

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 диагностики масляных насосов

Студент

Н.В. Финогенов

(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)

Аннотация

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

Цель работы: разработка конструкции стенда для диагностики масляных насосов.

ВКР бакалавра включает в себя пять разделов.

В первом разделе рассмотрен принцип действия и устройство масляного насоса.

Во втором разделе выполнена конструкторская разработка стенда для диагностики масляных насосов.

В третьем разделе рассмотрен технологический процесс диагностики масляных насосов.

В четвертом разделе рассмотрена безопасность и экологичность стенда для диагностики масляных насосов.

В пятом разделе определена экономическая эффективность спроектированной конструкции стенда для диагностики масляных насосов.

Выпускная квалификационная работа состоит из 53 страниц, и включает в себя 11 иллюстраций, 12 таблиц, 25 источников

Abstract

The title of the graduation work is: «The development of the stand for the oil pumps diagnosis».

Nowadays, in tractors, vehicles and agricultural machinery, mechanical control of working systems, brake system, gearbox, power steering was replaced by hydraulic systems.

The injection of the process fluid into the hydraulic system is carried out by various constructions pumps, in particular, by the high-performance gear pump, proposed by us. The project gives details about pumps. The pump is the pressure generating element, the main and indispensable part of any hydraulic system that converts the mechanical energy of engine pinions rotation into the energy of the working fluid pressure.

Timely equipment defects detection 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 aim of the work is to develop the stand for the oil pumps diagnosis.

The graduation work consists of 53 pages, including 11 illustrations, 12 tables and 25 sources of literature.

The thesis of graduation project consists of 5 parts.

In the first part reviewed the oil pump structure and its operating principle.

In the second part is developed the construction of a stand for stand for the oil pumps diagnosis.

The third part describes in details the technological process of oil pumps diagnosis.

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

The fifth part defines the economic efficiency of the designed stand for oil pumps diagnosis.

The results of the study have the practical value for service stations.

Содержание

Введение.....	5
1 Принцип действия и устройство масляного насоса	6
2 Разработка стенда для диагностики масляных насосов	9
2.1 Техническое задание на разработку стенда	9
2.2 Техническое предложение на разработку стенда	13
2.3 Расчёт основных деталей конструкции	24
3 Технологический процесс диагностики масляных насосов	29
4 Безопасность и экологичность стенда для диагностики масляных насосов	32
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики стенда для диагностики масляных насосов	32
4.2 Определение профессиональных рисков	33
4.3 Способы снижения профессиональных рисков	34
4.4 Пожарная безопасность стенда для диагностики масляных насосов.....	37
4.5 Экологическая безопасность стенда для диагностики масляных насосов	40
5 Расчет экономической эффективности стенда для диагностики масляных насосов.....	42
5.1 Определение себестоимости изготовления	42
5.2 Определение затрат на выплату заработной платы.....	44
5.3 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования	45
5.4 Определение общей суммы затрат на изготовление конструкции стенда для диагностики масляных насосов	47
Заключение	48
Список используемой литературы и используемых источников.....	49
Приложение А Спецификация.....	52

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 диагностики масляных насосов.

1 Принцип действия и устройство масляного насоса

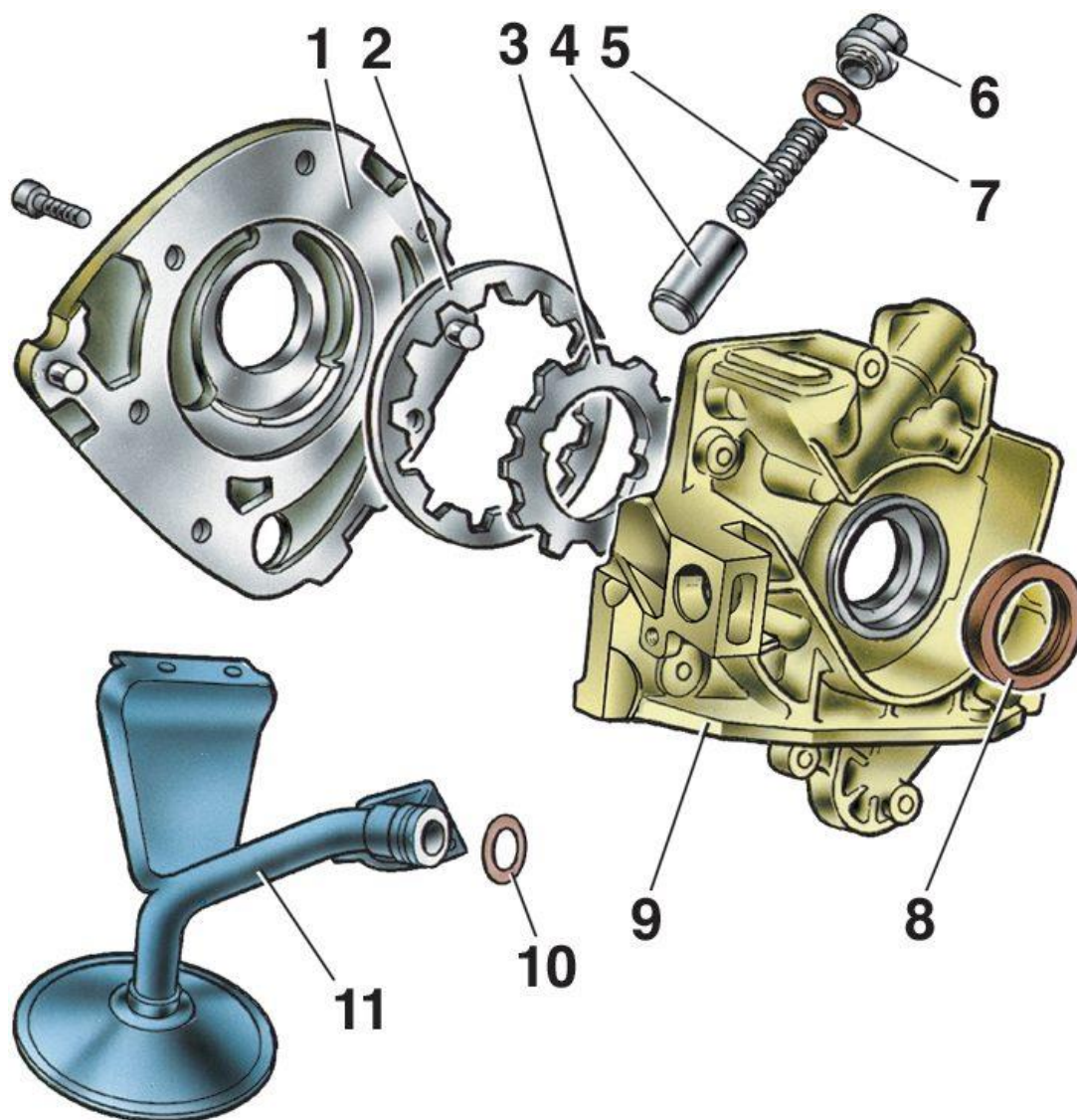
Масляный насос является основным элементом в системе смазки двигателя, который необходимо продиагностировать на стенде, то есть снять и сравнить с рабочими параметрами и при несоответствии нормативам необходимо принять решение о целесообразности его замены.

Основной принцип работы всех масляных насосов двигателей схожий. Осуществляется всасывание моторного масла из поддона картера (масляного бака) и нагнетается в магистрали системы смазки. В результате создается давление масла, вследствие чего, масло направляется в цилиндропоршневую группу и газораспределительный механизм.

Насос (рисунок 1) в сборе крепится шестью болтами к передней части штока цилиндров и уплотняется с блоком паронитовой прокладкой. Корпус 5 насоса и крышка 2 центрируются двумя штифтами с блоком цилиндров относительно оси коленчатого вала.

«Насос состоит из крышки 2, корпуса 5 с полостями всасывания и нагнетания, маслоприемника 4 и редукционного клапана 8. В корпусе помещаются ведущая 7 и ведомая 6 шестерни. Для обеспечения необходимых зазоров между корпусом и шестернями при изменении температуры, корпус отливается из чугуна, а шестерни изготавливаются из металлокерамики с коэффициентами линейного расширения, близкими между собой. В корпусе полость всасывания отделяется от нагнетательной серповидным выступом. Крышка 2 насоса изготавливается из сплава алюминия. Корпус насоса соединяется с крышкой винтами и уплотняется с помощью жидкого герметика типа Локтайт № 329 или активатора № 738 (жидкая прокладка). Ведущая шестерня насоса устанавливается на две лыски коленчатого вала. Масло, просочившееся к сальнику 1 коленчатого вала, отводится по канавкам в картер двигателя. Шестерни насоса – трохоидального зацепления, которым достигается снижение механических потерь на привод и повышение коэффициента полезного действия насоса по

сравнению с шестернями эвольвентного зацепления. Маслоприемник 4 крепится одним болтом к корпусу насоса и двумя болтами к крышке второго коренного подшипника. Трубка маслоприемника в крышке насоса уплотняется резиновым кольцом 3.



1 – сальник коленчатого вала (передний); 2 – крышка насоса; 3 – кольцо уплотнительное резиновое; 4 – маслоприемник; 5 – корпус насоса; 6 – шестерня ведомая; 7 – шестерня ведущая; 8 – клапан редукционный; 9 – пружина редукционного клапана; 10 – пробка; 11 – кольцо уплотнительное

Рисунок 1 – Конструкция масляного насоса

Снизу маслоприемник имеет чашку с сеткой и сферическим демпфером, имеющим в центре отверстие. Нагнетательный канал в крышке

насоса соединяется каналом с масляным фильтром. В крышке располагается редуционный клапан 8 поршневого типа. Необходимое давление срабатывания клапана обеспечивается пружиной 9. Масло при срабатывании клапана перепускается в полость всасывания насоса. При работе двигателя шестерни масляного насоса всасывают масло из картера через маслоприемник и всасывающую полость. Впадинами зубьев шестерни насоса перегоняют масло в нагнетательную полость и подают его под давлением через масляный фильтр на смазку трущихся деталей. После остановки двигателя часть масла остается в нагнетательной полости насоса и позволяет насосу быстро вступить в работу после очередного пуска двигателя» [12].

Характеристика пружины редуционного клапана:

- общее количество витков 17,5;
- рабочее количество витков 15,5;
- длина свободной пружины, мм 46,5;
- длина пружины (под нагрузкой 5,5 кгс), мм 31,7.

2 Разработка стенда для диагностики масляных насосов

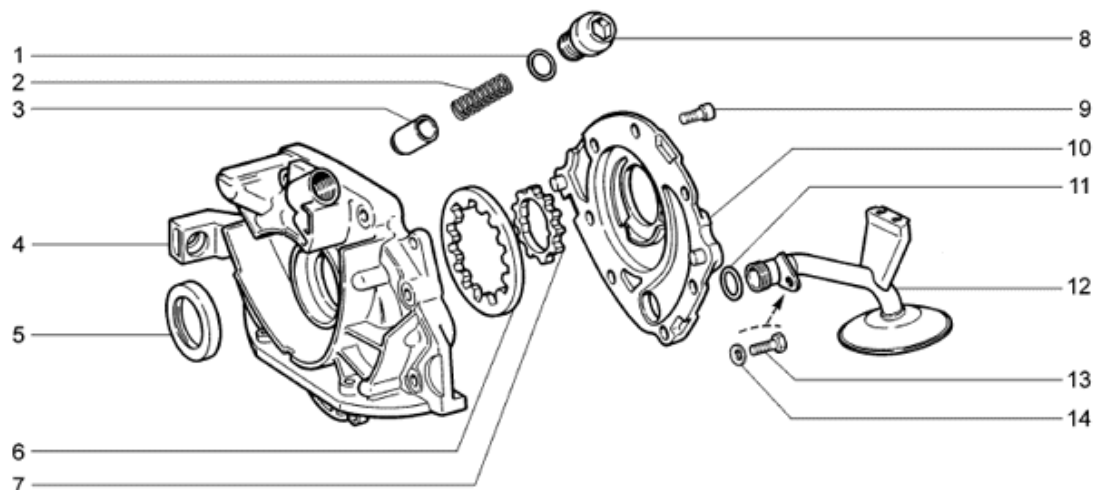
2.1 Техническое задание на разработку стенда

Требуется разработать стенд для диагностики масляных насосов, при помощи которого будет осуществляться контроль технического состояния после ремонта, определяться рабочие характеристики насоса при диагностике, а также проводиться ресурсные испытания или тесты на стабильность при длительной работе. Оценивать работоспособность и пригодность в дальнейшем использовании шестеренчатых масляных насосов необходимо по контрольным параметрам таким как: давление создаваемого на выходе насоса, своевременное срабатывание редукционного клапана. Дополнительно, необходимо предусмотреть проверку расхода объемной подачи масла при различных оборотах.

Неисправности в системе смазки могут навредить двигателю автомобиля, поскольку из-за них нарушается нормальная циркуляция моторного масла по системе. Причинами поломки может быть некачественное используемое масло, его низкий уровень в картере, выход из строя редукционного клапана, загрязнение масляного фильтра, засор сетки маслоприемника и несколько других.

Более подробно рассмотрим устройство шестеренчатого устройства (рисунок 2).

«Масляный насос имеет избыточную производительность (при 6000 мин⁻¹ ведущей шестерни 7 и противодавлении 5 кгс/см² должна быть не менее 34 л/мин), которая обеспечивает необходимое давление масла на любом режиме работы двигателя. Для предотвращения повышенного (сверхдопустимого) давления масла в масляном насосе предусмотрен редукционный клапан 3. Необходимое давление срабатывания клапана 3 обеспечивается пружиной 2. Масло при срабатывании клапана 3 перепускается в полость всасывания насоса» [6].



1 – уплотнительное кольцо; 2 – пружина редукционного клапана; 3 – редукционный клапан; 4 – крышка насоса; 5 – передний сальник коленчатого вала; 6 – ведомая шестерня; 7 – ведущая шестерня; 8 – пробка; 9 – винт; 10 – корпус насоса; 11 – резиновое уплотнительное кольцо; 12 – маслоприемник; 13 – болт; 14 – шайба

Рисунок 2 – Устройство масляного насоса

К давлению масляного насоса предъявляются следующие требования:

- при частоте вращения коленчатого вала 5600 мин^{-1} давление масла должно превышать $4,5 \text{ кгс/см}^2$;
- при частоте вращения коленчатого вала $750\text{-}800 \text{ мин}^{-1}$ минимальное давление должно превышать $0,8 \text{ кгс/см}^2$.

Стенд будет использоваться в автомастерской, где возможно проводить техническое обслуживание и ремонт легковых автомобилей в следующих условиях:

- пол представляет собой цементобетонную стяжку;
- температура в помещении составляет $18\text{-}30 \text{ }^\circ\text{C}$, влажность $40\text{-}65 \%$;
- в помещении присутствуют источники освещения (внутренние, внешние);
- переменный электрический ток с напряжением в сети 380 В .

Разработка выполняется по заданию кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» ТГУ, целью которой является удешевление конструкции аналога за счет упрощения конструкции и сокращения числа

уникальных деталей путем замены их на детали автомобильных компонентов, а также за счет повышения технологичности, упрощения конструкции отдельных узлов, использования более выгодных конструкций деталей и узлов других аналогов с экономической точки зрения, а также максимально возможное применение стандартных и покупных изделий.

Источниками разработки могут служить любая техническая литература, справочники и каталоги оборудования, а также информация, размещенная в сети интернет.

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

Технико-экономические характеристики разрабатываемого станда не должны уступать характеристикам стандов, имеющихся в продаже.

Рекомендуемая техническая характеристика станда:

- тип станда стационарный;
- мощность электрического двигателя, кВт не более 3;
- частота вращения привода в диапазоне, мин⁻¹ 750-5600;
- габаритные размеры станда (ДхШхВ), мм
..... не более 1000х1000х1200;
- масса станда, кг не более 100.

По возможности предусмотреть изготовление станда силами автотранспортных предприятий или станции технического обслуживания, то есть минимизировать выполнения токарных, фрезерных, шлифовальных, работ. Срок службы станда должен быть не менее 10 лет.

Разрабатываемый станд должен удовлетворять требованиям надёжности, быть безотказным при работе, обладать хорошими эксплуатационными характеристиками, быть технологичным при изготовлении, сохранять работоспособность в течение всего срока хранения, а кроме того иметь малую трудоемкость ремонтных работ в случае поломки.

В разрабатываемой конструкции стенда необходимо использовать стандартизированные изделия, соответствующие требованиям государственных стандартов, такие как двигатель, подшипниковые узлы, крепежные изделия, металлопрокат и так далее. С целью упрощения и удешевления конструкции необходимо максимально задействовать узлы и детали, имеющиеся в свободной продаже.

При проектировании стенда для диагностики масляных насосов необходимо использовать стандарты, требования по соблюдению безопасности труда, изложенные в ГОСТ Р 12.0.001-2013, ГОСТ Р 12.0.007-2009, ГОСТ 12.0.230.2-2015 и так далее, согласно которым «безопасность труда обеспечиваются основными следующими требованиями:

- требованиями к конструкции (должны быть предусмотрены ограждения подвижных частей и элементов управления стендом, блокировка включения при нерабочем и аварийном положении, фиксация и крепление рабочих органов при ремонте и в нерабочем состоянии при транспортировке, освещение органов управления, приборы контроля);
- требованиями к обеспечению нормальных санитарно-гигиенических условий (должна быть предусмотрена местная вентиляция, защитные экраны, организованы работы по уборке и протирке элементов стенда, и тому подобное);
- требованиями электробезопасности (должна быть предусмотрена электроизоляция, стойкая к химическому и механическому воздействию, электроаппаратура должна быть заземлена, а также защитные включения тока при перегрузках и при необходимости экстренного отключения стенда);
- требованиями пожаро- и взрывобезопасности (обеспечивается наличие огнетушителей марки ОУ и ОП для тушения пожаров, устанавливается ящик с песком и другие приспособления для устранения пожара);

- требованиями к наличию пояснительных знаков и знаков безопасности (например: Осторожно!, Посторонним вход воспрещён!, защитная окраска ограждений опасных зон и так далее);
- требованиями защиты обслуживающего персонала от вредных воздействий (шума, вибраций, температуры);
- стенд должен отвечать эргономическим требованиям: панель управления должен располагаться на уровне груди с удобным размещением кнопок и органов управления и не вызывать повышенной усталости при выполнении операций оператором;
- конструкция стенда должна отвечать требованиям электробезопасности;
- стенд должен отвечать эстетическим требованиям: внешние очертания конструкции стенда должны быть простыми и строгими, части стенда предпочтительно выполняются прямоугольной формы, общая концепция стенда не должна оказывать морального давления на психику человека» [7].

Так как данный стенд планируется изготовить в одном экземпляре и использовать на станции технического обслуживания и как следствие продажа стенда не предусмотрена, то соблюдение патентной частоты не требуется.

При необходимости (решение руководителя выпускной квалификационной работы) конструкторская документация на этапе технического проекта согласовывается с техническими специалистами.

2.2 Техническое предложение на разработку стенда

Масляный насос является основным элементом в системе смазки двигателя, который необходимо продиагностировать на стенде, то есть снять

и сравнить с рабочими параметрами и при несоответствии нормативам необходимо принять решение о целесообразности его замены.

Основной принцип работы всех масляных насосов двигателей схожий. Осуществляется всасывание моторного масла из поддона картера (масляного бака) и нагнетается в магистрали системы смазки. В результате создается давление масла, вследствие чего, масло направляется в цилиндропоршневую группу и газораспределительный механизм.

При диагностировании масляного насоса необходимо максимально точно воспроизвести рабочие режимы двигателя, то есть необходимо создать на выходе масляного насоса сопротивление, равное сопротивлению возникающего при проходе элементов двигателя. Выполнить данное условие можно вследствие установки на выходной канал регулировочного крана.

Следующим этапом предлагается рассмотреть стенды, устройства и другие средства диагностики, которые используются на станциях технического обслуживания для определения оптимальных характеристик и сравнения с параметрами, представленными в техническом задании, то есть необходимо удостовериться, возможно ли разработать конструкцию данного стенда в соответствии с представленными параметрами.

Предлагаю рассмотреть три диагностических стенда, служащих для диагностики масляных насосов:

- стенд для испытания масляных насосов двигателей, модели 80;
- устройство для испытания масляных насосов 63-016-01;
- стенд для проверки и регулировки масляных насосов СПВ-236.

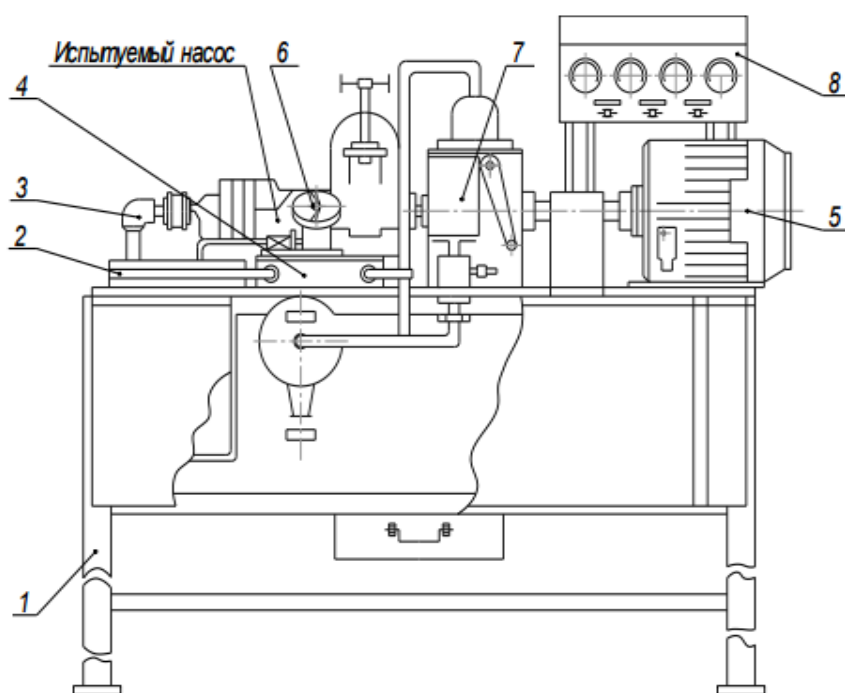
Более подробно рассмотрим каждый стенд.

Стенд для испытания масляных насосов двигателей, модели 80, представлен на рисунке 3.

Согласно описанию стенда, изложенному в руководстве по эксплуатации «основанием стенда является сварная станина 1. Испытуемый насос 5 устанавливают на плите 4 и закрепляют специальными зажимами. Фланец насоса соединяют с впускным трубопроводом 3, находящимся на

крышке 2 масляного бака. Масло, нагнетаемое насосом, поступает по каналам к плите 4, к крану 6 и далее в поддон, из которого сливается снова в бак. Калиброванные отверстия крана 6 отрегулированы по эталонному масляному насосу. На стенде можно произвести следующие операции:

- проверить максимальное давление, развиваемое насосом;
- произвести регулировку предохранительного и перепускного клапанов;
- определить производительность насоса.



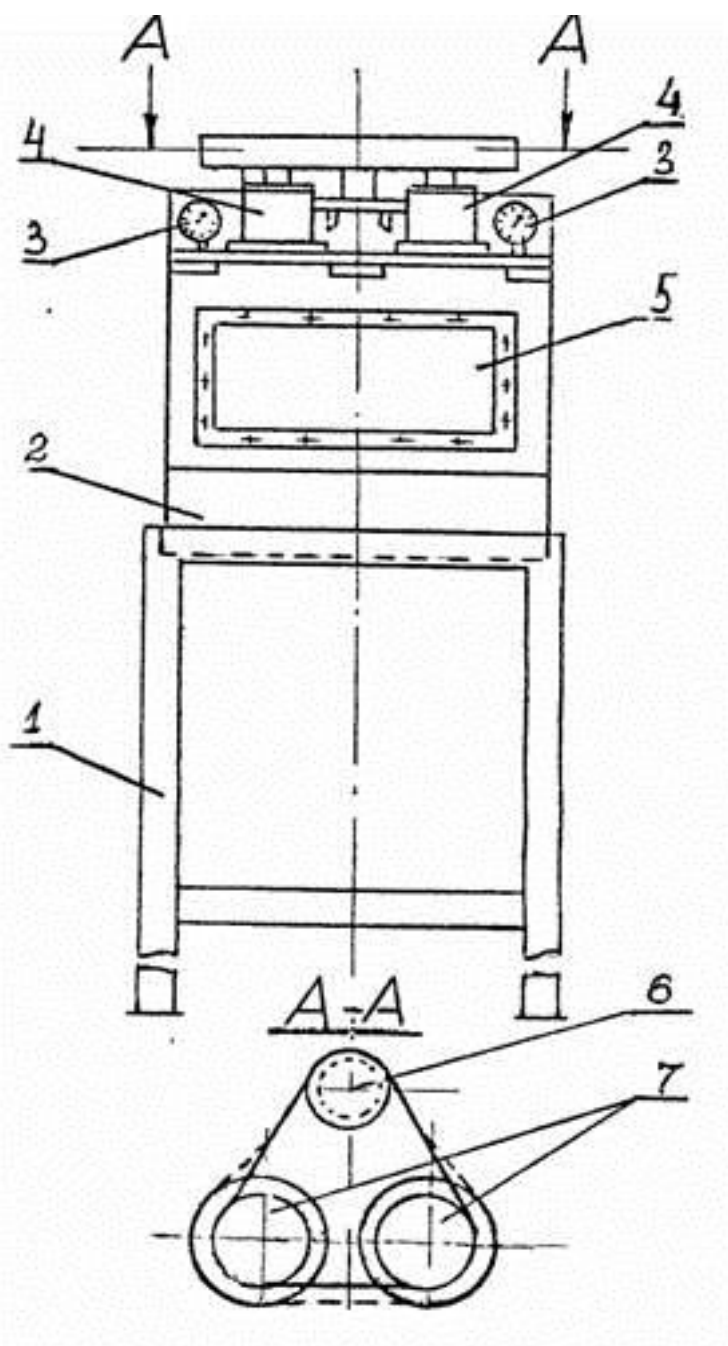
1 – станина; 2 – масляный бак; 3 – впускной трубопровод; 4 – плита;
5 – электродвигатель; 6 – кран; 7 – двухступенчатый редуктор; 8 – панель управления

Рисунок 3 – Стенд для проверки и регулировки масляных насосов,
модель 80

Производительность насоса определяется по величине давления, развиваемого насосом при подаче масла через калиброванные отверстия в кране 6. Величина давления, развиваемая испытуемым насосом, определяется по показателям манометра, установленного на панели 8. Ведущий валик насоса вращается от приводного устройства стенда, состоящего из специального двухступенчатого редуктора 7 и электродвигателя 5, валы

которых соединяют упругой муфтой. Приводное устройство стенда дает возможность испытать насос в двух режимах» [8].

Следующий стенд, который мы рассмотрим, будет стенд для испытания масляных насосов 63-016-01 (рисунок 4), который предназначен для одновременного испытания двух масляных насосов различных марок.



1 – станина; 2 – камера; 3 – манометр; 4 – шпindelь; 5 – экран;
6 – электродвигатель; 7 – приводные валки и шкивы

Рисунок 4 – Устройство стенда для испытания масляных насосов 63-016-01

Согласно описанию стенда, изложенному в руководстве по эксплуатации «стенд имеет две позиции, одна из которых предназначена для испытания маслонасосов двигателей УАЗ, а другая – для ЗМЗ-24. Состоит стенд из станины 1, камеры 2, двух шпинделей 4 с приводными валиками и шкивами 7, электродвигателя 6. В нижней части камеры находится пробка для слива смеси. На каждой позиции имеется манометр 3 для определения давления, развиваемого испытуемым насосом. Экран 5 предназначен для обзора испытуемых насосов. В камеру (нижняя ее часть является ванной), заливают смесь, состоящую из 90 % керосина и 10 % масла АС-ГОСТ10541-78 до уровня 80-90 мм от угла, поддерживая этот уровень постоянно. Электродвигатель 6 через шкивы передает вращение на шпиндель 4, который приводит во вращение установленный и закрепленный в камере насос» [8].

Рассмотрим еще один аналог – стенд СПВ-236 (рисунок 5), который имеет следующие параметры:

- габаритные размеры (ДхШхВ), мм 1300х600х1530;
- масса стенда в сборе, кг 180.



Рисунок 5 – Стенд для проверки и регулировки масляных насосов СПВ-236

Стенд для проверки и регулировки масляных насосов СПВ-236 обладает следующими преимуществами:

- универсальность,
- достоверность снимаемых результатов,
- безопасность при осуществлении диагностируемых работ,
- эргономические и высокие эстетические показатели, в соответствии с нормами действующего законодательства.

Анализ достоинств и недостатков рассматриваемых стендов, показал, что принять за прототип для дальнейшей модернизации следует стенд для проверки и регулировки масляных насосов СПВ-236, так как рассматриваемые аналоги являются громоздкими и дорогостоящими при производстве.

На основании сделанного вывода, а также требований технического задания предлагается использовать следующее компоновочное решение стенда (рисунок б).

Стенд представляет собой сварную конструкцию (раму) 1 из профильной трубы квадратного сечения. Для придания жесткости конструкции и облицовки стенда используется листовая металл 16. То есть именно, каркасной рамой 1 и плитой 16 предлагается воспроизвести плоскость блока цилиндров двигателя.

К нижней части плиты 16 устанавливаем штатный поддон 2 с уплотнительной прокладкой 13, где предварительно установлен приемник масляного насоса 14.

Для крепления масляного насоса к плите 16 предусмотрена пластина, в которой предусмотрены места крепления масляного насоса через уплотнительную прокладку. В качестве опоры приводного вала 8 в пластине предусмотрен опорный подшипник 15 шарикового типа. Дополнительно в пластине присутствует канал от напорного отверстия масляного насоса в напорный трубопровод 12 и манометр 6.

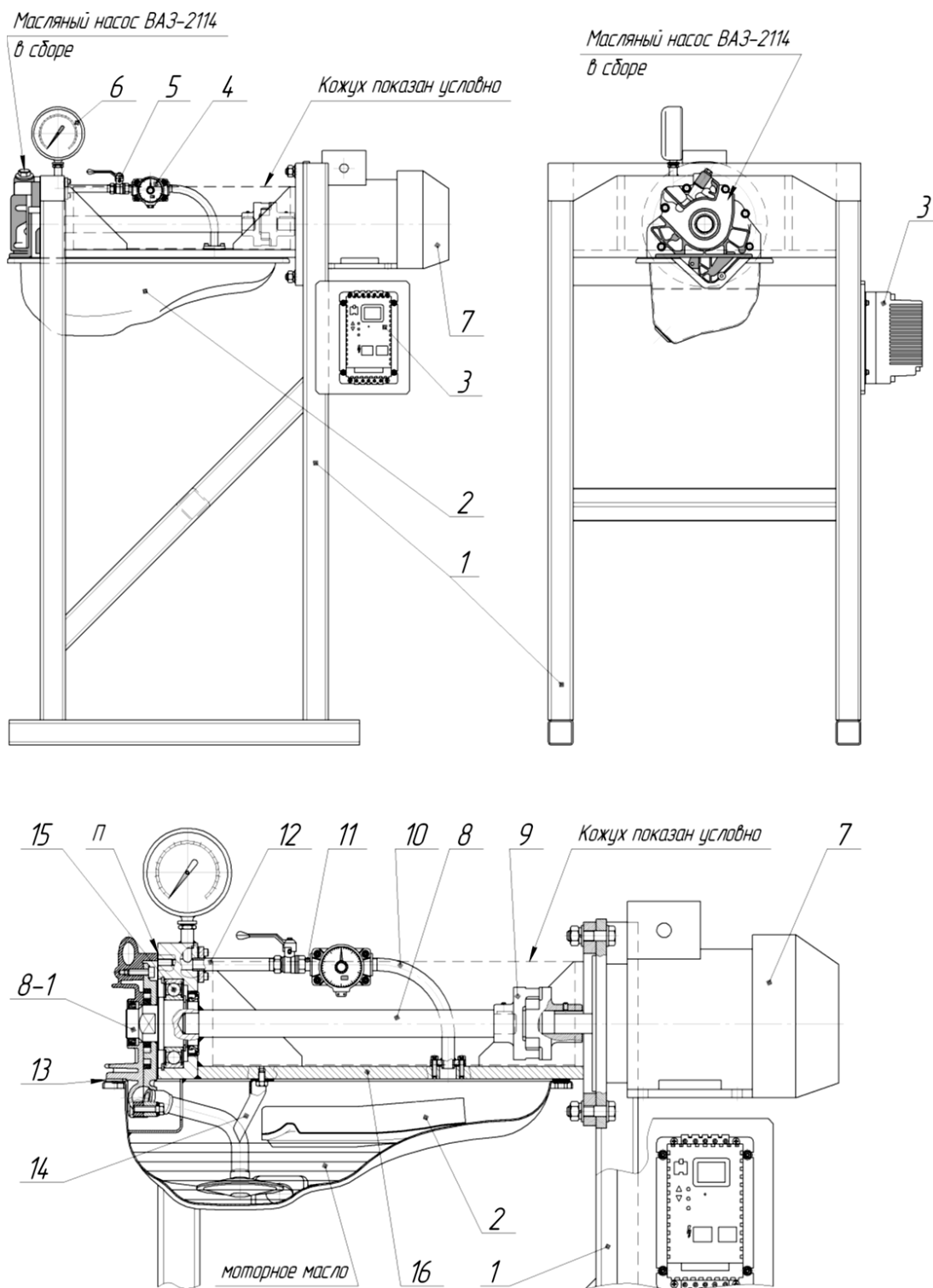
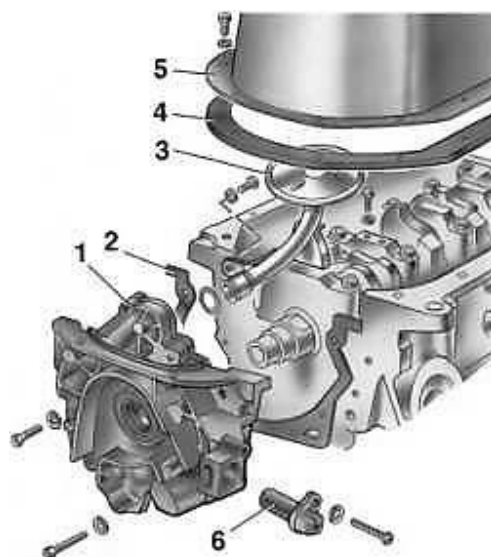


Рисунок 6 – Компонировочное решение стенда

В качестве основной идеи компоновочного решения предлагается вариант конструкции, которая в точности будет имитировать положение масляного насоса в двигателе автомобиля (рисунок 7).



1 – масляный насос; 2 – прокладка уплотнительная; 3 – приемник; 4 – прокладка картера; 5 – картер; 6 – датчик положения коленчатого вала

Рисунок 7 – Положение масляного насоса в двигателе

С целью облегчения установки и последующего снятия диагностируемого масляного насоса со стенда в поддоне 2 предусмотрено технологическое окно, выполненное в виде треугольника, имитирующее нижнюю часть насоса. Использование такого решения позволит осуществлять монтаж/демонтаж диагностируемого насоса без снятия поддона. Для предотвращения разбрызгивания масла около места образования окна предусмотрен защитный уголок.

Приводной вал состоит из следующих двух частей:

- один конец вала изготавливается под шпоночное соединение для крепления муфты 9;
- другой конец вала 8-1 без конструктивных изменений (стандартный конец вала двигателя).

Таким образом, для получения такого вида вала необходимо приварить крайнюю часть коленчатого вала 8-1 к стандартному валу 8, что позволит обеспечить штатные места сопряжения элементов масляного насоса и его привода.

К напорному трубопроводу 12 подсоединен шаровый кран 5, имитирующий сопротивление для прохода масла через каналы и узлы двигателя. Такое решение является наиболее простым и дешевым в исполнении и не потребует сложных настроек и регулировок для достижения необходимого сопротивления для прохождения масла.

По каталогу выбираем стандартный шаровой кран «Bugatti» серии 6000 (рисунок 8).



Рисунок 8 – Шаровой кран «Bugatti» серии 6000

В переходнике 11 (рисунок 6) необходимо предусмотреть установку расходомера 4, который будет служить для определения производительности масляного насоса (не менее 34 л/мин при 5600 мин⁻¹), ведущей шестерни 7 и создаваемом сопротивлении шаровым краном (5 кгс/см²).

В соответствии с этими показателями выбираем по каталогу механический объемный счетчик для автомобильных масел, фирмы «Siemens» (рисунок 9) имеющий следующие технические данные (таблица 1).

Таблица 1 – Технические характеристики расходомера «Siemens»

Показатель	Значение
Измеряемые вещества	Жидкости вязкостью 8-2000 мПа с
Производительность	1-50 л/мин
Допустимая температура измеряемой среды	макс. 60 °С
Допустимая окружающая температура	от плюс 10 °С до плюс 60 °С
Номинальное давление, атм	10
Сумматор	литры, 0-9999 л
Точность измерения	плюс/минус 2 %
Габаритные размеры, мм	110x60x60



Рисунок 9 – Расходомер «Siemens»

В качестве привода используется асинхронный электродвигатель 7, подключенный через частотный преобразователь 3 фирмы «Lenze» (рисунок 10).

Такое решение с применением штатных узлов двигателя позволит сэкономить денежные средства и время. Также выбранная схема стенда позволит добиться оптимальной компактности стенда.



Рисунок 10 – Преобразователь частоты «Lenze» ESMD551

Согласно описанию основных характеристик частотного преобразователя «основными функциями являются:

- пуск и регулирование скорости двигателя;

- реверс, ускорение, замедление, остановка;
- защита двигателя и преобразователя;
- динамическое торможение;
- простая конструкция, малые габариты и масса» [9].

Использование частотного преобразователя позволит провести диагностику масляного насоса в требуемом диапазоне оборотов 750-5600 мин⁻¹.

Вращение электродвигателя, закрепленного на фланце к раме болтовыми соединениями, передается через упругую муфту со звездочкой, так как применение муфты позволяет компенсировать погрешности, полученные при сборке, сварке рамы стенда, которые в любом случае приведут к несоосности и другим немаловажным отклонениям.

С целью обеспечения безопасности проведения диагностируемых работ все движущие (вращающиеся) части ограждены защитным кожухом, крепление которого осуществляется к раме.

Таким образом, предлагаемая конструкция стенда для диагностики масляных насосов, отвечает всем требованиям и рекомендациям, изложенным в техническом задании.

Основные требования по конструктивному стилю, эстетическим и эргономическим требованиям изложены в ГОСТ 20.39.108-85 на основании, которых и была осуществлена разработка стенда для диагностики масляных насосов. Основные выдержки представлены ниже:

«Конструктивный вид отдельных узлов должен создавать гармоничную, продуманную конструкцию изделия. В нашем случае максимально использовать симметрию в расположении парных узлов удалось не везде, тем не менее, результирующая форма очертаний узлов и деталей проста и строга и не подразумевает двойственного назначения.

Простая внешняя форма позволяет содержать стенд в чистоте и облегчает удаление грязи и пыли. Не симметричность формы стенда придает еще более выраженную степень статичности и устойчивости.

Окраска станда должна осуществляться также в соответствии с эстетическими требованиями. Все корпусные части станда в светло-зеленый цвет, так как он является более естественным, действует успокаивающе и не вызывает возбуждения, не рассредоточивают внимания человека и не влияет на производительность труда. Движущиеся части окрашиваются ярко-желтой эмалью, защитный кожух окрашивать в оранжевый цвет» [10].

2.3 Расчёт основных деталей конструкции

Расчет и выбор марки электродвигателя производится исходя из задач, предполагаемых для выполнения на станде. 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, которая определяется моментом на валу насоса из условия:

$$M_{уд} = \frac{V_0 \cdot p}{2\pi} \cdot \frac{1}{\eta_M}, \quad (1)$$

где V_0 – рабочий объем насоса, равный 49,1 см³;

p – давление насоса, равное 16 МПа;

η_M – КПД насоса механический, равный 0,85.

$$M_{уд} = \frac{49,1 \cdot 10^{-6} \cdot 16 \cdot 10^6}{2 \cdot 3,14} \cdot \frac{1}{0,85} = 147 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

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, равные 1500 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 (4)

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

где $\eta_{\text{общ}}$ – общий КПД двигателя, определяется по формуле (5).

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

где η_1 – КПД потерь в системе подвода жидкости, равный 0,6;

η_2 – КПД потерь в системе передачи крутящего момента от двигателя к насосу, равный 0,65;

η_3 – КПД объемных потерь для насоса, равный 0,9.

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

Подставляем значения в формулу (4):

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

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 6,8 раз. Следовательно, для привода насоса от электродвигателя без перегрузки последнего требуется приводная мощность в 8,2 раза больше.

Окончательно мощность на привод насоса составит:

$$P_{пр.ок} = 2710 \cdot 6,8 = 18428 \text{ Вт} .$$

В соответствии с имеющимися в наличии стандартными двигателями принимаем для привода электродвигатель АИР-160В4У2 с оборотами на валу 1500 об/мин, мощность двигателя 18,5 кВт.

Следующим этапом проведения расчетов, необходимо определиться с внутренними диаметрами трубопроводов (всасывающий, сливной и напорный). Для этого необходимо знать исходные параметры, которые определяют модель насоса. В нашем случае предлагается использовать насос НШ-50, у которого рабочее давление составляет 16 МПа, а расход 110,8 л/мин. Также необходимо знать величины допустимых скоростей в гидросистеме для разных трубопроводов, которые согласно данным [12], равны «для всасывающего – 1,5 м/с; для нагнетательного 3-5 м/с; для сливного 2 м/с».

Имея все данные, используем формулы (6, 7, 8) для определения внутренних диаметров.

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

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

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

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

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

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

Полученные значения диаметров необходимо округлить до большего значения в соответствии с нормативами ГОСТ 16516-70 и тогда:

$$D_{y.вс} = 40 \text{ мм},$$

$$D_{y.н} = 25 \text{ мм},$$

$$D_{y.сл} = 40 \text{ мм}.$$

После принятия диаметров трубопроводов определяем скорости движения жидкости по ним в соответствии с формулами (9, 10, 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, 10, 11) и получаем:

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

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

$$V_{cл1} = \frac{4 \cdot 0,00185}{3,14 \cdot (0,04)^2} = 1,48.$$

Толщину стенки трубопровода определяется по формуле:

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

где σ_s – предел прочности при растяжении, который для Стали 20 принимается равным 400 МПа.

Толщину стенки трубы не следует выбирать менее 0,8 мм,

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

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

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

3 Технологический процесс диагностики масляных насосов

Неисправности в системе смазки могут навредить двигателю автомобиля, поскольку из-за них нарушается нормальная циркуляция моторного масла по системе. Причинами поломки может быть некачественное используемое масло, его низкий уровень в картере, выход из строя редукционного клапана, загрязнение масляного фильтра, засор сетки маслоприемника и несколько других.

«Быстрый расход масла может свидетельствовать о следующих неисправностях:

- негерметичное крепление масляного фильтра к штуцеру;
- утечка масла через прокладку картера или масляного насоса;
- повреждение поддона картера;
- засорение системы вентиляции картера;
- некоторые неисправности газораспределительного и кривошипно-шатунного механизма.

Понижение давления масла может иметь следующие причины:

- засорение масляного фильтра;
- неисправность масляного насоса;
- неисправность редукционных клапанов;
- понижение уровня масла в системе;
- выход из строя датчика давления» [6].

Более подробно остановимся на возможных неисправностях масляного насоса и способов их устранения приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Возможные неисправности насоса и методы их устранения

Причина неисправности	Способ устранения
1	2
Недостаточное давление масла	
Работа на масле несоответствующего сорта и качества	Заменить масло другими в соответствии с рекомендациями инструкции

Продолжение таблицы 2

1	2
Неисправность редукционного клапана давления масла или попадание под клапан посторонних частиц	Отрегулировать, очистить или заменить редукционный клапан давления масла
Шестерни масляного насоса изношены или имеют повреждения	Отремонтировать масляный насос
Чрезмерное давление масла	
Густое масло	Заменить масло другим в соответствии с рекомендациями инструкции
Неисправен редукционный клапан давления масла	Отрегулировать или заменить клапан

В таблице 3 представлена технологическая карта по диагностики масляного насоса двигателя легкового автомобиля.

Таблица 3– Технологическая карта диагностики масляного насоса легкового автомобиля

Наименование операции, перехода	Инструмент, приспособление	Трудоемкость, чел.–мин.	Примечание
1	2	3	4
1 Установка насоса на стенд			
1.1 Установить насос на присоединительный фланец	–	0,5	Предварительно установить прокладку
1.2 Одеть всасывающий патрубок	–	0,5	–
1.3 Закрутить болты крепления насоса	Ключ гаечный на 14	2,0	5 Н·м
2 Проверка производительности масляного насоса			
2.1 Включить двигатель стенда	–	1,0	–
2.2 Выставить минимальные обороты двигателя	Частотный регулятор	1,0	750 мин ⁻¹
2.3 Закрыть шаровой кран	–	0,5	–
2.4 Произвести регистрацию показаний манометра	–	0,5	Должно быть не менее 0,8 кгс/см ²
2.5 Выставить максимильные обороты двигателя	Частотный регулятор	1,0	5600 мин ⁻¹
2.6 Шаровый кран открыть	–	0,5	–
2.7 Произвести регистрацию показаний манометра	–	0,5	Должно быть не менее 4,5 кгс/см ²
2.8 Произвести регистрацию показаний расходомера	–	0,5	Должно быть не ниже 34 л/мин
3 Проверка работоспособности редукционного клапана			
3.1 Полностью закрыть кран	–	0,5	–

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4
3.2 Плавно увеличить обороты двигателя	–	1,0	Начинать от 750 до 5600 мин ⁻¹
3.3 Произвести регистрацию показаний манометра срабатывания редукционного клапана	–	0,5	Должно быть не менее 5,5-7,5 кгс/см ²
4 Снятие насоса со стенда			
4.1 Отключить двигатель	–	0,5	–
4.2 Открутить болты крепления насоса	Ключ гаечный на 14	2,0	–
4.3 Снять насос	–	0,5	–

При несоответствии нормативам необходимо произвести ремонт или замену на новый масляный насос.

4 Безопасность и экологичность стенда для диагностики масляных насосов

4.1 Конструктивно-технологическая и организационно техническая характеристики стенда для диагностики масляных насосов

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 4 представлен паспорт безопасности на стенд для диагностики масляных насосов.

Таблица 4 – Паспорт безопасности на стенд для диагностики масляных насосов

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
Диагностика масляного насоса	1 Установка масляного насоса на стенд. 2 Проверка производительности масляного насоса. 3. Проверка работоспособности и редукционного клапана 4. Снятие насоса со стенда	Слесарь по ремонту автомобилей 4 разряда	Стенд для диагностики масляных насосов, гаечный ключ «на 14»	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 диагностики масляных насосов представлена в таблице 5.

Таблица 5 – 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 Установка масляного насоса на стенд	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Стенд для диагностики масляных насосов
	Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования	
	Возможность поражения электрическим током	
2 Проверка производительности масляного насоса	Отсутствие или недостаток необходимого освещения рабочей зоны	Шестеренчатый насос
	Повышенный уровень шума	
	Монотонность труда, вызывающая монотонию	
	Напряжение зрительных анализаторов	
	Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	
3 Проверка работоспособности редукционного клапана	Отсутствие или недостаток необходимого освещения рабочей зоны	Стенд для диагностики масляных насосов
	Повышенный уровень шума	
	Монотонность труда, вызывающая монотонию	
	Напряжение зрительных	

Продолжение таблицы 5

1	2	3
	анализаторов	
	Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	
4 Снятие насоса со стенда	Статические нагрузки, связанные с рабочей позой	Стенд для диагностики масляных насосов

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 6.

Таблица 6 – 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);	Использование СИЗ защиты органов слуха (наушников, беруш)

Продолжение таблицы 6

1	2	3
	группировка шумных помещений в одной зоне 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 диагностики масляных насосов

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.

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 11 показаны правила соблюдения пожарной безопасности на предприятии.

Сводная информация по мероприятиям, направленным на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности

при технологическом процессе диагностики масляных насосов представлена в таблице 7.



Рисунок 11 – Правила пожарной безопасности на предприятии

Таблица 7 – Мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе диагностики масляных насосов

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	Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать

Продолжение таблицы 7

1	2
создания препятствий для эвакуации и использованию средств пожаротушения	безопасную, своевременную и беспрепятственную эвакуацию людей
Обеспечение исправности, проведение своевременного обслуживания и ремонта источников наружного и внутреннего противопожарного водоснабжения, средств пожаротушения	Не допускается использование неисправных средств пожаротушения также средств с истекшим сроком 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 диагностики масляных насосов

Сводная информация по идентификации экологических факторов технологического процесса диагностики масляных насосов представлена в таблице 8.

Таблица 8 – Идентификация экологических факторов технологического процесса диагностики масляных насосов

Структурные составляющие (оборудование) технологического процесса	Антропогенное воздействие на окружающую среду:		
	атмосферу	гидросферу	литосферу
1	2	3	4
Стенд для диагностики масляных насосов	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 стенда диагностики масляных насосов представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса диагностики масляных насосов

Мероприятий, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса диагностики масляных насосов 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	Изнанная 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 диагностики масляных насосов».

В разделе «Безопасность и экологичность стенда для диагностики масляных насосов»:

- составлен паспорт безопасности на стенд для диагностики масляных насосов (таблица 4);
- определены профессиональные риски при использовании стенда для диагностики масляных насосов (таблица 5) и способы их снижения (таблица 6);
- рассмотрены мероприятия, направленные на предотвращение пожарной опасности и обеспечению пожарной безопасности при технологическом процессе диагностики масляных насосов (таблица 7, 8);
- рассмотрены мероприятия, направленные на снижение негативного антропогенного воздействия технологического процесса диагностики масляных насосов (таблица 9).

5 Расчет экономической эффективности стенда для диагностики масляных насосов

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 10.

Таблица 10 – Информация по затратам на покупку сырья

Номенклатура сырья, материалов и услуг	Количество, единица измерения	Цена с НДС за единицу, руб.	Общая сумма, руб.	Условия поставки
1	2	3	4	5
Круг горячекатаный, диаметр 70 мм	7,7 кг	32,3	248,71	самовывоз
Круг горячекатаный, диаметр 85 мм	22 кг	35,2	774,4	самовывоз
Круг горячекатаный, диаметр 40 мм	10,5 кг	27,1	284,55	самовывоз
Круг, бронза	0,8 кг	92	73,6	самовывоз
Листовой металл, толщина 8 мм	7,7 кг	23,1	177,87	самовывоз
Швеллер №8	98 кг	35,1	3439,8	самовывоз
Швеллер №6	27 кг	31,9	861,3	самовывоз
Уголок 32х32	13 кг	15,8	205,4	самовывоз
Литол	0,5 кг	60	30	самовывоз
Грунтовка	2,2 л	62	136,4	самовывоз
Краска	1,9 л	95	180,5	самовывоз
Итого:	–	–	6412,53	–
Транспортно-заготовительные расходы	–	–	68,01	–
Всего:	–	–	6480,54	–

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

$$P_{и} = C_{и} \cdot \eta_{и} \cdot \left(1 + \frac{K_{ТЗ}}{100}\right). \quad (15)$$

Для удобства сводим информацию по затратам на покупные изделия в таблицу 11.

Таблица 11 – Информация по затратам на покупные изделия

Номенклатура покупного изделия	Количество, единица измерения	Цена с НДС за единицу изделия, руб.	Общая сумма, руб.	Условия поставки
1	2	3	4	5
Ваттметр	1 шт.	420	420	самовывоз
Выключатель автоматический	1 шт.	380	380	самовывоз
Двигатель 4А250S46У3 ГОСТ 19523-81	1 шт.	45000	45000	самовывоз
Клепки d =10 мм	200 шт.	2	400	самовывоз
Манжета ГОСТ 8752-79	4 шт.	26	104	самовывоз
Муфта МУВП МВП-1	1 шт.	5500	5500	самовывоз
Подшипник радиально-упорный	4 шт.	210	840	самовывоз
Пресс-масленка	1 шт.	23	23	самовывоз
Шплинт	2 шт.	1,5	3	самовывоз
Шпонка сегментная	2 шт.	1,7	3,4	самовывоз
Болт фундаментный	6 шт.	79	474	самовывоз
Электрокабель, м	6 м	55	330	самовывоз
Кнопочная станция	1 шт.	310	310	самовывоз
Магнитный пускатель	1 шт.	720	720	самовывоз
Крепеж	108 шт.	4	432	самовывоз
Итого:	–	–	54939,4	–
Транспортно- заготовительные расходы	–	–	3845,75	–
Всего:	–	–	58785,16	–

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 12.

Таблица 12 – 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, руб./час	Заработная плата, руб.
1 Заготовительная	3	10	52,8	528
2 Токарная	5	12	61,2	734,4
3 Фрезерная	5	10	61,2	612
4 Шлифовальная	5	6	61,2	367,2
5 Долбежная	4	2	55,74	111,48
6 Термическая	4	6	55,74	334,44
7 Сверлильная	4	6	55,74	334,44
8 Сборочная	5	16	61,2	979,2
9 Окрасочная	4	2,5	55,74	139,35
10 Испытательная	4	4	55,74	222,96
Итого:	–	–	–	4363,47
Выплата стимулирующего характера (ч. 1 ст. 129 ТК РФ):	–	–	–	872,69
Основная заработная плата:	–	–	–	5236,16

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

$$З_д = З_о \cdot K_д, \quad (17)$$

где $K_д$ – коэффициент доплат до часового фонда заработной платы,

$$K_д = 1,1 \text{ [20]}.$$

$$З_д = 5236,16 \cdot 1,1 = 523,61 \text{ р.}$$

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

$$O_c = (З_о + З_д) \cdot K_c, \quad (18)$$

где K_c – коэффициент доплат до часового фонда заработной платы,

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

$$O_c = (5236,16 + 523,61) \cdot 0,26 = 1497,54 \text{ р.}$$

5.3 Определение затрат на содержание и эксплуатацию оборудования

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

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

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

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

$$P_{\text{сод.об}} = 5236,16 \cdot 1,04 = 5445,61 \text{ р.}$$

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

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

где K_{opr} – коэффициент распределения общепроизводственных расходов, $K_{opr} = 1,5$.

$$P_{opr} = 5236,16 \cdot 1,5 = 7854,24 \text{ р.}$$

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

$$C_{ц} = M + \Pi_{II} + Z_O + Z_D + O_C + P_{соб.об} + P_{opr}. \quad (21)$$

$$C_{ц} = 6480,54 + 58785,16 + 5236,16 + 523,61 + 1497,54 + 5445,61 + 7854,24 = 85822,88 \text{ р.}$$

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

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

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

$$K_{охр} = 1,6.$$

$$P_{охр} = 5236,16 \cdot 1,6 = 8377,86 \text{ р.}$$

Для определения общих затрат воспользуемся формулой (23):

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

$$C_{ПП} = 85822,88 + 8377,86 = 94200,74 \text{ р.}$$

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

$$P_{BH} = C_{IP} \cdot K_{внепр}, \quad (24)$$

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

$$P_{BH} = 94200,74 \cdot 0,05 = 4710,03 \text{ р.}$$

5.4 Определение общей суммы затрат на изготовление конструкции стенда для диагностики масляных насосов

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

$$C_{ОБЩ} = C_{IP} + P_{BH}, \quad (25)$$

$$C_{ОБЩ} = 94200,74 + 4710,03 = 98910,78 \text{ р.}$$

Ориентировочная стоимость изготовления спроектированного стенда для диагностики масляных насосов составляет 98910,78 р.

Заключение

В целях выполнения поставленной цели работы ВКР была выполнена разработка конструкции стенда для диагностики масляных насосов.

В процессе выполнения работы были решены следующие задачи:

- рассмотрен принцип действия и устройство масляного насоса;
- выполнена конструкторская разработка стенда для диагностики масляных насосов, составлены техническое задание и предложение;
- проведен расчет и выбор деталей конструкции стенда для диагностики масляных насосов: мощности электрического двигателя, диаметров трубопроводов (всасывающего, сливного и напорного);
- рассмотрен технологический процесс диагностики масляных насосов;
- рассмотрена безопасность и экологичность стенда для диагностики масляных насосов;
- определена экономическая эффективность спроектированной конструкции стенда для диагностики масляных насосов. Ориентировочная стоимость изготовления спроектированного стенда для диагностики масляных насосов составляет 98910,78 р.

Изготовление стенда для диагностики масляных насосов силами станции сервисного обслуживания автомобилей, является экономически выгодным видом работ. Отсутствует необходимость в закупке оборудования для проведения токарных, фрезерных, шлифовальных, сварочных операций, а также нет необходимости в перевозке готового изделия к месту его эксплуатации. Все затраты связаны лишь с закупками материалов для изготовления стенда, 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, Андрис 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

		Формат	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание		
		Зона					Поз	
Перв. примен.				<u>Документация</u>				
	A1		20.БР.ПЭА.190.6100.000.СБ	Сборочный чертеж	3			
	A4		20.БР.ПЭА.190.6100.000.ПЗ	Пояснительная записка	1			
				<u>Сборочные единицы</u>				
Строч. №		1	20.БР.ПЭА.190.6101.000	Каркас в сборе	1			
		2	20.БР.ПЭА.190.6102.000	Поддон в сборе	1			
	A3	3	20.БР.ПЭА.190.6103.000	Вал в сборе	1			
		4	20.БР.ПЭА.190.6104.000	Рукав изогнутый	1			
		5	20.БР.ПЭА.190.6105.000	Рукав прямой	1			
			<u>Детали</u>					
Подп. и дата		6	20.БР.ПЭА.190.6100.006	Трубка	1			
		7	20.БР.ПЭА.190.6100.007	Прокладка рукава	2			
		8	20.БР.ПЭА.190.6100.008	Прокладка поддона	1			
			<u>Стандартные изделия</u>					
Инв. № дробл.		9		Болт М10 х 40 ГОСТ 7798-70	4			
		10		Шайба 10 ГОСТ 11371-78	4			
		11		Шайба 10 Н ГОСТ 6402-70	4			
		12		Гайка М10 ГОСТ 5915-70	5			
		13		Винт М4 х 8 ГОСТ Р 50384-92	2			
Взам. инв. №		14		Винт М4 х 16 ГОСТ 11738-84	8			
		15		Болт М6 х 10 ГОСТ 7798-70	18			
Подп. и дата	20.БР.ПЭА.190.6100.000							
	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Инв. № подл.	Разраб.	Финогенов Н.В.				Лит	Лист	Листов
	Пров.	Доронкин В.Г.						
	Н.контр.	Доронкин В.Г.				ТГУ, ИМ, гр. ЭТКп-1601а		
	Утв.	Байровский А.В.						

Копировал

Формат А4

