоёмкость процесса, чел*ч/ед.	0,2500	0,2000	80
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	54,36	35,85	66
7	Уровень приведённых затрат, руб./ед.	61,65	39,26	64
8	Годовая экономия, руб./ед.	55534,36		
9	Годовой экономический эффект, руб.	67174,51		
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	1,84		
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	0,54		

Как видно из таблицы 3.4 спроектированная конструкция является экономически эффективной, так как срок окупаемости равен: 1,84 года, и коэффициент эффективности равен: 0,54.

### ВЫВОДЫ

Себестоимость грузовых перевозок растет в основном из-за повышения расходов на ремонт и техническое обслуживание автомобилей.

С целью уменьшения себестоимости грузоперевозок и затрат на содержание автопарка необходимо организовать качественное и своевременное техническое обслуживание подвижного состава.

Так, как своевременное и качественное обслуживание работ по

техническому обслуживанию и диагностике гидроусилителей руля грузовых автомобилей влияет не только на техническое состояние рулевого механизма автомобиля но и на безопасность дорожного движения.

Разработанная конструкция стенда для проверки гидроусилителя руля позволит существенно поднять производительность труда при диагностике гидроусилителей руля грузовых автомобилей.

Если учитывать все технико-экономические показатели, то внедрение предлагаемой конструкции стенда для проверки гидроусилителя руля будет экономически эффективным, и может быть с успехом использовано в условиях различных предприятий, эксплуатирующих автомобильный парк в составе которой имеются грузовые автомобили.

## **СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Адигамов Н.Р. и др. Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы бакалавров по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» - Казань: Изд-во Казанский ГАУ, 2018.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3т. .1, Т.2, Т.3, - 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И. Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001 – 920 с.: ил.
3. Аринин И.Н. Диагностирование на автомобильном транспорте. - М.:Высшая школа, 1985 - 80с.
4. Булгариев Г.Г. и др. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМ и ТС): - Казань: Изд-во Казанский ГАУ, 2012.
5. Ерохин М.Н. Проектирование и расчет подъемно-транспортных машин сельскохозяйственного назначения, М.: Колос, 1999. -228с.



6. Единая система конструкторской документации. Общие правила выполнения чертежей. - М.: Издательство стандартов. 231с.

7. Жуков Н.П. Гидравлический расчет объемного гидропривода с возвратно-поступательным движением выходного звена: методические указания. – Тамбов: Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 32 с.

8. Иванов М.Н. Детали машин. - М.: Высшая школа, 1991 -382с.

9. Крамаренко Г.В., Барашков И.В. «ТО автомобилей» - М.: Транспорт, 1982-3 68с.

10. Колесник П.А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. - М.:Транспорт, 1985-325с.

11. Михайлов И.С. Справочник по охране труда в сельском хозяйстве. - М.: Агропромиздат, 1988-450с.

12. Мудров А.Г. Текстовые документы. Учебно-справочное пособие. – Казань: РИЦ «Школа», 2004.- 144с.

13. Орлов П.И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие. Том 1. - М.Машиностроение, 1988-560с.

14. Орлов П.И. Основы конструирования. Справочно-методическое пособие. Том 2. - М.Машиностроение, 1988-544с.

15. Организация технического обслуживания автомобилей на станциях системы «Сельхозтехника». - М.:ГОСНИТИ, 1970-120с.

16. Оsepчугов В.В., Фрумкин А.К. Автомобиль: Анализ конструкций, элементы расчета: Учебник для студентов вузов по специальности "Автомобили и автомобильное хозяйство". – М.: Машиностроение, 1989. – 304 с., ил.

17. Общетехнический справочник. Под ред. Е. А. Скороходова – 2-е изд. перераб. и доп.. –М.: Машиностроение, 1982, - 415 с., с ил

18. Под редакцией Тельнова Н.Ф. Ремонт машин. - М.: Агропромиздат, 1992-560с.

19. Сарбаев В.И. и др. Механизация производственных процессов технического обслуживания и ремонта автомобилей: Учебное пособие. – М: МГИУ, 2003 – 284 с.

20. Унгер Э.В. и др. Устройство и ТО автомобилей Камаз. – М.: Транспорт, 1996-392с.

21. Устройство и эксплуатация автотранспортных средств. В.Л. Роговцев, А.Г. Пузанков, В.Д. Олдфилд.

22. Учебник водителя “Автомобиль” В.М. Кленников, Н.М. Ильин, Ю.В. Буралев.

23. Устройство и эксплуатация КаМАЗ-5320 В.И. Бурин, В.А.Трыков, И.В. Гринченко.