

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра

Проектирование и эксплуатация автомобилей

(наименование)

23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Автомобили и автомобильное хозяйство

(направленность (профиль) / специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему

Разработка стенда для испытания шестеренчатых насосов

грузовых автомобилей

Студент

А.А. Каримов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

В.Г. Доронкин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Консультанты

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

д-р экон. наук, профессор Е.Г. Пипко

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

канд. пед. наук, доцент С.А. Гудкова

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

Аннотация

В соответствии с заданием на выполнение ВКР, выданным кафедрой «Проектирование и эксплуатация автомобилей», была выполнена разработка конструкции стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей.

Цель работы: разработка конструкции стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей.

ВКР бакалавра включает в себя пять разделов.

В первом разделе выполнен поиск аналогов разрабатываемого оборудования.

Во втором разделе выполнена конструкторская разработка стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей.

В третьем разделе рассмотрен технологический процесс ремонта шестеренчатых насосов, возможные дефекты и неисправности.

В четвертом разделе рассмотрена безопасность и экологичность стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей.

В пятом разделе определена экономическая эффективность спроектированной конструкции стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей.

Выпускная квалификационная работа состоит из 74 страниц, и включает в себя 12 иллюстраций, 16 таблиц, 25 источников.

Abstract

The graduation work is devoted to developing of the stand for testing trucks gear pumps.

The aim of the work is to develop the stand for testing trucks gear pumps.

The key issue of the graduation work is the explore of necessary operation characteristics and develop of the stand for testing trucks gear pumps.

Much attention is given to the identification of gear pump failures, methods for their troubleshooting and the necessity to use a testing stand for gear pumps.

The graduation work consists of 74 pages, including 13 illustrations, 16 tables and 38 sources of literature.

The thesis of graduation project consists of 5 parts.

In the first part the analogues of the developed equipment are considered.

In the second part we develop the construction of a stand for testing trucks gear pumps.

The functional objective of the developed stand for testing trucks gear pumps is to check the operating parameters of the vehicle's hydraulic system: after refurbishment the hydraulic pump, before installing, for identification the defects of a faulty hydraulic power steering. The stand will significantly expand the functionality of the transport enterprises and increase their productivity. Checking hydraulic systems can be done as necessary before and after repairs.

Timely detection of defects in the hydraulic systems in technical condition assessment of the equipment will ensure its safe usage. The technical conditions evaluation of equipment is necessary to ensure its effective and long-term usage.

The third part presents the possible defects of gear pumps and technological process of their repair.

The fourth part describes the safety and ecological compatibility of the developed stand.

The fifth part deals with economic efficiency calculation of the designed construction for testing trucks gear pumps.

Overall, the results of the study showed that the research and development of the stand had a positive impact and the practical value for service stations for repair gear pumps.

Содержание

Введение.....	6
1 Поиск аналогов разрабатываемого стенда	7
1.1 Описание объекта исследований.....	7
1.2 Формирование программы исследования	8
1.3 Установление глубины поиска	9
1.4 Анализ результатов информационного поиска	15
1.5 Вывод о патентоспособности усовершенствованного объекта техники	16
2 Конструкторская разработка стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей	20
2.1 Техническое задание на разработку стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей	20
2.2 Техническое предложение на изготовление стенда для испытания насосов НШ-50	22
2.3 Расчёт основных деталей конструкции	31
2.4 Руководство по эксплуатации.....	38
3 Технологический процесс ремонта	44
3.1 Анализ конструктивных особенностей и условий работы ремонтируемого объекта	44
3.2 Возможные дефекты объекта, возникающие в условиях его эксплуатации	44
3.3 Разработка технологии ремонтных работ	44
3.4 Возможные неисправности насоса НШ-50	46
3.5 Рабочая карта технологического процесса.....	47
4 Безопасность и экологичность стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей.....	52
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей.....	52
4.2 Определение профессиональных рисков	53

4.3 Способы снижения профессиональных рисков	54
4.4 Пожарная безопасность стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей	57
4.5 Экологическая безопасность стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей	60
5 Расчет экономической эффективности стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей	62
5.1 Определение себестоимости изготовления	62
5.2 Определение затрат на выплату заработной платы	63
5.3 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	65
5.4 Определение общей суммы затрат на изготовление конструкции стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей	67
Заключение	69
Список используемой литературы и используемых источников	70
Приложение А Спецификация	73

Введение

В современных конструкциях тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин, на смену механическому управлению рабочими органами, тормозной системой, работой коробки переменных передач, гидроусилением рулевого управления, пришли гидросистемы (гидравлического привода).

Говоря о преимуществах гидравлического привода, следует отметить простоту автоматизации работы гидрофицированных механизмов, возможность автоматического изменения их режимов работы.

Каждая гидросистема различных по назначению тракторов, автомобилей и сельскохозяйственной, дорожно-строительной и коммунальной автотехники, рассчитана на определенный вид исполнительных механизмов, которая должна обеспечить определенные условия работы гидросистемы – либо скорость перемещения поршня гидроцилиндра или усилия на штоке гидроцилиндра, или крутящий момент на валу гидрогенератора.

Нагнетанием рабочей жидкости в гидросистему занимаются различные по конструкции насосы, в частности предложенный нами высокопроизводительный шестеренчатый насос НШ.

Насос – элемент создающий давление, является основной и незаменимой частью любой гидравлической системы, преобразуя механическую энергию вращения лопастей двигателя, в энергию давления рабочей жидкости.

Своевременное обнаружение дефектов оборудования при оценке технического состояния оборудования позволит обеспечить его безопасную эксплуатацию, эффективное и долговременное использование, а также предотвратить аварийные ситуации.

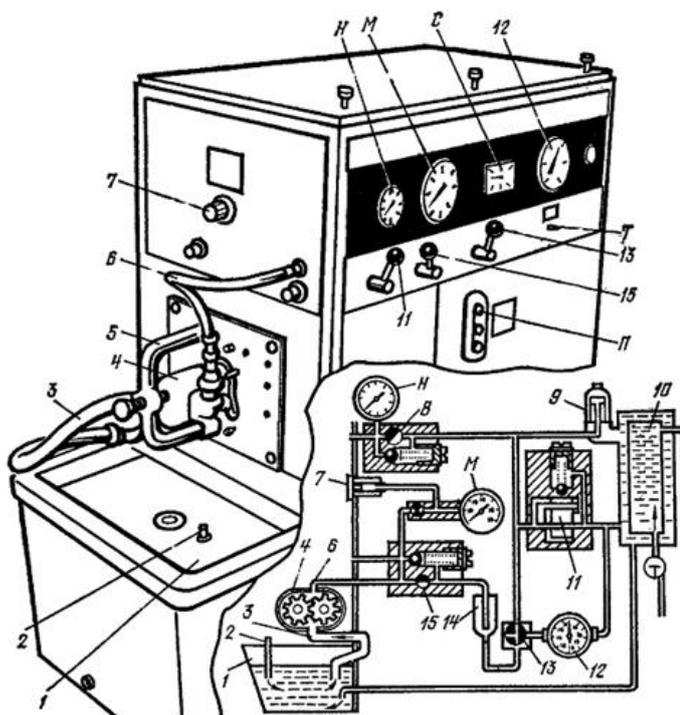
Целью работы является разработка конструкции стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей.

1 Поиск аналогов разрабатываемого стенда

1.1 Описание объекта исследований

Стенд КИ-4815М предназначен для подготовки к повседневной эксплуатации, испытательных проверках, регулировке, и дефектовке агрегатов гидросистем строительных и сельскохозяйственных машин. На данной установке испытывают и регулируют гидроагрегаты высокой производительности, шестеренчатые насосы НШ-46, НШ-50, цифровые значения на которых обозначают производительность, вытесненный объем за один поворот вала, НШ-67, НПА-64, НШ-100 и распределители типа Р-150.

На рисунке 1 представлена схема компоновки стенда КИ-4815М.



1 – емкость; 2 – штуцер сливной; 3, 6 – патрубки; 4 – дефектуемый насос; 5 – крепеж насоса; 7 – ручка регулировки; 8 – гидравлический дроссель; 9 – центрифуга; 10 – чиллер; 11 – переливной золотник; 12 – подсчет жидкости; 13 – кран трехходовой; 14 – фильтр всасывающий; 15 – дроссель высокого давления; П – кнопка пускателя; Н – манометр низкого давления; М – манометр высокого давления; С – быстродействующий счетчик импульсов; Т – обнуление показаний счетчика импульсов.

Рисунок 1 – Схема стенда КИ-4815М

Асинхронный электродвигатель А02-Н-4-21 посредством клиноременной передачи, с передаточным числом 1,21 является приводом стенда. Быстродействующий импульсный счетчик БИС-62 приводится в действие приводом прерывателя через редуктор с передаточным числом 2. Для дистанционного управления применен магнитный пускатель электродвигателя открытого типа, реверсивный ПА-413, для коммутации – пост кнопочный магнитный защищенный, на три кнопки КМЗ-3. В электрическую схему включен автомат АП-50-3МТ, предохранитель от перегрузок и КЗ.

В состав гидравлической системы входят: расходная емкость, дроссель высокого давления с предохранительным клапаном, трехходовой кран, предохранительный клапан Г52-14 с переливным золотником, жидкостной импульсный счетчик ШЖ-40С-6. Фильтра механический и центробежный. В качестве охладителя выступает радиатор от автомобиля ВАЗ с терморегулятором. Манометры высокого МГНОШ 160Х250 и низкого МОШ 100Х16 давления. К манометру МГНОШ 160Х250, за диафрагмой дросселя установлена рукоятка регулировки просвета в гильзе золотника распределителя.

К недостаткам стенда можно отнести, который не требуется для использования в агрегатном отделении.

1.2 Формирование программы исследования

Целью поиска аналогов является создание стенда для испытания гидроагрегатов непосредственно применяемых на АТП в условиях предприятия, что позволит снизить затраты на ремонт.

Проверка осуществляется в странах занимающих лидирующие позиции в автомобильной промышленности, в этих странах, как правило, исчерпывающая информация об испытаниях и исследованиях в области техники: Россия, Великобритания, Германия, США, Франция, Япония.

Исследуемый объект является устройством, так как характеризуется конструктивными признаками – формой и сопоставимостью размеров деталей, узлов, механизмов и конструкции стенда в целом.

Для достижения цели модернизации внесем изменения в конструкцию стенда испытания гидроагрегатов.

В открытой базе данных по ключевым словам или словосочетаниям: «стенд испытания гидроагрегатов» проводим классификацию по МПК с соблюдением всех поправок и изменений.

Раздел F – Машиностроение, освещение, отопление, двигатели и насосы, оружие и боеприпасы, взрывные работы.

Подходящими подразделами являются: F 01 (машины или двигатели вообще), F03 (гидравлические машины и двигатели), F04 (гидравлические машины объемного вытеснения, насосы для жидкостей или для сжимаемых текучих сред) и F15 (гидравлические и пневматические исполнительные механизмы, пневмогидравлические системы общего назначения).

Определяем индекс УДК:

- 6 – Прикладные науки. Медицина. Техника;
- 65 – Управление предприятиями. Организация производства, торговли и транспорта;
- 656 – Транспортное обслуживание. Логистическое управление перевозками. Почтовая связь;
- 656.1 – Эксплуатация наземного безрельсового транспорта. Движение по улицам и дорогам;
- 656.1.5 – Организация и эксплуатация наземного (сухопутного) транспорта.

1.3 Установление глубины поиска

Защита патентоспособности на изобретение составляет 25 лет, на полезную модель – 13 лет. Новые технические решения внедряются в

конструкцию стенда испытания гидроагрегатов быстро, так как испытание насосов является часто используемым приспособлением при проведении различных работ, связанных с ремонтом и техническим обслуживанием автомобиля. Так как разработки ведутся постоянно, установим глубину информационного поиска 25 лет.

Составление регламента информационного поиска (таблица 1, 2).

Таблица 1 – Регламент информационного поиска

Предмет поиска	Классификационная рубрика: МПК, УДК	Страна поиска	Ретроспективность	Наименование информационной базы (фонда)
Стенд испытания гидроагрегатов	656.1.5 F15B019/00	Россия, Германия США Япония Великобритания Франция	25 лет (1995-2020)	Описания к авторским свидетельствам и патентам, реферативный сборник «Изобретения стран мира», реферативный журнал «Автомобиль, автомобильное хозяйство», «Автомобильная промышленность», «Автомобильный транспорт», Сайты: www.fips.ru , www.sibpatent.ru .

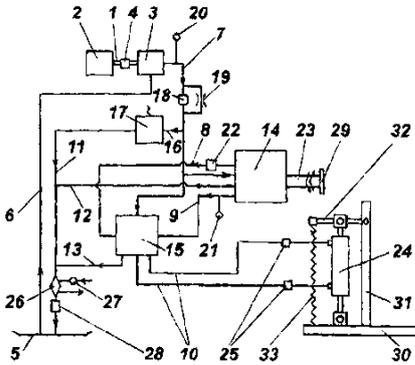
Таблица 2 – Информационный поиск

МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Название изобретения, суть изобретения, название и сущность технического решения	Необходимость проведения процедура детального исследования достигнутого уровня патентной чистоты	
F15B019/00 Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка №1707305 23.01.92.	1 Стенд для испытания агрегатов гидроприводов сельско-хозяйственной техники КИ- 4815М. Стенд предназначен для испытания агрегатов гидрообъемных приводов. Стенд содержит смонтированные на раме приводной вал для подключения к нему валов испытываемого гидронасоса шестеренного типа или насоса гидростатического привода, гидравлическую систему, имеющую первый гидробак, первую линию всасывания для подключения ее выхода к всасывающей полости испытываемого гидронасоса, снабженную дросселем первую напорно-сливную линию для подключения ее входа к напорной полости	Да	-

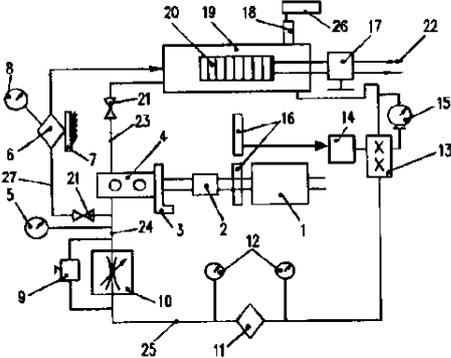
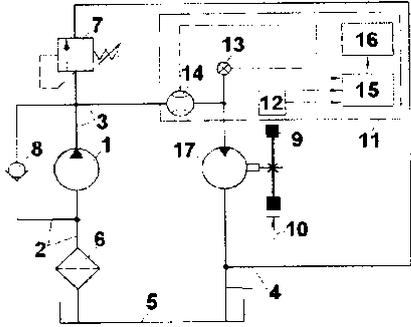
Продолжение таблицы 2

МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Название изобретения, суть изобретения, название и сущность технического решения	Необходимость проведения процедура детального исследования достигнутого уровня патентной чистоты	
	<p>гидронасоса и переключающее устройство для подключения испытываемого гидрораспределителя к напорному участку напорно-сливной линии, а также средства для установки на стенде испытываемых агрегатов и контрольно-измерительную аппаратуру.</p> <p>Для проведения испытаний гидростатического привода стенд снабжен второй линией всасывания для подключения ее выхода к всасывающей полости испытываемого насоса, имеющей дроссель и манометр, второй напорно-сливной линией для подключения ее входа к полости высокого давления, испытываемого гидромотора гидростатического привода, сливной линией для подключения ее входа к сливной полости насоса, тормозным устройством для вала гидромотора, а также вторым гидробаком, с которым сообщены вход второй линии всасывания и выходы сливной и второй напорно-сливной линий.</p> <p>Для проведения испытаний гидроцилиндров стенд снабжен станком для крепления на стенде испытываемого гидроцилиндра, датчиком давления, развиваемого этим гидроцилиндром, а также трубопроводами для подключения гидроцилиндра к первой напорно-сливной линии стенда. В процессе испытаний гидроцилиндра конец его штока воздействует на датчик. Технический результат - расширение возможностей использования стенда.</p>		
<p>F15B19/00 Черноиванов В.И., Северный А.Э., Колчин А.В., Каргиев Б.Ш., Данков А.А. № 2173414</p>	<p>2 Стенд для испытания элементов гидроагрегата рулевого управления</p> <p>Стенд используется для испытания элементов гидроагрегатов рулевого управления. Стенд имеет гидронасос, предохранительно-переливной клапан, насос-дозатор, усилитель потока и гидроцилиндры поворота колес. Стенд содержит приводной вал, при испытаниях соединяемый с валом гидронасоса, и гидросистему, имеющую гидробак, линию всасывания, первую напорную линию, один выход которой подключают ко входу насоса-дозатора, а другой - ко входу запорного клапана усилителя, вторую и третью напорные линии, входы которых подключают к разным напорным полостям насоса-дозатора, а выходы - к разным торцевым полостям золотника усилителя, две напорно-сливные линии, входы которых подключают к разным напорно-сливным отверстиям золотника усилителя, а выходы - к разным полостям гидроцилиндра, а также первую, вторую и третью сливные линии, входы которых подключают соответственно к выходу клапана, к сливной полости насоса-дозатора и к сливным отверстиям золотника усилителя.</p> <p>При закрытом кране с помощью датчика давления рабочей жидкости в линии и дросселя определяют производительность гидронасос. Техническое</p>	<p>Да</p>	<p>-</p>

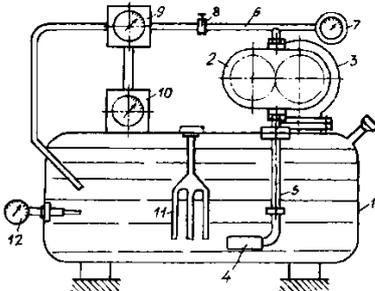
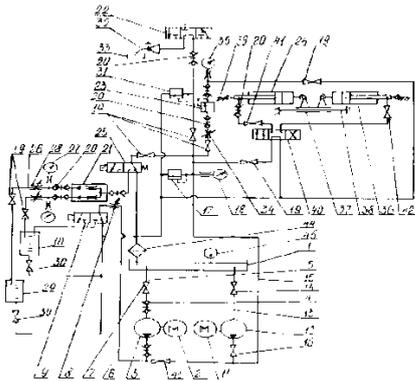
Продолжение таблицы 2

МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Название изобретения, суть изобретения, название и сущность технического решения	Необходимость проведения процедура детального исследования достигнутого уровня патентной чистоты	
	<p>состояние других элементов гидроагрегата, оценивают по показаниям датчика усилия на приводном валу насоса-дозатора, измерителя расхода рабочей жидкости в линии, измерителя давления рабочей жидкости в линии и измерителей расхода рабочей жидкости в линиях. Нагрузку на шток гидроцилиндра имитируют усилием пружины.</p> <p>Технический результат - расширение функциональных возможностей.</p> 		
<p>F04C2/08 (2006.01), G01M15/00 (2006.01), Дата начала отсчета срока действия патента: 08.07.2005 Опубликовано: 27.12.2006 Черноиванов В.И., Колчин А.В., Каргиев Б.Ш., Филиппова Е.М., Петрищев Н.А., Юсипов Р.Т.</p>	<p>3 Стенд для испытания масляных шестерённых насосов и полнопоточных масляных центрифуг.</p> <p>Изобретение используется для испытания масляных шестеренных насосов ДВС и полнопоточных масляных центрифуг. Стенд содержит приводной вал для подключения к нему вала испытываемого насоса, гидравлическую систему, имеющую гидробак, всасывающую гидролинию, вход которой подключен к гидробаку, а выход предназначен для подключения к входному отверстию насоса, напорную гидролинию, вход которой предназначен для подключения к выходному отверстию насоса, сливную гидролинию, гидролинию для испытания центрифуги вход которой подключен к напорной гидролинии, а выход к гидробаку, а также средства для установки насоса и центрифуги на стенд и регулируемый дроссель. Средства для определения производительности насоса включают в себя датчик оборотов вала насоса, счетчик импульсов, снабженный индикатором и органом включения/выключения, счетчик жидкости, снабженный соответствующим органом включения/выключения и двухходовой кран с переключающей рукояткой.</p> <p>Выход датчика подключен к счетчику импульсов, вход и первый выход крана подключены к сливной гидролинии, второй выход крана подключен к входу счетчика жидкости, выход которого подключен к сливной гидролинии после точки подключения первого выхода крана, а переключающая рукоятка</p>	<p>Да</p>	<p>-</p>

Продолжение таблицы 2

МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Название изобретения, суть изобретения, название и сущность технического решения	Необходимость проведения процедура детального исследования достигнутого уровня патентной чистоты	
	<p>связана с органами включения/выключения счетчиков и для обеспечения одновременного включения этих счетчиков с подачей рабочей жидкости из второго выхода крана на вход счетчика жидкости и одновременного выключения указанных счетчиков с прекращением указанной подачи рабочей жидкости на вход счетчика жидкости.</p> <p>Расширяются функциональные возможности при повышении точности определения производительности испытываемого насоса.</p> 		
<p>F04B51/00 Дата начала отсчета срока действия патента: 05.07.2004 Опубликовано: 10.11.2004 Маслов Н.А. , Мокин Н.В.</p>	<p>4 Стенд для испытания гидромоторов, содержащий насос, бак, фильтр, предохранительный клапан, соединенный с напорной линией насоса и нагрузочное устройство, отличающийся тем, что нагрузочное устройство выполнено в виде маховика, и он снабжен измерительной системой, содержащей датчик частоты вращения маховика и датчики давления и расхода рабочей жидкости, установленные в напорной линии насоса, соединенные через модуль ввода с вычислительным устройством.</p> 	Да	-
<p>№ 46358 G01M15/00 Наумов Л.Г. (RU) Дата начала отсчета срока действия патента:</p>	<p>5 Устройство для диагностирования и испытания масляных насосов, состоящее из емкости с жидким маслом и манометром, масляного насоса с приводом от электродвигателя, заборника, находящегося в резервуаре с жидким маслом, маслопроводов, связывающих заборник с насосом, а насос - с</p>	Да	-

Продолжение таблицы 2

МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Название изобретения, суть изобретения, название и сущность технического решения 2	Необходимость проведения процедура детального исследования достигнутого уровня патентной чистоты	
<p>18.02.2005 (46) Опубликовано: 27.06.2005</p>	<p>емкостью с жидким маслом, причем раздаточный маслопровод, связанный с насосом, снабжен запорным механизмом и счетчиком масла, отличающееся тем, что емкость с жидким маслом снабжена нагревательным элементом с термометром, заборник опущен в подогреваемое масло, раздаточный маслопровод соединен с той же емкостью, а счетчик масла синхронизирован с отметчиком времени.</p> 		
<p>№10799 F04B51/00 Дата начала отсчета срока действия патента: 10.01.1999 (46) Опубликовано: 16.08.1999 Дражин Ю.С., Палагин С.Г.</p>	<p>6 Стенд испытания гидрооборудования. Стенд испытания гидрооборудования, включающий расходную емкость с рабочей жидкостью, приводной двигатель, соединенный с испытуемым насосом, всасывающая гидролиния которого соединена с расходной емкостью, а напорная содержит нагрузочный дроссель и распределитель, выходы которого соединены с расходной емкостью и мерным баком, отличающийся тем, что он дополнительно содержит другой мерный бак и приводной двигатель, соединенный с насосом, всасывающая гидролиния которого соединена с упомянутой расходной емкостью, а напорная содержит снабженные запорными вентилями и быстроразъемными соединениями участки для испытания дозаторов, гидрораспределителей, предохранительных клапанов и гидроцилиндров, причем выходные линии дозатора соединены с двумя мерными баками, на участке гидролинии для испытания гидроцилиндров установлен гидрораспределитель, выходные линии которого посредством вентиляей подключены к испытуемому и возвратному гидроцилиндрам.</p> 	<p>Да</p>	<p>-</p>

Проведя информационный поиск, мы установили, что идет модернизация в направлении универсального испытания гидроагрегатов. Из шести представленных выше патентов, наиболее перспективными для нашего исследования являются патенты №1707305 и №2173414.

1.4 Анализ результатов информационного поиска

Стенд – установка, состоящая из основных элементов: стационарной стальной рамы, емкости с маслом, асинхронного электродвигателя и приборов контрольно-измерительной группы, отслеживающих состояние насоса в режиме on-line и позволяющих сделать вывод о работоспособности насоса в целом. Для установки насоса на стенд изготавливается специальное приспособление – станина, на которую предварительно закрепляется насос, затем станина надежно крепится на стенд, при этом шестерни насоса входят в зацепление с муфтой асинхронного электродвигателя. Подача масла осуществляется из бака к насосу, от насоса через шланг в трубопровод измерительной аппаратуры, а потом в бак для сбора масла. Включение и отключения стенда происходит при помощи кнопочного выключателя ПКП-22, расположенного с правой стороны стенда. Рама изделия изготавливается из уголков, сваренных между собой. Станина выполнена в пропорциях, соизмеримых с размерами насоса и электродвигателя. Это сделано для создания впечатления устойчивости конструкции, и в тоже время не выглядит громоздко.

Визуально, простота компоновки демонстрирует возможности выполняемых стендом функций, рабочие элементы (крепление насоса, управление дросселем), привод (электродвигатель), четко обозначены.

Благодаря простоте, компактности, конструкция установки легко вписывается в обстановку цеха, не нарушая общего композиционного решения, что является преимуществом перед существующими аналогами.

Таблица 3 – Анализ результатов поиска

Конструкция проектируемого объекта	Проектируемый объект	Аналоги	
		№1707305	№2173414
Конструкция стенда в целом	0	+	+
Конструкция установки насоса	0	-	-
Механизм соединения с двигателем	0	+	-
Суммарная оценка:		2	1

Из таблицы 3 видим, что наибольшую сумму баллов имеет аналог «Стенд для испытания агрегатов гидроприводов КИ- 4815М», следовательно, он является наиболее прогрессивным. Принимаем его для усовершенствования стенда.

1.5 Вывод о патентоспособности усовершенствованного объекта техники

Проведенные исследования усовершенствованного объекта техники показали, что усовершенствованный объект соответствует критериям патентоспособности и необходимо оформить заявочный материал на получение патента на полезную модель.

Существующий Стенд КИ-4815М предназначен для подготовки к повседневной эксплуатации (обкатка), корректирующей регулировке клапанных устройств, испытательных проверках и дефектовке агрегатов гидросистем строительных и сельскохозяйственных машин, после снятия.

На данной установке испытывают и регулируют гидроагрегаты высокой производительности, шестеренчатые насосы НШ-46, НШ-50, цифры обозначают производительность, вытесненный объем см³ за один поворот вала, НШ-67, НПА-64, НШ-100 и распределители типа Р-150.

Асинхронный электродвигатель А02-Н-4-21 посредством клиноременной передачи, с передаточным числом 1,21 осуществляет привод стенда. Быстродействующий импульсный счетчик БИС-62 приводится в действие приводом прерывателя через редуктор с передаточным числом 2.

Для дистанционного управления применен магнитный пускатель электродвигателя открытого типа, реверсивный ПА-413, для коммутации - пост кнопочный магнитный защищенный, на три кнопки КМЗ-3. В электрическую схему включен автомат АП-50-3МТ, предохранитель от перегрузок и КЗ.

В состав гидравлической системы входит: расходная емкость, дроссель высокого давления с предохранительным клапаном, трехходовой кран, предохранительный клапан Г52-14 с переливным золотником, жидкостной импульсный счетчик ШЖ-40С-6. Фильтра механический и центробежный. В качестве охладителя (радиатор от автомобиля ВАЗ) с терморегулятором. Манометры высокого МГНОШ 160Х250 и низкого МОШ 100Х16 давления.

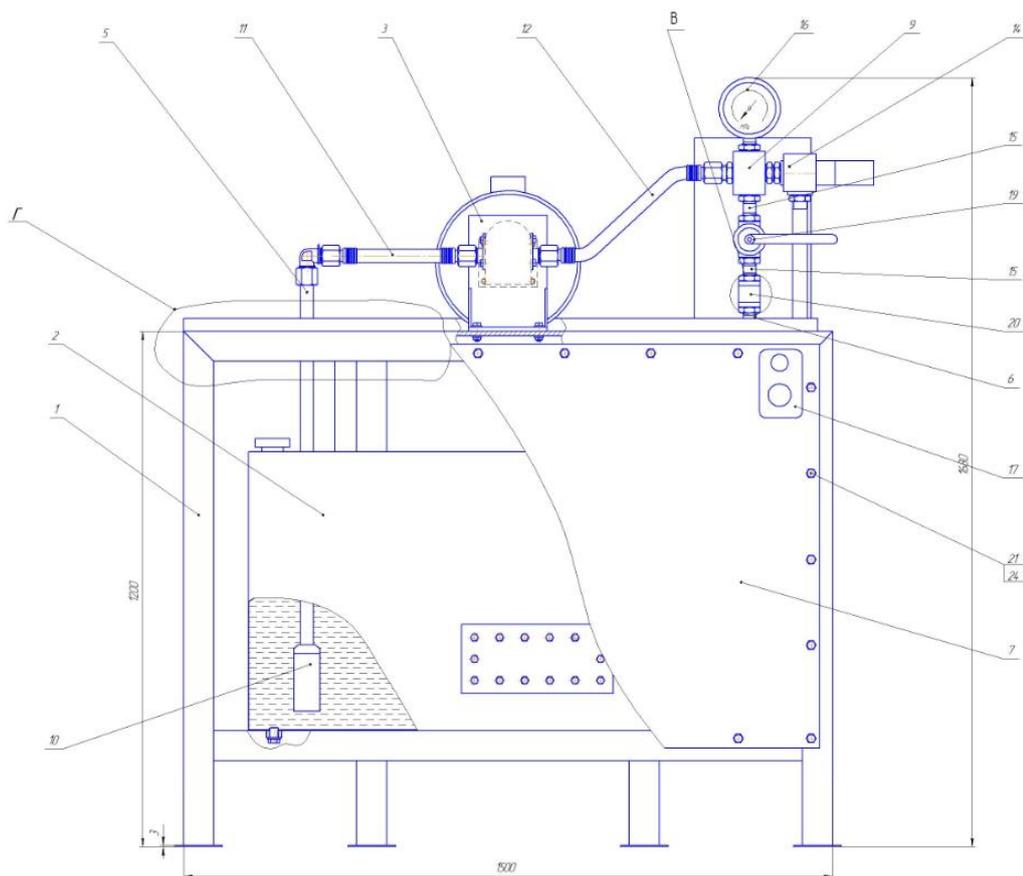
К манометру МГНОШ 160Х250, за диафрагмой дросселя установлена рукоятка регулировки просвета в гильзе золотника распределителя.

Задачей является создание объекта для испытания конкретного гидроагрегата, применяемого на данном автотранспортном предприятии, что позволит экономичнее проводить обслуживание.

Техническим результатом является упрощение конструкции стенда до процесса изготовления на АТП.

Технический результат обеспечивается тем, что стенд изготавливается из доступных материалов с применением стандартных покупных изделий.

Стенд испытания гидроагрегатов (рисунок 2) содержит бак для масла 2, установленный на раме 1, всасывающий трубопровод 5 с фильтром 10, электродвигатель 18, который через муфту приводит в движение испытуемый насос, который в свою очередь установлен на специальной опорной пластине 3, напорный трубопровод 12, дроссель 19, который служит для увеличения давления, манометр 16, счётчик расхода жидкости 20, трубопровод 12, который соединён с баком для масла 2. Для смены всасывающего фильтра 10 имеется люк, а управление электродвигателем осуществляется через кнопочный пост ПКП-22.



1 – рама; 2 – масляный бак; 3 – опорная пластина; 4 – поддон; 5, 6 – трубопровод; 7, 8 – кожух; 9 – разветвитель; 10 – фильтр масляный; 11, 12 – рукав высокого давления; 13, 15 - муфта; 14 – клапан; 16 – манометр; 17 – блок управления; 18 – электродвигатель; 19 – дроссель; 20 – расходомер; 21-30 – крепежные изделия.

Рисунок 2 – Схема усовершенствованного объекта исследования

Предлагаемая конструкция позволяет улучшить экономические характеристики стенда.

Формула.

Устройство для диагностирования и регулировки масляных насосов, состоящее из расходной емкости с маслом, заборного трубопровода с фильтром, масляного насоса с приводом от электродвигателя, напорного маслопровода, связывающих заборник с насосом, а насос – с расходной емкостью с маслом. Напорный маслопровод, снабжен дросселем регулирующим давление, манометром и счетчиком расхода масла, отличающееся тем, что емкость имеет больший объем жидкого масла,

заборник опущен в масло, напорный маслопровод соединен с той же емкостью.

Реферат.

Полезная модель относится к системам диагностирования и испытания гидроагрегатов. Стенд испытания гидроагрегатов содержит бак для масла, установленный на раме, всасывающий трубопровод с фильтром, электродвигатель через муфту приводит в движение испытуемый насос, который установлен на специальной опорной пластине, напорный трубопровод имеет дроссель, который служит для увеличения давления, манометр и счётчик расхода жидкости, трубопровод, так же соединён с баком для масла. Для смены всасывающего фильтра имеется люк, управление электродвигателем осуществляется через кнопочный пост ПКП-22.

Предлагаемая конструкция позволяет улучшить экономические характеристики стенда.

2 Конструкторская разработка стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей

2.1 Техническое задание на разработку стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей

Стенд – установка, состоящая из основных элементов: стационарной стальной рамы, емкости с маслом, асинхронного электродвигателя и приборов контрольно-измерительной группы, отслеживающих состояние насоса в режиме реального времени и позволяющих сделать вывод о работоспособности насоса в целом.

Функциональной целью разрабатываемого устройства является проверка рабочих параметров гидравлической системы автомобиля: после восстановительного ремонта гидронасоса, перед его установкой на штатное место автомобиля, для проведения дефектовочных работ неисправного гидроусилителя руля. Наличие стенда позволит значительно расширить функциональные возможности автотранспортного предприятия и заметно повысит производительность. Проверка гидравлических систем может производиться по необходимости до и после ремонта.

Стенд планируется установить на площадях агрегатно-моторного участка.

Агрегатно-моторный участок размещает технологическое оборудование в помещении закрытого типа, со смещенным (естественным и искусственным) видом освещения, с соблюдением требований, норм охраны труда. Система приточно-вытяжной вентиляции. Поддержание температурного режима в интервале, составляющем 18-25 °С с разрешенной влажностью 40-75 %, с ровным и прочным половым покрытием – предпочтительно бетонным. В рабочей зоне доступно трехфазное электрическое питание с надежным заземлением, сжатый воздух под давлением 0,4-0,6 МПа.

Источниками разработки служат:

- техническая литература,
- справочники и каталоги оборудования,
- интернет-сайты.

Стенд необходимо изготовить в единственном экземпляре. Конструкцию спроектировать из отдельных узлов и механизмов. Обеспечить поддержание работоспособности стенда до ремонта. Предусмотреть средства защиты и защитные ограждения на подвижные части.

Планируя эксплуатацию оборудования, включить в график работ обязательную ежемесячную проверку и обслуживание. Визуальный осмотр элементов электрооборудования, целостность соединений проводится перед началом рабочей смены автослесарем. Для надежности соединения, элементы корпуса, изготовленные из профильной трубы, уголка, швеллера и листового прокатного металла, сварены электросваркой. С целью ремонтпригодности и сокращения производственных затрат, при конструировании стенда используем готовые типовые и стандартные узлы, элементы и детали, например подшипники, приводные ремни и так далее. В качестве привода предлагается использовать асинхронный, трехфазный электродвигатель с частотой вращения 1500 об/мин. Для подключения электродвигателя к кнопкам управления используются провода расчетного, по потребляемой мощности сечения. Необходимо следить за поддержанием чистоты и порядка в зоне выполнения работ.

Конструктивная простота стенда должна иметь функциональную ясность изделия. Соблюдение эстетических законов пропорций не должны создавать хаотичность расположения элементов.

Стенд, окрашенный в зеленый цвет, гармонично впишется в интерьер помещения, для привлечения внимания оградительный кожух покрасим красной эмалью.

Обеспечить беспрепятственный подход к установке при выполнении сборочно-разборочных работ.

Сварные швы рамы должны быть тщательно зачищены, во избежание травмирования автослесаря.

Технические параметры:

- электродвигатель асинхронный стандартный;
- рабочая жидкость
..... масло индустриальное гидравлическое с присадками;
- масса станда, менее, кг 410.

При разработке технического предложения, предусмотреть выполнение эскизного проекта.

Себестоимость станда не должна превышать 150 тыс. рублей, с учетом окупаемости за один год.

Разработка технической документации 45 дней. Подготовительно закупочный этап 25 дней. Изготовление изделия 40 дней.

Эскизный проект разрабатывается в двух вариантах компоновки устройства, в которых прорабатывается, согласно техническому предложению. Для подтверждения работоспособности технического проекта, спроектированного станда, выполняются прочностные расчёты и чертеж общего вида.

Изготовление опытного образца не предусматривается. На проверку и утверждение предоставить расчетно-пояснительную записку и эскизную компоновку в масштабе. Место проведения экспертизы – кафедра ПЭА ТГУ.

2.2 Техническое предложение на изготовление станда для испытания насосов НШ-50

Получено задание на разработку станда для испытания насосов гидроусилителей транспортных средств (далее – станд). Дополнительных разъяснений не требуется.

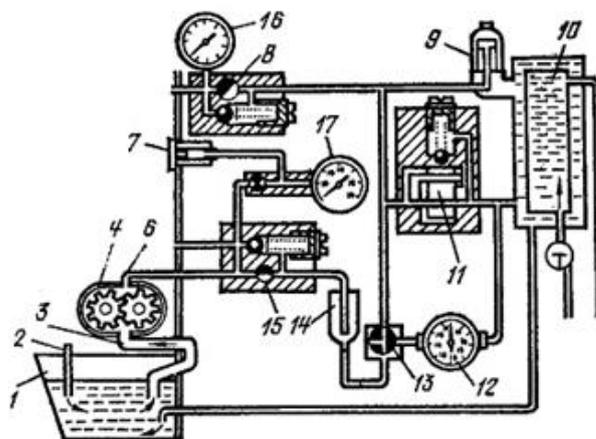
Конечная цель разработки – возможность проверки рабочих параметров гидравлической системы автомобиля, значительное расширение

функциональных возможностей автотранспортного предприятия и заметное повышение производительности труда. При составлении технического предложения на стенд, произведен мониторинг для выявления действующих аналогов, или образцов схожих по функциональным возможностям.

Выявлен аналог близкий по функциональным возможностям, стенд КИ-4815М для испытания гидроагрегатов.

Стенд предназначен для подготовки к повседневной эксплуатации (обкатка), корректирующей регулировке клапанных устройств, испытательных проверках и дефектовке агрегатов гидросистем строительных и сельскохозяйственных машин, после снятия (рисунок 3).

На данной установке испытывают и регулируют гидроагрегаты высокой производительности, шестеренчатые насосы НШ-46, НШ-50, цифры обозначают производительность, вытесненный объем за один поворот вала, НШ-67, НПА-64, НШ-100 и распределители типа Р-150.



- 1 – емкость; 2 –штуцер сливной; 3, 6 – патрубки; 4 – дефектуемый насос;
 5 – крепеж насоса; 7 – ручка регулировки; 8 –гидродроссель; 9 – центрифуга;
 10 – охлаждающее устройство; 11 – золотник; 12 – счетчик жидкости; 13 – кран;
 14 – фильтр; 15 – дроссель высокого давления; 16 – манометр низкого давления;
 17 – манометр высокого давления

Рисунок 3 – Стенд КИ-4815М

Асинхронный электродвигатель А02-Н-4-21 посредством клиноременной передачи, с передаточным числом 1,21 осуществляет привод стенда. Быстродействующий импульсный счетчик БИС-62 приводится в действие приводом прерывателя через редуктор с передаточным числом 2. Для дистанционного управления применен магнитный пускатель электродвигателя открытого типа, реверсивный ПА-413, для коммутации - пост кнопочный магнитный защищенный, на три кнопки КМЗ-3. В электрическую схему включен автомат АП-50-3МТ, предохранитель от перегрузок и КЗ.

В состав гидравлической системы входит: расходная емкость, дроссель высокого давления с предохранительным клапаном, трехходовой кран, предохранительный клапан Г52-14 с переливным золотником, жидкостной импульсный счетчик ШЖ-40С-6. Используется механический и центробежный фильтр. В качестве охладителя используется радиатор от автомобиля ВАЗ с терморегулятором. Манометры высокого МГНОШ 160X250 и низкого МОШ 100X16 давления. К манометру МГНОШ 160X250, за диафрагмой дросселя установлена рукоятка регулировки просвета в гильзе золотника распределителя.

Обслуживание и ремонт, проводятся при выполнении обязательного условия, стенд должен быть обесточен (отключено электрическое питание).

Монтаж стенда, подключение к электрическому питанию, и заземлению, осуществляется опытными специалистами в соответствии с рекомендациями инструкции по эксплуатации.

Выявлен аналог близкий по функциональным возможностям, стенд КИ 4200 для дефектовки гидронасосов: НШ-10; НШ-32; НШ-46; НШ-50; распределители клапанно-золотникового типа Р-75, Р-80; силовые цилиндры двухстороннего действия с изменяемым ходом поршня Ц55; Ц75; Ц90; Ц100; Ц110; Ц125; агрегаты гидросистем комбайнов СК-4, СКД-5, кран вариатора, кран распределителя золотника управляемых колес; редукционные и предохранительные клапаны и гидроусилители сцепного веса тракторов

МТЗ-50/52 МТЗ-80/82. Конструкции стендов аналогичны требуемым техническим заданием и имеют похожие габаритные размеры.

Анализ конструктивных особенностей стендов-аналогов показал, что они имеют возможность для более широкого диапазона испытаний, чем нам требуется техническим заданием. Использование выбранных аналогов, экономически невыгодно (высокая стоимость 800 тыс. рублей). Необходимо разработать простую конструкцию, более экономную, но функционально достаточную для выполнения условий технического задания.

При конструировании стенда для проведения испытаний насоса НШ-50 проработаем несколько конструктивных вариантов и выявим наилучшее решение.

Варианты компоновки размещения электродвигателя на стенде: изготовление стенда с перпендикулярным расположением электродвигателя (рисунок 4а) и с параллельным расположением электродвигателя (рисунок 4б).

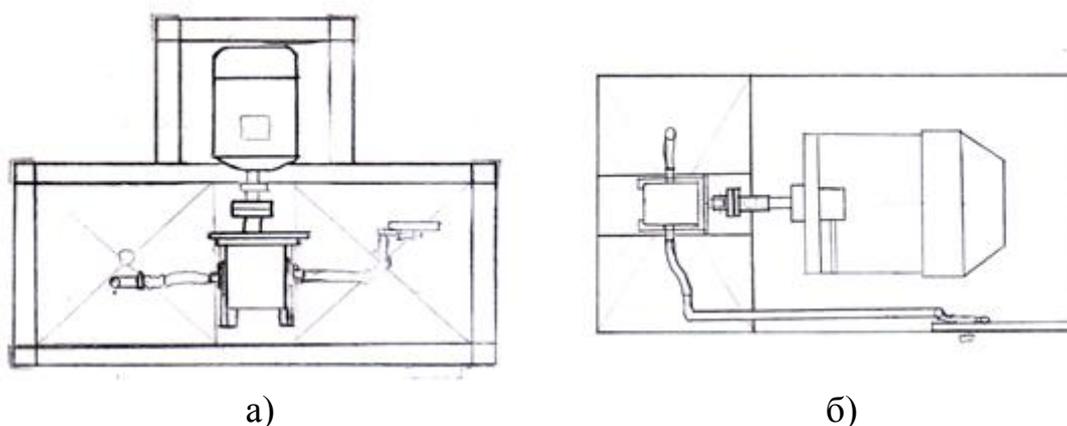


Рисунок 4 – Варианты расположения электродвигателя

Второй вариант компоновки менее металлоемок, но при этом конструкция стенда подвержена вибрации и раскачиванию. За основу принимаем компоновочное решение первого варианта, обеспечивающее

необходимую устойчивость стенда и беспрепятственный доступ к узлам и механизмам.

Метрологическая измерительная аппаратура расположена на стенде, справа от испытываемого насоса, создавая удобство и компактность.

Основная деталь стенда, рама, должна обеспечить требуемую жесткость конструкции и надёжность крепления узлов, позволяющие проводить быстрый монтаж и демонтаж. Учитывая выдвинутые в ТЗ требования к технологичности конструкции, рама будет изготовлена из горячекатаного уголка или профильной трубы. Первый вариант предпочтителен, так как более дешев и не уступает по прочности варианту два.

Конструкция рамы стенда, сварная из уголка с внешними размерами 70x70x6 ГОСТ 8509-93 (рисунок 5), состоящая из столешницы прямоугольной формы с размером 70x150 см, и приваренной к ней площадкой для крепления двигателя 60x50.

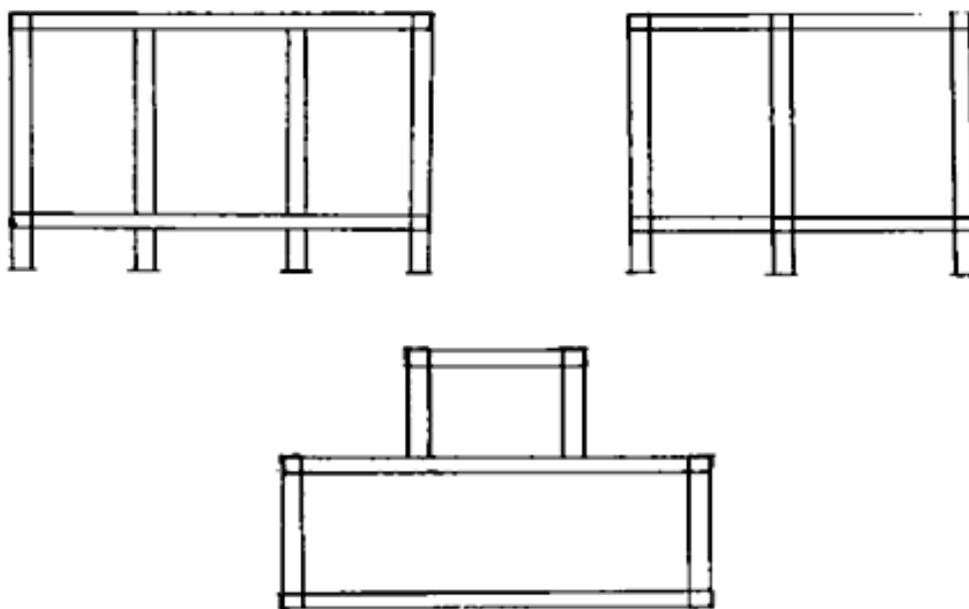


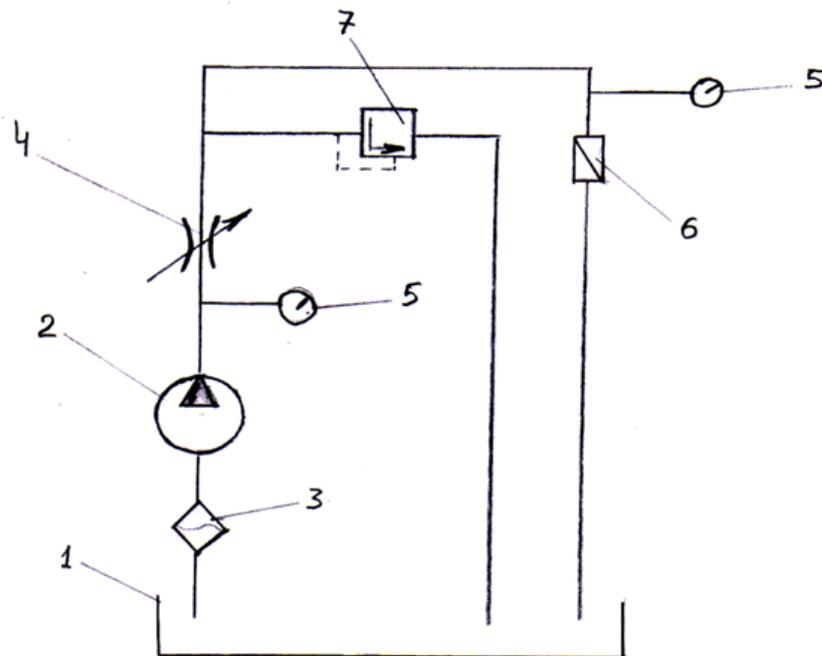
Рисунок 5 – Рама стенда

С целью придания конструкции дополнительной жесткости и строгой геометрической формы, к ножкам, в нижней части рамы, приварив из уголка

две поперечины, положим на них и прихватим сваркой стальной лист железа толщиной 5 мм, образовав нижнюю полку, для установки емкости с рабочей жидкостью. Для создания уверенной устойчивости станда, на торцы уголка ножек, приварим пятки круглой формы.

Передачу крутящего момента от асинхронного электродвигателя к проверяемому насосу выполним посредством муфты. Схема подключения асинхронного электродвигателя типовая (рисунок 6).

Кабель подключения электрического питания к пульту управления и электродвигателя четырехжильный (три фазы и один провод ноль), для сети 380 В. При замыкании автоматического выключателя, схема питания магнитного пускателя и кнопки пуск собирается. Нажав кнопку пуск, катушка притягивает якорь, пускатель срабатывает, замыкая нормально разомкнутую контактную группу в цепи питания двигателя. Для остановки электродвигателя достаточно кратковременно разорвать электрическую цепь, нажав кнопку стоп.

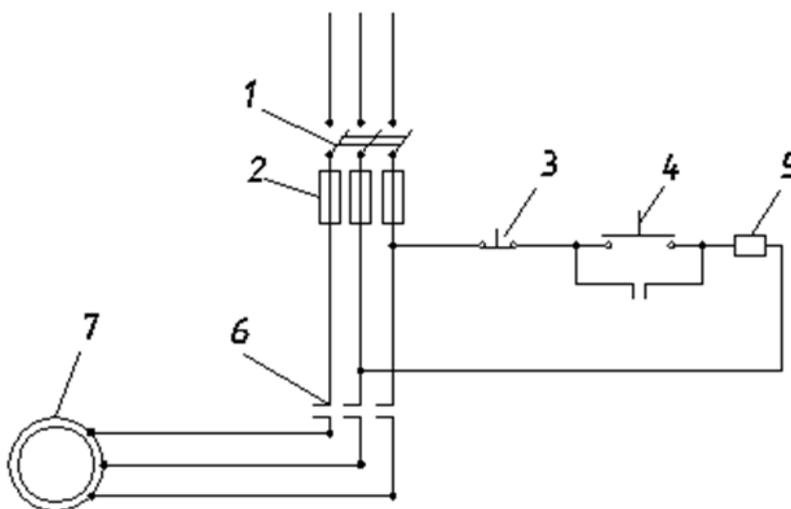


1 – автоматический выключатель; 2 – предохранитель; 3 – кнопка стоп; 4 – кнопка пуск; 5 – магнитный пускатель; 6 – контактная группа пускателя; 7 – электродвигатель

Рисунок 6 – Электрическая схема станда

Параметры приводного электродвигателя, его марку, определим расчетным путем в соответствующем пункте пояснительной записки.

На рисунке 7 изображена схема, показывающая гидравлические составные части стенда и их взаимосвязь; электродвигатель с контактной группой запуска, насос, емкость для масла, средства управления и патрубки.



1 – емкость; 2 – насос проверяемый; 3 – фильтр; 4 – дроссель, 5 – манометр,
6 – расходомер, 7 – предохранительный клапан

Рисунок 7 – Гидравлическая схема стенда

Насос, создавая разрежение в заборной трубке, засасывает масло из емкости и под давлением подает в магистраль, на фильтр, регулирующий дроссель, расходомер и снова возвращает в емкость для масла. Ориентируясь на показания манометров, делаем вывод о состоянии насоса. Предохранительный клапан предохраняет гидросистему от избыточного давления.

Элементы, входящие в гидросистему типовые. Выбор оснащения производится по соответствующему каталогу «Гидравлическое, пневматическое, смазочное оборудование и фильтрующие устройства»

Эскизный проект представлен на рисунке 8.

Стенд, стационарная установка, состоящая из сварной рамы, емкости для масла, электродвигателя, приборов измеряющих давление, позволяющих сделать вывод о работоспособности насоса.

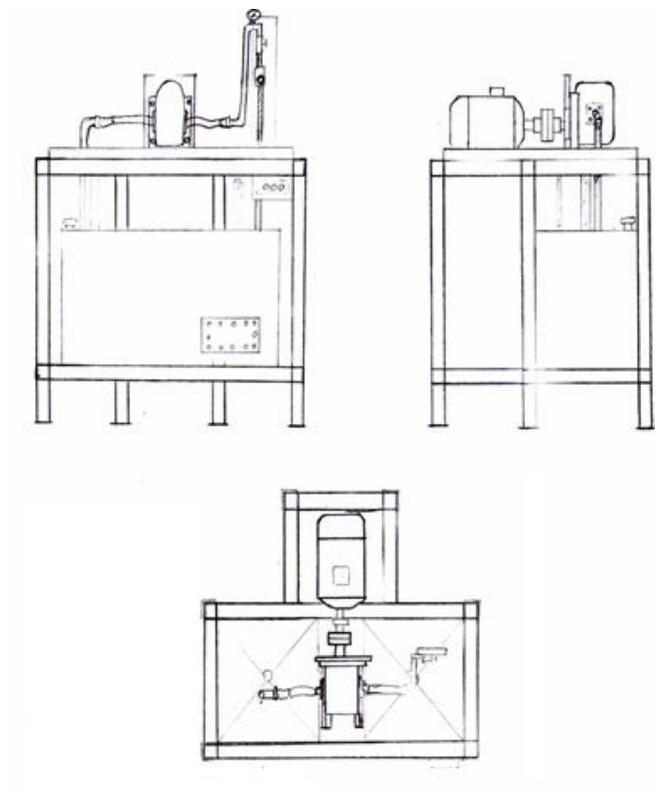


Рисунок 8 – Эскизный проект проектируемого стенда

Для надежного крепления насоса на стенд, изготавливается специальное приспособление (рисунок 9) на которое закрепляется насос, и введя в зацепление с муфтой электродвигателя устанавливается на стенд.

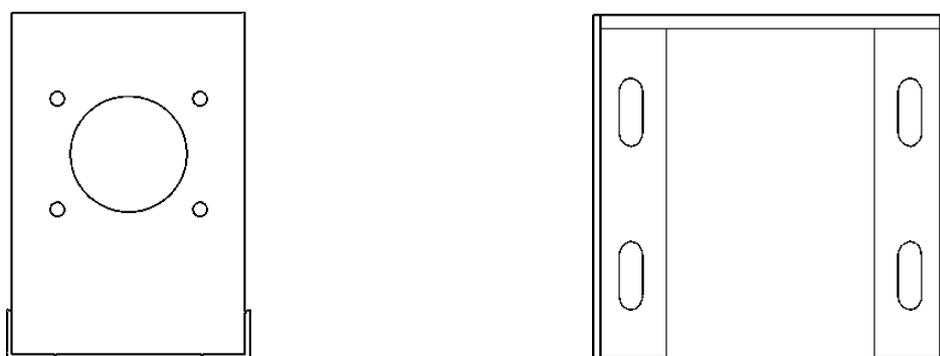


Рисунок 9 – Приспособление крепления насоса

Насос, создавая разрежение в заборной трубке, засасывает масло из емкости и под давлением подает в магистраль, на фильтр, регулирующий дроссель, расходомер и снова возвращает в емкость для масла

Управление включения и отключения стенда происходит с помощью кулачкового переключателя ПКП-22, расположенного на торце стенда с правой стороны.

На основании проанализированных конструкторских решений выбираем оптимальный вариант, подходящий для решения поставленной задачи, испытания гидронасоса НШ-50. Выбираем узлы, максимально отвечающие в совокупности, требованиям сборки-разборки, эстетическим канонам, прочностным характеристикам и большим моторесурсом. С экономической части учитывается себестоимость изготовления установки и уровень сложности монтажных работ.

Для рассмотрения и утверждения разработанной конструкции представить документы в виде пояснительной записки. Передачу материалов и их использование в дальнейшем проектировании осуществлять по дополнительному согласованию.

Проработка экстерьера разрабатываемого изделия производится для создания человеку благоприятного эстетического восприятия, повышая привлекательность продукции и гармонии в условиях эксплуатации.

Каркас изделия подвержен серьезным вибрационным нагрузкам, поэтому имеет прочную, сварную из уголка конструкцию. При проектировании закладываются форма и размер корпуса, учитываются психофизическое восприятие человеком, форма изделия. Станина выполнена в пропорциях, соизмеримых с размерами насоса и электродвигателя. Это сделано для создания впечатления устойчивости конструкции, и в тоже время не выглядит громоздко.

Визуально, простота компоновки демонстрирует возможности выполняемых стендом функций, рабочие элементы (крепление насоса, управление дросселем), привод (электродвигатель), четко обозначены.

Благодаря простоте, компактности, конструкция установки легко вписывается в обстановку цеха, не нарушая общего композиционного решения, что является преимуществом перед существующими аналогами.

Прорабатывая эстетическую тему, окрасим изделие цветом, не добавляющим в организацию труда автослесаря раздражающего фактора. Бледно-голубой цвет установки, визуально скрадывает габаритные размеры, изделие кажется компактней, проще впишется в существующую обстановку цеха. Применим эмалевые краски, устойчивые к агрессивным средам, к маслам в частности.

Опорную площадку под двигатель, изготовим из листового металла.

При проектировании стенда учитываем эргономические показатели, то есть кнопки управления, рукоятки должны располагаться на удобной высоте и расстоянии вытянутой руки, средства контроля на уровне глаз, показания хорошо читаемы. Перечисленные параметры и влияют на внедрении изделия в производство и дальнейший покупательский спрос.

Помещение цеха, в который производится внедрение стенда, должно быть сухим, с бетонным покрытием. Усилие автослесаря, при нажатии кнопок на пульте управления, не должно превышать 14 Н. Корпус каркаса стенда, необходимо заземлить. Конструкция установки должна обеспечивать оператору максимально возможный угол обзора, для соблюдения безопасности выполняемых работ.

2.3 Расчёт основных деталей конструкции

Расчет и выбор марки электродвигателя производится исходя из задач, предполагаемых для выполнения на стенде. Технические характеристики испытуемого шестеренного гидронасоса НШ-50 должны располагаться в рабочем диапазоне приводного двигателя, частота вращения вала 1500 об/мин.

Мощность двигателя рассчитывается исходя из мощности насоса, который на валу насоса определяется из условия:

$$M_{уд} = \frac{V_o \cdot p}{2\pi} \cdot \frac{1}{\eta_M}, \quad (1)$$

где V_o – рабочий объем насоса, $V_o = 49,1 \text{ см}^3$;

p – давление насоса, $p = 16 \text{ МПа}$;

η_M – КПД насоса механический, $\eta_M = 0,85$.

$$M_{уд} = \frac{49,1 \cdot 10^{-6} \cdot 16 \cdot 10^6}{2\pi} \cdot \frac{1}{0,85} = 147 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Таким образом, мощность на привод насоса составит:

$$P = M_{уд} \cdot \omega, \quad (2)$$

где ω – угловая частота вращения, определяется по формуле (3).

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \quad (3)$$

где n – обороты на валу насоса, $n = 1500 \text{ об/мин}$.

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157 \text{ рад/с},$$

$$P = 147 \cdot 157 = 2307 \text{ Вт}.$$

С учетом коэффициента полезного действия объемных гидравлических потерь для насоса НШ-50, мощность на приводе определим по формуле:

$$P_{np} = \frac{P}{\eta_{общ}}, \quad (4)$$

где $\eta_{общ}$ – общий КПД двигателя, определяется по формуле:

$$\eta_{общ} = \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \eta_3, \quad (5)$$

где η_1 – КПД потерь в системе подвода жидкости, $\eta_1 = 0,6$;

η_2 – КПД потерь в системе передачи крутящего момента от двигателя к насосу, $\eta_2 = 0,65$;

η_3 – КПД объемных потерь для насоса, $\eta_3 = 0,9$.

$$\eta_{общ} = 0,6 \cdot 0,65 \cdot 0,9 = 0,851$$

Подставляем значения в формулу (4):

$$P_{np} = \frac{2307}{0,851} = 2710 \text{ Вт}.$$

В качестве регулирующего гидравлического аппарата в конструкции стенда предполагается применение регулируемого дросселя Г77-33, выпускаемого серийно. Данный тип относится к крановым дросселям.

Перепад давления, а, следовательно, и изменение нагрузки для данного типа дросселей варьируется в диапазоне от 1,05 до 8,2 раз. Следовательно, для привода насоса от электродвигателя без перегрузки последнего требуется приводная мощность в 8,2 раза больше.

Окончательно мощность на привод насоса составит:

$$P_{np} = P_{np} \cdot 2710 \cdot 8,2 = 18229 \text{ Вт}.$$

В соответствии с имеющимися в наличии стандартных двигателей принимаем для привода электродвигатель АИР160В4У2 с оборотами на валу 1500 об/мин, мощность двигателя 18,5 кВт.

Функциональная связь гидроагрегатов в системе осуществляется с помощью трубопроводов различной конструкции. Несмотря на относительную простоту этих элементов, от их правильного выбора зависит надежность работы стенда. Большая часть трубопроводов и присоединительной арматуры унифицирована.

Соединительный трубопровод гидропривода разделяют на 3 части: всасывающий и напорный трубопроводы, сливная магистраль. Всасывающим трубопроводом принято называть участок трубопровода гидропривода соединяющий насос с баком. Участок трубопровода, по которому жидкость от насоса поступает в гидравлический двигатель, называется напорным или нагнетательным; участок трубопровода, по которому жидкость отводится из рабочей полости гидравлического двигателя в резервуар, называется сливным.

К напорному трубопроводу относятся также все трубопроводы, находящиеся под рабочим давлением.

Основной характеристикой трубопровода является его условный проход (номинальный внутренний диаметр).

Исходными параметрами для определения номинальных внутренних диаметров всасывающего, сливного и напорного трубопроводов являются:

- рабочее давление, для насоса НШ-50 равняется 16 МПа;
- расход гидравлического двигателя, для насоса НШ-50 равен 110,8 л/мин;
- скорости движения рабочей жидкости во всасывающем, в напорном и сливном трубопроводах.

Условный проход трубопроводов. В трубопроводах гидропривода рекомендуются следующие величины допустимых скоростей:

- во всасывающем – 1,5 м/с;

- в нагнетательном – от 3 до 5 м/с;
- в сливном – 2 м/с.

При известном расходе и допустимой для соответствующего трубопровода скорости движения жидкости, условные проходы (внутренние диаметры) определяются по формулам:

- для всасывающего трубопровода:

$$D_{y.вс} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_n}{\pi \cdot V_{вс}}}, \quad (6)$$

- для нагнетательного трубопровода:

$$D_{y.н} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_n}{\pi \cdot V_n}}, \quad (7)$$

- для сливного трубопровода:

$$D_{y.сл} = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_n}{\pi \cdot V_{сл}}}, \quad (8)$$

Подставляем значения в формулы (6–8)

$$D_{y.вс} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00185}{3,14 \cdot 1,5}} = 0,039 \text{ м},$$

$$D_{y.н} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00185}{3,14 \cdot 3,5}} = 0,025 \text{ м},$$

$$D_{y.сл} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,00185}{3,14 \cdot 2}} = 0,034 \text{ м}.$$

Полученные значения диаметров трубопроводов округляются до ближайшего большего по ГОСТ 16516-70.

По ГОСТ принимаем $D_{y.вс} = 40$ мм, $D_{y.н} = 25$ мм, $D_{y.сл} = 40$ мм.

После принятия окончательного (по ГОСТ 16516-70) значения диаметров всасывающего, нагнетательного и сливного трубопроводов определяют величины фактических скоростей движения жидкости в них по формулам:

Пересчитываем скорости по формулам (9-11):

$$V_{вс} = \frac{4 \cdot Q_H}{\pi \cdot D_{y.вс}^2}, \quad (9)$$

$$V_H = \frac{4Q_H}{\pi \cdot D_{y.н}^2}, \quad (10)$$

$$V_{сл} = \frac{4 \cdot Q_H}{\pi \cdot D_{y.сл}^2}, \quad (11)$$

Подставляем значения в формулы (9-11):

$$V_{вс} = \frac{4 \cdot 0,00185}{3,14 \cdot (0,04)^2} = 1,48,$$

$$V_H = \frac{4 \cdot 0,00185}{3,14 \cdot (0,025)^2} = 3,77,$$

$$V_{сл} = \frac{4 \cdot 0,00185}{3,14 \cdot (0,04)^2} = 1,48.$$

В гидроприводе применяют жесткие и гибкие трубы. Наиболее распространены в гидроприводе:

- стальные, бесшовные, холоднотянутые и холоднокатаные жесткие трубы (ГОСТ 8734 - 58) при D_y меньше 30 мм;

- горячекатаные, изготовленные из стали 10 и 20 по ГОСТ 1050-60 при D_y больше 30 мм;
 - для дренажных линий и линий управления при давлении до 6,4 МПа применяют тонкостенные трубы медные (ГОСТ 617-72) и из алюминиевых сплавов (ГОСТ 1845-73);
 - при давлениях до 0,6 МПа винипластовые трубы по ТУ МХТ 4251-5
- Толщину стенки трубы определяют по формуле (12):

$$S = \frac{5 \cdot P_p \cdot D_y}{(0,3 \div 0,5) \cdot \sigma_s - 10 \cdot P_p}, \quad (12)$$

где σ_s – предел прочности при растяжении (сопротивление на разрыв), принимаемый в соответствии с таблицей 4.

Таблица 4 – Нормативный предел прочности при растяжении

Материал трубы	Предел прочности при растяжении, МПа
Медь красная МЗ	210
Алюминиевый сплав АМГ	220
Латунь Л62 отожженная	300
Алюминиевый сплав Д1	400
Сталь 20	400
Сталь 30 ХГСл	1200

Толщину стенки трубы S не следует выбирать менее 0,8 мм, а для цветных металлов и 0,5 мм для сталей.

Выбираем трубы марки Сталь 20.

$$S_{BC} = \frac{5 \cdot 16 \cdot 10^5 \cdot 0,04}{(0,4 \cdot 400 \cdot 10^6) - 10 \cdot 16 \cdot 10^5} = 0,0022 \text{ м,}$$

$$S_H = \frac{5 \cdot 16 \cdot 10^5 \cdot 0,025}{(0,4 \cdot 400 \cdot 10^6) - 10 \cdot 16 \cdot 10^5} = 0,001 \text{ м,}$$

$$S_{сл} = \frac{5 \cdot 16 \cdot 10^5 \cdot 0,04}{(0,4 \cdot 400 \cdot 10^6) - 10 \cdot 16 \cdot 10^5} = 0,0022 \text{ м.}$$

2.4 Руководство по эксплуатации

Описание и работа.

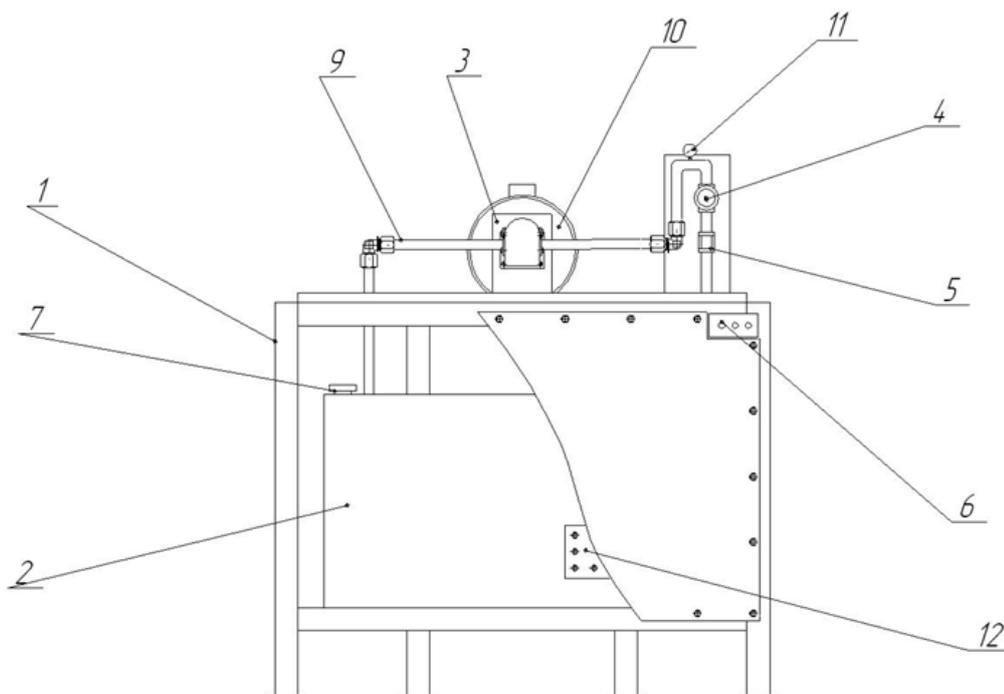
Стенд предназначен для подготовки к повседневной эксплуатации (обкатка), корректирующей регулировке, испытательных проверках и дефектовке насоса НШ-50 тракторов, грузовых автомобилей, экскаваторов и сельскохозяйственных машин.

Привод стенда осуществляется от электродвигателя АИР160В4У2 через муфту непосредственно на насос. Пускатель электродвигателя открытый реверсивный магнитный ПАЕ-413 без реле, кнопочный пост ПКП-22. Для защиты от перегрузок поставим автоматический выключатель АП-50Б-3МТ. Плавкая вставка ПН-50,2А,600В, для предохранения дорогостоящей схемы в случае превышения заданного тока.

Гидросистема состоит из емкости масла 2, масляного дросселя ДК с подрывным клапаном 4, датчика расхода жидкости DFM, фильтра сетчатого и манометра высокого давления 11 (рисунок 10).

Крепление насоса осуществляется с помощью опорной пластины 3, которая прикручивается на раму 1. Подключение к гидросистеме происходит с помощью шлангов 9. Масло заливается через горловину 7, для чистки бака от грязи предусмотрен люк 12. Надежное заземление, обеспечивает безопасную эксплуатацию стенда, при проведении ремонтных работ, каждодневного обслуживания и уборки рабочей зоны стенда, во всех ремонтных случаях, питание должно быть выключено.

Монтажные работы стенда, электротехнические работы ведутся согласно рекомендациям руководства по эксплуатации.



1 – рама; 2 – емкость для масла; 3 – опорная пластина; 4 – масляный дроссель с подрывным клапаном; 5 – расходомер; 6 – блок управления электродвигателем; 7 – горловина; 9 – всасывающий трубопровод; 10 – насос шестеренчатый; 11 – манометр высокого давления; 12 – люк

Рисунок 10 – Устройство стенда для испытания насосов

Испытуемый насос всасывает масло из бака и через трубопроводы и шланги прогоняет масло через дроссель, который регулирует условный проход и тем самым даёт возможность проверить насос на выдаваемое давление с помощью манометра, который установлен перед дросселем. Счётчик расхода жидкости измеряет расход с помощью тарированной пружины, связанной с показывающим элементом на шкале прибора.

В комплектацию стенда входит обойма муфты в количестве 5 штук и тарированный манометр в количестве 1 штуки.

Использование по назначению. Стенд предназначен для использования на АТП в агрегатном участке с температурой окружающей среды от + 15 до +25°С и влажностью воздуха 40-75%. Рама стенда должна устанавливаться на ровный пол, для более надёжной устойчивости необходимо жестко притянуть раму анкерами к поверхности.

Для 100% предотвращения поражения, в случае пробоя одной из фаз на корпус, электрическим током автослесаря, рама и корпус электроаппаратуры должны быть заземлены в соответствии с действующими требованиями электробезопасности.

Стенд применяется только для испытания насосов НШ-50.

Рама стенда должна быть установлена на ровный бетонный пол и закреплена анкерными болтами. Анкерные болты установить путём высверливания отверстий в полу с последующий заливкой бетоном. Монтаж рамы производить не ранее чем через 24 часа после установки анкерных болтов. Выверку рамы осуществлять с помощью уровня и подкладных металлических пластинок обеспечивая отклонение от уровня не более 5°.

После установки рамы осуществляют установку электродвигателя и подключение к электросети, заливка масла в бак, проверка гидросистемы после монтажа.

Перед началом использования стенда необходимо:

- проверить состояние всех узлов и механизмов;
- проверить целостность сварных швов;
- убедиться в отсутствии течи в шлангах и герметичности в соединениях;
- проверить осмотром состояние электропроводки;
- проверить заземление стенда;
- включить питание стенда;
- включить электродвигатель без нагрузки;
- проверить уровень жидкости в баке и при необходимости долить.

Испытание насоса:

- установить насос на опорную пластину с помощью четырёх болтов М10. Установка производится вне стенда на слесарном столе;
- установить насос прикреплённый к опорной пластине на стенд и наживить болты М12 в количестве четырёх штук, отодвинув опорную пластину от двигателя до упора;

- произвести центровку и соединение насоса с электродвигателем с помощью муфты (рисунок 11);
- произвести зажим опорной пластины с помощью четырех болтов М12;
- подсоединить гидравлические шланги к насосу с помощью восьми болтов М10;
- установить дроссель в исходное положение (полностью открыть);
- запустить электродвигатель нажатием кнопки «Пуск»;
- осмотреть внешне насос на наличие подтеканий;
- обратить внимание на показания манометра;
- произвести проверку и испытание насоса;
- отключить электродвигатель, нажатием кнопки «Стоп»;
- отсоединить шланги от насоса открутив восемь болтов М10;
- открутить четыре болта М12, крепления опорной пластины;
- снять насос вместе с опорной пластиной со стенда;
- отсоединить насос от опорной пластины открутив четыре болта М10.

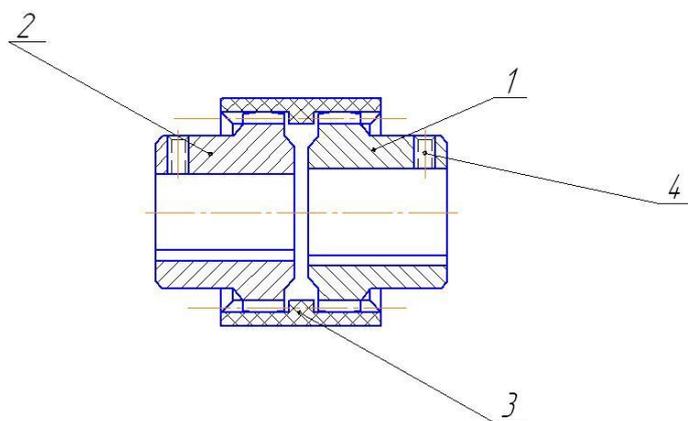


Рисунок 11 – Сечение соединительной муфты

При возникновении экстремальной ситуации: при возникновении очага возгорания, необходимо разбить защитное стекло и вдавить тревожную

кнопку оповещения противопожарной безопасности АТП. Провести эвакуацию персонала.

Позвонить в пожарную дежурную часть, обесточить оборудование и используя средства пожаротушения принять меры по локализации очага возгорания и тушения пожара своими силами. Участок, территориально на котором установлен стенд, должен быть оборудован средствами пожаротушения (углекислотный огнетушитель, кошма, песок и пр.).

Эвакуацию персонала производить по строго утвержденному маршруту, плана эвакуации.

Особенности эксплуатации модернизированного изделия. На стенде КИ-4815, проводят корректирующую регулировку, испытательные проверки и дефектовку агрегатов гидросистем: насосы НШ 46; НШ 50; НПА 64; НШ 67; НШ 100 и типовые распределители Р-150. Эти гидроагрегаты применяют не на всех АТП, поэтому разработанный стенд имеет более упрощенную конструкцию, которая может изготавливаться непосредственно на этом же предприятии.

Также разработанный стенд имеет более узкую направленность, что удешевляет изготовление стенда.

Техническое обслуживание. Техническое обслуживание проводить один раз в месяц. Соблюдать периодичность поверки манометров.

Во время ТО произвести чистку стенда от грязи. Проверить состояние сварных швов, целостность шлангов и герметичность соединений. Ежедневно перед началом работы внешним осмотром производить оценку состояния электродвигателя с муфтой.

Проверяется крепление резьбовых соединений. Выявляются отклонения в работе отдельных узлов. С помощью щупа определяется уровень масла в баке.

Текущий ремонт. Проводится инструктаж по технике безопасности. Демонтаж допустимых по весу узлов стенда, не превышающий весовых нормативов указанных в инструкции, проводится по технологической карте.

Выявляется неисправность, проводится анализ возникновения, возможности устранения неисправностей при следующем состоянии установки.

Запрещается эксплуатация стенда при:

- отсутствию заземления стенда;
- при отсутствии необходимого уровня жидкости в баке;
- трещинах шлангов гидросистемы;
- подтеканиях рабочей жидкости в гидросистеме,
- трещинах в сварных соединениях конструкции.

Также запрещается:

- придерживать руками испытуемый агрегат,
- опираться на конструкцию стенда во время его работы.

Хранение. При хранении стенда в демонтированном состоянии, металлические части стенда, которые подвергаются коррозии, должны быть упакованы в специальную промасленную бумагу, помещены в деревянную тару, в которой находятся влагопоглощающие гранулы.

Электропотребляющие узлы так же хранятся в деревянной таре с влагопоглощающими гранулами.

Хранить оборудование стенда, упакованное в тару, рекомендуется в помещении, с хорошей вентиляцией и нормальной влажностью воздуха.

Транспортировка. Стенд, упакованный в деревянную тару передвигать на вилах электрического погрузчика. Доставку до потребителя осуществляет логистическая компания грузоперевозок. Тара надежно фиксируется транспортными ремнями к штатным проушинам кузова авто. Тарные знаки информируют о характере упакованного груза, наносятся в соответствии с требованиями, предъявляемыми к грузоперевозкам.

Утилизация. По окончании срока службы оборудования, наступает этап списания и утилизации. Отработанное масло сливается в специальные емкости, цветной металл сдается в пункты приема, остальные металлические части рамы и пр. отправляются на металлоперерабатывающее предприятие для переплавки.

3 Технологический процесс ремонта

3.1 Анализ конструктивных особенностей и условий работы ремонтируемого объекта

В качестве ремонтируемого объекта представлен бак для масла. Так как испытание насоса невозможно без масла, на стенде установлен бак для масла 2 (рисунок 10).

Забор масла из бака осуществляется через всасывающий трубопровод 9. Заливается масло в бак через заливную горловину 7. Данный бак имеет большой объём масла для того что бы при испытании насоса масло меньше грелось. Таким образом, бак для масла выполняет важную роль в данном стенде.

3.2 Возможные дефекты объекта, возникающие в условиях его эксплуатации

При эксплуатации стенда испытания насоса НШ-50 масло и фильтр со временем загрязняется. При замене масла загрязнения в баке частично остаются. Поэтому со временем встаёт необходимость в чистке бака для масла. Бак для масла сварен из листового металла. На всасывающем трубопроводе установлен фильтр. В баке имеется заливная горловина и люк для чистки масла. Люк прикручивается к баку через резиновую прокладку болтами.

3.3 Разработка технологии ремонтных работ

Инструктивно-технологическая карта чистки бака с заменой фильтра. Общая трудоемкость – 16 чел. мин. Исполнители-слесарь-ремонтник 4-го и слесарь-ремонтник 2-го разрядов.

Таблица 5 – Инструктивно-технологическая карта демонтажа стенда для чистки бака с заменой фильтра

Производимые работы	Точки воздействия	Место выполнения работы	Приборы и инструмент	Оперативное время, мин	Технические требования
Отключить питание стенда	-	Основной рубильник	-	-	-
Открутить шланг от трубопровода	1	Стенд	Гаечный ключ	0,07	
Слить масло	1	Стенд	-	0,11	-
Открутить защитный кожух	23	-	Гайковёрт	0,15	-
Открутить болты люка для чистки	14	-	Гайковёрт	0,10	-
Снять люк для чистки бака	1	-	-	0,07	-
Открутить фильтр	1	-	-	0,15	-
Счистить скребком грязь со стен и днища бака		Стенд		0,15	
Убрать грязь из бака	-	-	-	0,15	-
Промыть стенки и днище растворителем	-	-	-	0,15	Нефрас 80/120
Протереть ветошью	-	-	-	0,1	-
Закрутить новый фильтр на всасывающий трубопровод	-	-	-	0,07	-
Установить люк для чистки бака	1	Стенд	-	0,1	-
Наживить болты люка	14	-	-	0,08	-
Прикрутить болты люка	14	-	Гайковёрт	0,07	-
Открутить заливную горловину	1	-	-	0,01	-
Залить масло в бак	1	-	-	0,15	-
Закрутить заливную горловину	1	-	-	0,01	-
Наживить защитный кожух	23	-	-	0,08	-
Прикрутить защитный кожух	23	-	Гайковёрт	0,07	-
Соединить шланг с трубопроводом	1	-	-	0,07	-

При подсчете оперативного времени нужно учитывать, что в таблицах оперативное время в колонках дано на одно изделие, необходимо сделать поправку на количество узлов представленных в технологическом процессе.

Общее оперативное время – $t_{оп} = 19,1$ мин.

Суммарная трудоемкость работ $t_{общ.}$ определяется по формуле (13):

$$t_{общ.} = t_{оп} \cdot (1 + (\alpha + \beta) / 100), \quad (13)$$

где α – процент времени на организационно-техническое обслуживание рабочего места 2-3 %, $\alpha = 0,57$;

β – процент времени на перерывы на отдых 4-6 %, $\beta = 1,14$.

$$t_{\text{общ.}} = 19,1 \cdot (1 + (0,57 + 1,14)/100) = 19,42 \text{ чел. мин.}$$

3.4 Возможные неисправности насоса НШ-50

Возможные неисправности насоса НШ-50 представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Возможные неисправности

Неисправность	Возможная причина
Насос не нагнетает масло в гидросистему, или нагнетая, не создаёт нужного давления	<ol style="list-style-type: none"> 1. Неисправность привода насоса. 2. Настройка давления срабатывания предохранительного клапана меньше рабочего давления гидросистемы. 3. Подтекание масла. 4. Низкая температура, вязкое масло. 5. Несоответствие направлений вращения насоса и привода. 6. Критический износ насоса из-за загрязнённого масла в гидросистеме
Пенообразование в гидроемкости	Насос захватывает и нагнетает в гидросистему воздух вследствие: нарушения герметичности всасывающего трубопровода, низкой температуры, густое масло, износа манжеты приводного вала насоса.
Вибрация, шум при работе насоса, что вызывает быстрый износ подшипников насоса и выход его из строя	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наличие воздуха в гидросистеме. 2. Не закреплены трубопроводы или узлы гидросистемы. 3. Вибрируют запорные элементы предохранительных клапанов. 4. Износ (несоосность) муфты привода насоса. 5. Кавитация в насосе (перекрыто всасывающее отверстие заужены или погнуты трубопроводы, чрезмерная вязкость масла или его низкая температура)
Не создается рабочий диапазон давления	<ol style="list-style-type: none"> 1. Засорился золотник предохранительного клапана. 2. Разрегулирован предохранительный клапан. 3. Заедает (не смещается) золотник гидравлического распределителя. 4. Износ деталей насоса
Перегрев насоса при работе	<ol style="list-style-type: none"> 1. Наличие в масле механических примесей, наличие воздуха в гидросистеме, недостаточный уровень масла в гидравлическом баке. 2. Длительная работа гидросистемы на предельных нагрузках. 3. Забит фильтр гидросистемы. 4. Повышенное разряжение в сливной гидравлической линии. 5. Заклинивание деталей насоса из-за их износа

Продолжение таблицы 6

Неисправность	Возможная причина
Утечка масла по приводному валу насоса в картер	Износ манжеты уплотнения вала или её выдавливание в случае несоответствия направлений вращения насоса и привода
Самопроизвольное выключение насоса	Неисправность механизма привода насоса
Разрушен корпус насоса	1. Загрублен или неправильно отрегулирован предохранительный клапан гидравлического распределителя. 2. Заедает переливной золотник гидравлического распределителя

3.5 Рабочая карта технологического процесса

Перед установкой насоса проверьте визуально состояние узлов гидросистемы, преждевременный выход насоса из строя является следствием грубого нарушения правил эксплуатации и ненадлежащего состояния всей гидросистемы.

Поэтапная визуальная проверка при монтаже насоса:

- 1) на фланце приводного механизма насоса должны отсутствовать повреждения. Также недопустим перекос муфты привода насоса и люфт в узлах. Несоблюдение перечисленных условий, влекут за собой, повышенный износ подшипников насоса и как следствие чрезмерной вибрации;
- 2) кинематическое соответствие направлений вращения вала привода и насоса. При несоблюдении условий направленности следует выдавливание уплотнительной манжеты на валу насоса;
- 3) всасывающие трубопроводы и емкость гидросистемы должны содержаться в чистоте;
- 4) следить за своевременной заменой механического фильтрующего элемента;
- 5) насос устанавливается на штатное место с равномерным усилием, без перекосов, применяя контрящие граверные шайбы,

- затягиваются крепежные элементы. Категорически запрещается нанесение ударов молотком по корпусу насоса;
- б) при сборке гидросистемы, штуцеров и пр. недопустимо попадание, грязи в трубопровод. Обязательная проверка целостности уплотнительных колец, отсутствие подтеканий рабочей жидкости;
 - 7) перед проведением испытания убедиться в беспрепятственном перемещении переливного золотника;
 - 8) перед работой проверить чистоту и однородность рабочей жидкости. Запрещается запускать насос при наличии на масле водяных пятен и присутствия механических примесей;
 - 9) собирая гидросистему необходимо по установленному в контрольную точку гидросистемы манометру, проверить настройку срабатывания по давлению, предохранительных клапанов. Неправильная настройка или неисправность предохранительных клапанов ведут к быстрому износу и разрушению насоса. Цифровые величины настройки защитного устройства приведены в инструкции по эксплуатации автотехники. Насосу прошедшему капитальный ремонт, рекомендуется провести обкатку на минимальных нагрузках, проверяя работоспособность и герметичность узлов гидросистемы;
 - 10) эластичная муфта привода должна исключить передачу радиальных и осевых нагрузок на ведущий вал насоса;
 - 11) с помощью фланцевых соединений с уплотнительными кольцами подсоединяется к насосу всасывающая и напорная трубки;
 - 12) всасывающая ветка должна быть максимально прямой и по возможности короткой;
 - 13) при проектировании, установка всевозможных фитингов кранов, клапанов и пр. на всасывающей ветке не допускается, исключением является механический фильтр грубой очистки в виде сетки с ячейкой 2 мм;

- 14) уменьшая внешние влияния на насос вибраций, пульсаций давления и других резонансных явлений, на участке напорной ветки рекомендуется, при проектировании, установить компенсационное звено;
- 15) в неработающей гидросистеме, насос должен быть отключен;
- 16) температура рабочей жидкости должна лежать в диапазоне от плюс 15 до плюс 80°C. Предварительный прогрев жидкости проходит на холостых оборотах насоса, до достижения минимально разрешенной +15°C;
- 17) используемая рабочая жидкость должна соответствовать характеристикам рекомендованным техдокументацией на автотехнику;
- 18) самостоятельная модернизация насоса с целью изменения направления вращения запрещена. Гарантии производителя на такой насос не распространяются.

Исполнитель – слесарь 4-ого разряда. Место выполнения работ – агрегатный участок.

Таблица 7 – Технологический процесс испытания насосов

Наименования операций и переходов	Оборудования и инструменты	Трудоемкость, ч/мин	Технические требования (условия)
1	2	3	4
1 Подготовка стенда к работе	Стенд для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей	4,0	–
1.1 Проверить исправность заземления и электрических цепей		1,0	
1.2 Проверить уровень масла в баке		2,0	
1.3 Открыть дроссель в исходное положение		1,0	
2 Подготовка насоса к испытанию	Стенд для испытания шестеренчатых насосов грузовых	8,0	–
2.1 Установить на вал насоса полумуфту		2,0	
2.2 Установить насос в зацепление с муфтой		2,0	

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
2.3 Закрепить насос в опорной пластине	автомобилей, ключи рожковые	2,0	
2.4 Установить на насос фланцы с РВД		2,0	
3 Испытание насоса	Стенд для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей	5,0	Нагрузка - 8 МПа Нагрузка - 16 МПа Расход 49,1 см ³
3.1 Включить приводной электродвигатель		0,5	
3.2 Снять показание с манометра и расходомера масла		1,0	
3.3 С помощью дросселя увеличить нагрузку		0,5	
3.4 Повторить пункт 3.3		1,0	
3.5 Дополнительно увеличить нагрузку с помощью дросселя		0,5	
3.6 Повторить пункт 3.5		1,0	
3.7 Отключить приводной электродвигатель		0,5	
4 Завершение работы	Стенд для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей	6,0	—
4.1 Снять с насоса фланцы с РВД		2,5	
4.2 Слить оставшееся масло с РВД в поддоны		3,5	
5 Снятие насоса со стенда	Стенд для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей	3,0	—
5.1 Снять насос с опорной пластины		1,0	
5.2 Снять насос из зацепления с муфтой		2,0	

Время, затрачиваемое на испытание насоса НШ-50 26 мин.

Основными показателями качества насосов являются номинальная подача (коэффициент подачи), номинальное давление и прочее. Номинальная подача – от величины номинальной подачи насоса зависят скорость исполнительных звеньев гидропривода (частота вращения гидравлического мотора и скорость перемещения штока гидроцилиндра), а, следовательно, и производительность машины, качественное выполнение ею всего технологического процесса. Критерием предельного состояния насоса является снижение величины коэффициента подачи более чем на 20 %. Номинальное давление – от величины номинального давления зависят

заданные значения крутящего момента гидравлического мотора и усилия гидроцилиндров для перемещения плунжеров или поршней силой давления жидкости. Уменьшение рабочего давления снижает крутящий момент гидравлического мотора и усилия гидроцилиндров, что приводит к увеличению времени рабочего цикла и снижению производительности машины. Ресурс насоса – является показателем его надежности и характеризует свойство насосов сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при условии соблюдения правил эксплуатации. Для шестеренных насосов установлен 90 % ресурс до замены насосов, который имеют в среднем 90 % изделий данного типа, и он составляет не менее 1000000 циклов. Герметичность насоса – насосы должны быть герметичными: подсос воздуха (объемное пенообразование рабочей жидкости) через манжетное уплотнение ведущего вала и наружные утечки рабочей жидкости через уплотнение не допускаются.

4 Безопасность и экологичность стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей

Паспорт безопасности предназначен для обеспечения потребителя достоверной информацией по безопасности применения, хранения, транспортирования и утилизации материалов, изделий, устройств а также их использования в бытовых целях.

Паспорт безопасности должен содержать изложенную в доступной и краткой форме достоверную информацию, достаточную для принятия потребителем необходимых мер по обеспечению защиты здоровья людей и их безопасности на рабочем месте, охране окружающей среды на всех стадиях жизненного цикла вещества, в том числе утилизацию.

В таблице 8 представлен паспорт безопасности на стенд для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей.

Таблица 8 – Паспорт безопасности на стенд для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей

Технологический процесс	Наименование и содержание операций и переходов	Должность работника, выполняющего технологическую операцию, процесс, согласно Приказа Росстандарта от 12.12.2014 N 2020-ст	Оборудование и приспособления	Перечень веществ и материалов, используемых при выполнении технологического процесса
1	2	3	4	5
Испытание шестеренчатых насосов грузовых автомобилей	1 Подготовка стенда к работе. 2 Подготовка насоса к испытанию. 3. Испытание насоса 4. Завершение работы 5. Снятие насоса со стенда	Слесарь по ремонту автомобилей 4 разряда	Стенд для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей	Перчатки, защитные очки

4.2 Определение профессиональных рисков

Определение профессиональных рисков подразумевает под собой процедуру обнаружения, выявления опасных и вредных производственных факторов и установления их временных, количественных и других характеристик, в целях выработки пакета предупреждающих мероприятий для обеспечения безопасности труда.

Сводная информация по идентификации профессиональных рисков при использовании стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Идентификация профессиональных рисков

Наименование выполняемых работ	Наименование О и ВПФ согласно ГОСТ 12.0.003-2015	Источник происхождения О и ВПФ
1	2	3
1 Подготовка стенда к работе	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Стенд для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей
	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	
	Возможность поражения электрическим током	
2 Подготовка насоса к испытанию	Монотонность труда, вызывающая монотонию. Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	Шестеренчатый насос
3. Испытание насоса	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Стенд для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей
	Возможность поражения электрическим током	
	Повышенный уровень шума	
	Отсутствие или недостаток необходимого освещения рабочей зоны	
4. Завершение работы	Монотонность труда, вызывающая монотонию.	Стенд для испытания шестеренчатых насосов

Продолжение таблицы 9

1	2	3
	Напряжение зрительных анализаторов	грузовых автомобилей
5. Снятие насоса со стенда	Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	Стенд для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей

4.3 Способы снижения профессиональных рисков

Работодатель обязан ежегодно обеспечивать реализацию мероприятий, направленных на улучшение условий труда, в том числе разработанных по результатам специальной оценки условий труда и оценки профессиональных рисков, и направлять на эти цели, согласно ст. 226 Трудового кодекса РФ, не менее 0,2 % суммы затрат на производство продукции (работ, услуг).

Типовой перечень мероприятий по улучшению условий и охраны труда и снижению уровней профессиональных рисков (далее – Перечень) утвержден Приказом Минздравсоцразвития России от 01.03.2012 № 181н (в ред. от 16.06.2014).

Основные мероприятия, включаемые в Перечень:

- а) Проведение специальной оценки условий труда (далее – СОУТ). СОУТ позволяет оценить условия труда на рабочих местах и выявить вредные и (или) опасные производственные факторы и тем самым выполнить некоторые обязанности работодателя, предусмотренные Трудовым кодексом РФ:
 - информировать работников об условиях и охране труда на рабочих местах, о риске повреждения здоровья, предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты;
 - разработать и реализовать мероприятия по приведению условий труда в соответствие с государственными нормативными требованиями охраны труда;

- установить работникам компенсации за работу с вредными и (или) опасными условиями труда.
- б) Обеспечение работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, производимых в особых температурных и климатических условиях или связанных с загрязнением, средствами индивидуальной защиты, смывающими и обезвреживающими средствами.
- в) Организация обучения и проверки знаний по охране труда работников.
- г) Проведение обязательных медицинских осмотров и психиатрических освидетельствований.
- д) Устройство новых и (или) модернизация имеющихся средств коллективной защиты работников от воздействия опасных и вредных производственных факторов.
- е) Приведение уровней естественного и искусственного освещения на рабочих местах, в бытовых помещениях, местах прохода работников в соответствие с действующими нормами.
- ж) Устройство новых и (или) реконструкция имеющихся мест организованного отдыха, помещений и комнат релаксации, психологической разгрузки, мест обогрева работников, а также укрытий от солнечных лучей и атмосферных осадков при работах на открытом воздухе; расширение, реконструкция и оснащение санитарно-бытовых помещений.
- з) Обеспечение хранения средств индивидуальной защиты, а также ухода за ними (своевременная химчистка, стирка, дегазация, дезактивация, дезинфекция, обезвреживание, обеспыливание, сушка), проведение ремонта и замена СИЗ.
- и) Приобретение стендов, тренажеров, наглядных материалов, научно-технической литературы для проведения инструктажей по охране труда, обучения безопасным приемам и методам выполнения работ, оснащение кабинетов (учебных классов) по охране труда

компьютерами, теле-, видео-, аудиоаппаратурой, лицензионными обучающими и тестирующими программами, проведение выставок, конкурсов и смотров по охране труда.

- к) Обучение лиц, ответственных за эксплуатацию опасных производственных объектов.
- л) Оборудование по установленным нормам помещения для оказания медицинской помощи и (или) создание санитарных постов с аптечками, укомплектованными набором лекарственных средств и препаратов для оказания первой помощи.
- м) Организация и проведение производственного контроля.
- н) Издание (тиражирование) инструкций по охране труда.

Сводная информация по способам снижения профессиональных рисков представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Способы снижения профессиональных рисков

О и ВПФ	Организационно-технические методы и технические средства защиты, снижения, устранения О и ВПФ	СИЗ
1	2	3
Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	Организационно-технические мероприятия: – инструктажи по охране труда; – содержание технических устройств в надлежащем состоянии	Оборудование стенда защитными кожухами, спецодежда в зависимости от условий труда (респиратор, защитные перчатки)
Возможность поражения электрическим током	Оформление допуска по электробезопасности, проведение инструктажа по работе с электрическими установками, применение заземляющего устройства	Индивидуальные защитные и экранирующие комплекты для защиты от электрических полей
Повышенный уровень шума	Применение звукоизоляции, звукопоглощения, демпфирования и глушителей шума (активных, резонансных, комбинированных); группировка шумных помещений в одной зоне	Использование СИЗ защиты органов слуха (наушников, беруш)

Продолжение таблицы 10

1	2	3
	здания и отделение их коридорами; введение регламентированных дополнительных перерывов; проведение обязательных предварительных и периодических медосмотров	
Отсутствие или недостаток необходимого освещения рабочей зоны	Правильно подобранные светильники в сочетании с естественным светом. Поддержка чистоты оконных стекол и поверхностей светильников	–
Напряжение зрительных анализаторов. Статические нагрузки, связанные с рабочей позой. Монотонность труда, вызывающая монотонию	Оздоровительно-профилактические мероприятия: – медицинские осмотры согласно ст. 212 ТК РФ – рационализация режимов труда и отдыха в соответствии с действующим законодательством РФ; – устройство комнат психологической разгрузки; занятия различными видами физической культуры, санаторно-курортное оздоровление, физиотерапевтические медицинские мероприятия	–

4.4 Пожарная безопасность стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей

Пожарная безопасность – состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров.

Требования пожарной безопасности – специальные условия социального и (или) технического характера, установленные в целях обеспечения пожарной безопасности законодательством Российской Федерации, нормативными документами или уполномоченным государственным органом.

Каждый работник обязан:

- знать и соблюдать требования правил пожарной безопасности и инструкций о мерах пожарной безопасности, действующих на предприятии;
- при приеме на работу пройти вводный противопожарный инструктаж;
- до начала самостоятельной работы пройти первичный противопожарный инструктаж на рабочем месте;
- не реже одного раза в полугодие проводить повторный противопожарный инструктаж;
- при необходимости проводить внеплановый и целевой противопожарные инструктажи;
- соблюдать меры предосторожности при использовании средств бытовой химии, газовых приборов, проведении работ с легковоспламеняющимися и горючими веществами, материалами и оборудованием;
- при возникновении пожара немедленно сообщить об этом в пожарную охрану, непосредственному или вышестоящему руководителю, принять все меры к эвакуации людей, тушению пожара и сохранности материальных ценностей;
- при нарушениях пожарной безопасности на участке работы, использовании по прямому назначению пожарного оборудования, указать об этом нарушителю и сообщить лицу, ответственному за пожарную безопасность.

На рисунке 12 показаны правила соблюдения пожарной безопасности на предприятии.

Сводная информация по мероприятиям, направленным на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей представлена в таблице 11.



Рисунок 12 – Правила пожарной безопасности на предприятии

Таблица 11 – Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей

Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности	Предъявляемые требования к обеспечению пожарной безопасности, эффекты от реализации
1	2
Наличие сертификата соответствия продукции требованиям пожарной безопасности	Все приобретаемое оборудование должно в обязательном порядке иметь сертификат качества и соответствия
Обучение правилам и мерам пожарной безопасности в соответствии с Приказом МЧС России 645 от 12.12.2007	Проведение обучения, а также различных видов инструктажей по тематике пожарной безопасности под роспись
Проведение технического обслуживания, планово-предупредительных ремонтов, модернизации и реконструкции оборудования	Выполнение профилактики оборудования в соответствии с утвержденным графиком работ. Назначение приказом руководителя лица, ответственного за выполнение данных работ
Наличие знаков пожарной безопасности и знаков безопасности по охране труда по ГОСТ	Знаки пожарной безопасности и знаки безопасности по охране труда, установленные в соответствии с нормативно-правовыми актами РФ
Рациональное расположение производственного оборудования без создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком

Продолжение таблицы 11

1	2
противопожарного водоснабжения, средств пожаротушения	действия
Разработка плана эвакуации при пожаре в соответствии с требованиями статьи 6.2 ГОСТ Р 12.2.143–2009, ГОСТ 12.1.004–91 ССБТ «Пожарная безопасность Общие требования»	Наличие действующего плана эвакуации при пожаре, своевременное размещение планов эвакуации в доступных для обозрения местах
Размещение информационного стенда по пожарной безопасности	Наличие средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности

4.5 Экологическая безопасность стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей

Сводная информация по идентификации экологических факторов технологического процесса испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Идентификация экологических факторов технологического процесса испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей

Структурные составляющие (оборудование) технологического процесса	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
1	2	3	4
Стенд для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей	Мелкодисперсная пыль в воздухе агрегатного отделения	Не обнаружено	Спецодежда пришедшая в негодность, твердые бытовые / коммунальные отходы (ТБО, ТКО, коммунальный мусор), металлический лом

Сводная информация по мероприятиям, направленным на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей представлена в таблице 13.

Таблица 13 – Мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей

Мероприятий, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей на:		
атмосферу	гидросферу	литосферу
1	2	3
Использование фильтрующих элементов в имеющихся на участке отсасывающих устройствах. Контроль воздушной среды должен проводиться по методикам, утвержденным Министерством здравоохранения РФ, ГОСТ 12.1.005-76, ГОСТ 12.1.014-79 и ГОСТ 12.1.016-79	Соблюдение мер по предотвращению загрязнения почв. Контроль за утилизацией и захоронением выбросов, стоков и осадков сточных вод. Персональная ответственность за охрану окружающей среды	Изношенная спецодежда используется как вторсырье при производстве ветоши. Вывоз отходов осуществляется на основании заключенного договора с региональным оператором по вывозу мусора

Заключение по разделу «Безопасность и экологичность стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей».

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей»:

- составлен паспорт безопасности на стенд для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей (таблица 8);
- определены профессиональные риски при использовании стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей (таблица 9) и способы их снижения (таблица 10);
- рассмотрены мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей (таблица 11, 12);
- рассмотрены мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей (таблица 13).

5 Расчет экономической эффективности стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей

5.1 Определение себестоимости изготовления

Определение затрат на покупку сырья и материалов, выполняется по формуле (14):

$$M = C_M \cdot Q_M \cdot \left(1 + \frac{K_{ГЗ}}{100}\right). \quad (14)$$

Для удобства сводим информацию по затратам на покупку сырья и материалов в таблицу 14.

Таблица 14 – Информация по затратам на покупку сырья

Номенклатура сырья, материалов и услуг	Количество, единица измерения	Цена с НДС за единицу, рублей	Общая сумма, рублей	Условия поставки
1	2	3	4	5
Уголок 70x6	115 кг	23	2645	самовывоз
Труба Ф25, Ст20	3,54 кг	25	88,5	самовывоз
Труба Ф40, Ст20	5,76 кг	27	155,52	самовывоз
Лист 1 мм, Ст3	162,5 кг	15,3	2486,25	самовывоз
Лист 3 мм, Ст3	101,25 кг	35,9	3634,875	самовывоз
Литол 24	0,25 кг	76,2	19,05	самовывоз
Грунтовка	6 кг	48	288	самовывоз
Краска НЦ - 132	6 кг	88	528	самовывоз
Растворитель 646	1 л	42	42	самовывоз
Герметик	0,2 кг	134	26,8	самовывоз
Паронит 2мм	3,4 кг	231	785,4	самовывоз
Итого:	–	–	10699,4	–
Транспортно-заготовительные расходы	–	–	748,96	–
Всего:	–	–	11448,35	–

Определение затрат на покупные изделия и полуфабрикаты воспользуемся формулой (15):

$$P_{И} = C_i \cdot \eta_i \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (15)$$

Для удобства сводим информацию по затратам на покупные изделия в таблицу 15.

Таблица 15 – Информация по затратам на покупные изделия

Номенклатура покупного изделия	Количество, единица измерения	Цена с НДС за единицу изделия, рублей	Общая сумма, рублей	Условия поставки
1	2	3	4	5
Электрический двигатель АИР160В4 У2	1 шт.	26000	26000	самовывоз
Электроконтактный блок управления электрическим двигателем	1 шт.	1500	1500	самовывоз
Кнопочный пост ПКП-22	1 шт.	200	200	самовывоз
Рукав ВД Ф25 L- 400мм	1 шт.	1800	1800	самовывоз
Рукав ВД Ф40 L- 400мм	1 шт.	2000	2000	самовывоз
Фильтр всасывающий 20-160	1 шт.	1750	1750	самовывоз
Дроссель ДК	1 шт.	3150	3150	самовывоз
Расходомер жидкости DFM	1 шт.	7500	7500	самовывоз
Муфта Bowex	1 шт.	2400	2400	самовывоз
Манометр	1 шт.	300	300	самовывоз
Крепёж	74 шт.	4	296	самовывоз
Итого:	–	–	46896	–
Транспортно- заготовительные расходы	–	–	3282,72	–
Всего:	–	–	50178,72	–

5.2 Определение затрат на выплату заработной платы

Для определения затрат на заработную плату воспользуемся формулой (16):

$$Z_o = C_p \cdot T \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (16)$$

Для удобства сводим информацию по затратам на выплату основной заработной платы в таблицу 16.

Таблица 16 – Информация по затратам на выплату основной заработной платы

Наименование основной технологической операции	Разряд рабочего в соответствии с Единым тарифно-квалификационным справочником работ и профессий рабочих	Затраты на производство единицы продукции (трудоемкость), чел-ч.	Должностной оклад, рублей/час	Заработная плата, рублей
1 Заготовительная	3	6,0	52,8	316,8
2 Сварочная	5	4,0	61,2	244,8
3 Фрезерная	4	1,0	55,74	55,74
4 Электромонтажные	4	0,5	55,74	27,87
5 Сверлильная	3	1,0	52,8	52,8
6 Сборочная	5	4,0	61,2	244,8
7 Окрасочная	3	3,0	52,8	158,4
8 Отладочная	5	3,0	61,2	183,6
Итого:	–	–	–	1284,81
Выплата стимулирующего характера (ч. 1 ст. 129 ТК РФ):	–	–	–	256,96
Основная заработная плата:	–	–	–	1541,72

Для определения затрат на выплату дополнительной заработной платы воспользуемся формулой (17):

$$Z_d = Z_o \cdot K_d, \quad (17)$$

где K_d – коэффициент доплат до часового фонда заработной платы,

$$K_d = 1,1 [20].$$

$$Z_d = 1541,72 \cdot 1,1 = 1541,72 \text{ р.}$$

Для определения затрат на отчисления единого социального налога воспользуемся формулой (18):

$$O_C = (Z_O + Z_D) \cdot K_C, \quad (18)$$

где K_C – коэффициент доплат до часового фонда заработной платы,

$$K_C = 0,26 \text{ [19].}$$

$$O_C = (1541,72 + 154,17) \cdot 0,26 = 440,94 \text{ р.}$$

5.3 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

Для определения затрат на содержание и эксплуатацию оборудования воспользуемся формулой (19):

$$P_{\text{сод.об}} = Z_O \cdot K_{\text{об}}, \quad (19)$$

где $K_{\text{об}}$ – коэффициент, учитывающий расходы на содержание и

эксплуатацию оборудования, $K_{\text{об}} = 1,04$ [20].

$$P_{\text{сод.об}} = 1541,72 \cdot 1,04 = 1603,44 \text{ р.}$$

Для определения затрат на общепроизводственные нужды воспользуемся формулой (20):

$$P_{\text{опр}} = Z_O \cdot K_{\text{опр}}, \quad (20)$$

где $K_{\text{опр}}$ – коэффициент распределения общепроизводственных

расходов, $K_{\text{опр}} = 1,5$.

$$P_{\text{опр}} = 1541,72 \cdot 1,5 = 2312,65 \text{ р.}$$

Для определения цеховой (внутрихозяйственной) себестоимости воспользуемся формулой (21):

$$C_{ц} = M + П_{II} + З_{O} + З_{Д} + O_{C} + P_{соб.об} + P_{опр}. \quad (21)$$

$$C_{ц} = 11448,35 + 50178,72 + 1541,72 + 154,17 + 440,94 + 1603,44 + \\ + 2312,65 = 67680,07 \text{ р.}$$

Для определения затрат на общехозяйственные (общезаводские) расходы воспользуемся формулой (22):

$$P_{охр} = З_{O} \cdot K_{охр}, \quad (22)$$

где $K_{охр}$ – коэффициент, учитывающий общехозяйственные расходы,

$$K_{охр} = 1,6.$$

$$P_{охр} = 1541,72 \cdot 1,6 = 2466,83 \text{ р.}$$

Для определения общих затрат воспользуемся формулой (23):

$$C_{ПП} = C_{ц} + P_{охр}, \quad (23)$$

$$C_{ПП} = 67680,07 + 2466,83 = 74131,02 \text{ р.}$$

Для определения затрат на внепроизводственные нужды воспользуемся формулой (24):

$$P_{ВН} = C_{ПП} \cdot K_{внепр}, \quad (24)$$

где $K_{внепр}$ – коэффициент, учитывающий внепроизводственные расходы, $K_{внепр} = 0,05$.

$$P_{ВН} = 74131,02 \cdot 0,05 = 3507,34 \text{ р.}$$

5.4 Определение общей суммы затрат на изготовление конструкции стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей

Для определения общих затрат на изготовление конструкции стенда, покупку материалов, выплату денежных средств воспользуемся формулой (25):

$$C_{\text{ОБЩ}} = C_{\text{ПР}} + P_{\text{ВН}}, \quad (25)$$

$$C_{\text{ОБЩ}} = 70146,9 + 3507,34 = 73654,25 \text{ р.}$$

Ориентировочная стоимость изготовления спроектированного стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей составляет 73654,25 р.

Для определения экономического эффекта, необходимо произвести расчёт процента снижения себестоимости по следующей формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = 100 - \frac{C_{\text{проект}}}{C_{\text{баз}}} \cdot 100\%, \quad (26)$$

где $C_{\text{проект}}$ – полная себестоимость изготовления стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей;
 $C_{\text{баз}}$ – себестоимость изготовления стенда на заказ. Проведенный обзор аналогичных конструкций стендов для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей показал, что средняя себестоимость изготовления данного оборудования по чертежам на рынке составляет 217300 р.

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = 100 - \frac{73654,25}{217300} \cdot 100\% = 66,14\%.$$

Таким образом, эффект от экономии по статьям, составляет 66,14%.

Из выше рассчитанных данных, можно сделать вывод о том, что экономическая эффективность изготовления стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей силами автотранспортного предприятия, является экономически выгодным видом работ. Отсутствует необходимость закупать оборудование для сварочных операций, а также нет необходимости в перевозке готового изделия. Все затраты связаны лишь с закупками материалов, транспортными расходами и затратами на заработную плату сотрудников.

Заключение

В целях выполнения поставленной цели работы ВКР была выполнена разработка конструкции стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей.

В процессе выполнения работы были решены следующие задачи:

- выполнен поиск аналогов разрабатываемого оборудования, в качестве аналога принят стенд для испытания агрегатов гидроприводов КИ- 4815М;
- выполнена конструкторская разработка стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей, составлены техническое задание и предложение, проведен расчет основных деталей конструкции стенда, составлено руководство по эксплуатации;
- рассмотрен технологический процесс ремонта шестеренчатых насосов, возможные дефекты и неисправности;
- рассмотрена безопасность и экологичность стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей;
- определена экономическая эффективность спроектированной конструкции стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей. Ориентировочная стоимость изготовления спроектированного стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей составляет 73654,25 р. Изготовление стенда для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей силами АТП, является экономически выгодным видом работ. Отсутствует необходимость закупать оборудование для сварочных операций, а также нет необходимости в перевозке готового изделия. Все затраты связаны лишь с закупками материалов, транспортными расходами и затратами на заработную плату сотрудников.

Список используемой литературы и используемых источников

1 Додданнавар, Р. Гидравлические системы : практическое руководство по обслуживанию и ремонту / Рави Додданнавар, Андриис Барнард ; [пер. с англ. В. И. Козлова]. - Москва : Группа ИДТ, 2007. - 285 с.

2 Технологичность конструкций изделий : справочник / Т. К. Алферова [и др.] ; под ред. Ю. Д. Амирова. - Москва : Машиностроение, 1985. - 367 с.

3 Кудрявцев, П. Р. Ремонт шестеренчатых насосов НШ - Москва : [б. и.], 1963. - 55 с.

4 Шестопапов, С. К..Устройство легковых автомобилей : в 2 ч. : учебник / С. К. Шестопапов. - 3-е изд., стер. - Москва : академия, 2014-2016. - 22 см. - (Профессиональное образование. Автомобильный транспорт). Ч. 2: Трансмиссия, ходовая часть, рулевое управление, тормозные системы, кузов. - 2016. – 398 с.

5 Васильев, В. И. Основы проектирования технологического оборудования автотранспортных предприятий : Учеб. пособие [для самостоят. работы по спец. "Автомобили и автомоб. хоз-во" / В. И. Васильев; Курган. машиностроит. ин-т. - Курган : Изд-во Курган. машиностроит. ин-та, 1992. - 87 с.

6 Кирсанов, Е. А. Основы расчета, разработки конструкций и эксплуатации технологического оборудования для автотранспортных предприятий : учеб.пособие / Кирсанов Е.А.,Новиков С.А. - М. : [б. и.], 19 - В надзаг.:Моск. гос. автомоб.-дор. ин-т (Техн. ун-т). Ч. 1. - 1993. - 80 с.

7 Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т. 1 / В. И. Анурьев ; под ред. И. Н. Жестковой. - 8-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2001. - 920 с.

8 Грибков, В. М. Справочник по оборудованию для технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей / В. М. Грибков, П. А. Карпекин. - Москва : Россельхозиздат, 1984. - 223 с.

9 Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учеб. пособие для вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. - 11-е изд., стер. ; Гриф МО. - Москва : Академия, 2008. - 496 с.

10 Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация [Текст] : материалы международной научно-практической конференции / Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт-Петербургский филиал Научно-исследовательского центра "МашиноСтроение" [и др.] ; главный редактор Жуков Иван Алексеевич]. - Санкт-Петербург : СПбФ НИЦ МС, 2018-. - 21 см. № 2. - 2019. - 157 с.

11 Бурков, А. А. Проектирование оборудования и систем из него : учеб. пособие / А. А. Бурков, Е. Б. Щелкунов, И. П. Конченкова. - Комсомольск-на-Амуре : КНАГТУ, 2006 (Комсомольск-на-Амуре). - 92 с.

12 Кузнецов, А. С. Малое предприятие автосервиса : организация, оснащение, эксплуатация / А. С. Кузнецов, Н. В. Белов. - Москва : Машиностроение, 1995. - 303 с.

13 Куклин, Н. Г. Детали машин : учеб. для техникумов / Н. Г. Куклин, Г. С. Куклина, В. К. Житков. - 5-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Илекса, 1999. - 391 с.

14 Теория механизмов и машин : респ. междувед. научно-тех. сб. Вып. 36 / [редкол.: С. Н. Кожевников (отв. ред.) и др.]. - Харьков : Вища шк., 1984. - 129 с.

15 Бортяков, Д. Е. Основы проектной деятельности системы автоматизированного проектирования машин и оборудования : учеб. пособие / Д. Е. Бортяков, С. В. Мещеряков, Н. А. Солодилова ; С.-Петербур. политехн. ун-т Петра Великого. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. - 150 с.

16 Волков, И. А. Основы математического моделирования транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: метод. пособие для студентов оч. и заоч. обучения спец. 190600.62 "Эксплуатация трансп.-технол. машин и комплексов" / И. А. Волков, А. С.

Рукодельцев, И. С. Тарасов ; Волж. гос. акад. вод. трансп., Каф. приклад. механики и подъем.-трансп. машин. - Н. Новгород : ВГАВТ, 2014. - 51 с.

17 Росс, Т. Приспособления для ремонта автомобилей / Т. Росс. - Москва : За рулем, 2004. - 136 с.

18 Горина Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы "Безопасность и экологичность технического объекта". Учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление промышленной и экологической безопасностью" . - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2018. - 41 с.

19 Маевская Е. Б. Экономика организации : учебник / Е. Б. Маевская. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 351 с.

20 Чумаков, Л. Л. Раздел выпускной квалификационной работы «Экономическая эффективность проекта». Уч.-методическое пособие / Л. Л. Чумаков. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 37 с.

21 Niemann, G. Maschinenelemente: Band 1: Konstruktion und Berechnung von Verbindungen, Lagern, Wellen / G. Niemann, H. Winter. - 2005.Springer, - p. 903.

22 Mikell, P. Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems / P. Mikell. - John Wiley & Sons, 2010. - p. 1024.

23 Konig, R. Schmieretechnik / R. Konig. – Springer, 1972. – p.164.

24 Werner, E. Schmierungstechnik / E. Werner. - 1982. – p. 134.

25 Wittel, H. Maschinenelemente: Normung, Berechnung, Gestaltung - Lehrbuch und Tabellenbuch / H. Wittel, D. Muhs, D. Jannasch. - Vieweg+Teubner Verlag, 2011. - p. 810.

Приложение А
Спецификация

Перв. примен.	Строч. №	Подп. и дата	Изм. №	Взам. инв. №	Подп. и дата	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Изм. №	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
										A4	A1						
														<u>Документация</u>			
													20.БР.ПЭА.196.61.00.000.ПЗ	Пояснительная записка	1		
													20.БР.ПЭА.196.61.00.000.СБ	Сборочный чертёж	3		
														<u>Сборочные единицы</u>			
												1	20.БР.ПЭА.196.61.01.000	Рама	1		
												2	20.БР.ПЭА.196.61.02.000	Масляный бак	1		
														<u>Детали</u>			
												3	20.БР.ПЭА.196.61.00.003	Пластина крепления насоса	1		
												4	20.БР.ПЭА.196.61.00.004	Поддон	2		
												5	20.БР.ПЭА.196.61.00.005	Трубопровод подающий	1		
												6	20.БР.ПЭА.196.61.00.006	Трубопровод сливной	1		
												7	20.БР.ПЭА.196.61.00.007	Кожух передний	1		
												8	20.БР.ПЭА.196.61.00.008	Кожух баковой	2		
												9	20.БР.ПЭА.196.61.00.009	Разветвитель	1		
														<u>Стандартные изделия</u>			
													20.БР.ПЭА.196.61.00.000				
Изм. № подл.		Изм. № подл.		Изм. № подл.		Изм. № подл.		Изм. № подл.		Изм. № подл.		Изм. № подл.		Изм. № подл.		Изм. № подл.	
Разраб.		Пров.		Н.контр.		Утв.		Каримов А.А.		Доронкин В.Г.		Доронкин В.Г.		Байрадовский А.В.			
													Стенд для испытания шестеренчатых насосов грузовых автомобилей			Лит. 1 Листов 2	
													ТГУ, ИМ, гр. ЭТКп-1601а				
													Копировал Формат А4				

