

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

Направление 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических
машин и комплексов

Профиль Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и
оборудования (сельского хозяйства)
Кафедра Эксплуатация и ремонт машин

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Проектирование мероприятий по техническому обслуживанию
грузовых автомобилей с разработкой устройства для диагностики
форсунок

Шифр ВКР.23.03.03.088.18.00.00.00.ПЗ

Студент группы 3451с _____ Зверев Д.Д
подпись Ф.И.О.

Руководитель доцент _____ Вафин Н.Ф.
ученое звание подпись Ф.И.О.

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

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

Казань – 2018 г.

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет
Институт механизации и технического сервиса

Направление 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических
машин и комплексов

Профиль Сервис транспортных и транспортно-технологических машин и
оборудования (сельского хозяйства)

Кафедра Эксплуатация и ремонт машин

«УТВЕРЖДАЮ»
Зав. кафедрой _____ / _____ /
« _____ » _____ 20 ____ г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу

Студенту Звереву Данияру Дмитриевичу

Тема ВКР Проектирование мероприятий по техническому обслуживанию
грузовых автомобилей с разработкой устройства для диагностики форсунок

утверждена приказом по вузу от «12» января 2018 г. №10.

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР 10 февраля 2018 года.

2. Исходные данные

_____ Техническая литература _____
_____ Научные статьи и патенты на изобретения _____
_____ Данные преддипломной практики _____

3. Перечень подлежащих разработке вопросов _____

- _____ 1. Анализ состояний вопроса и задачи диагностирования двигателей
- _____ 2. Технологическая часть: выбор и планирование ТО, характеристика
помещения по ремонту топливной аппаратуры, охрана труда, расчет
выбросов загрязняющих веществ от топлива, производственная гимнастика
- _____ 3. Разработка устройства для диагностики форсунок

4. Технико-экономическое обоснование разработанной конструкции устройства для диагностики форсунок дизельных двигателей

4. Перечень графических материалов _____

Лист 1. Классификация средств диагностики автомобилей

Лист 2. Схема соединения прибора

Лист 3. Операционно-технологическая карта диагностики форсунок

Лист 4. Сборочные чертежи конструкции устройства

Лист 5. Рабочие чертежи деталей и узлов конструкции

Лист 6. Технологическая планировка зоны текущего ремонта грузовых автомобилей

Лист 7. Технико-экономические показатели конструкции

5. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Нормо-контроль	Вафин Н.Ф.
Технико-экономическое обоснование	Вафин Н.Ф.
Охрана труда и окружающей среды	Гаязиев И.Н.

6. Дата выдачи задания 04 декабря 2017 года.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Раздел 1	До 25.12.2017	
2	Раздел 2	До 08.01.2018	
3	Раздел 3	До 05.02.2018	
4	Оформление ВКР	До 10.02.2018	

Студент _____ (_____)

Руководитель ВКР _____ (_____)

АННОТАЦИЯ

на выпускную квалификационную работу Зверева Данияра Дмитриевича на тему «Проектирование мероприятий по техническому обслуживанию грузовых автомобилей с разработкой устройства для диагностики форсунок»

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 73 листах машинописного текста и графической части на 6 листах формата А1.

Пояснительная записка состоит из введения, 3 разделов, вывода и включает 7 рисунков, 6 таблиц, список использованной литературы содержит 21 наименование.

В первом разделе пояснительной записки рассматривается состояние вопроса, связанное с диагностикой системы питания дизельных двигателей, приводится описание технологии диагностики.

Второй раздел пояснительной записки содержит технологические расчеты по организации и планированию технического обслуживания автомобилей, проектированию пункта технического обслуживания, а также рассматриваются вопросы охраны труда и техники безопасности, пожарной безопасности, при диагностировании форсунок, и охраны окружающей среды приводятся расчеты выбросов загрязняющих веществ.

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

Пояснительная записка заканчивается выводами.

ABSTRACT

on the final qualifying Zvereva Daniyar D. on the topic «Designing of technical service of trucks with the development of a device for diagnosis injectors»

The final qualifying work consists of an explanatory note on 73 sheets of typewritten text and a graphic part on 6 sheets of A1 format.

Explanatory note consists of an introduction, 3 sections, conclusion and includes 7 figures, 6 tables, the list of references contains 21 items.

The first section of the explanatory note discusses the status of the issue related to the diagnosis of the power supply system of diesel engines, provides a description of the diagnostic technology.

The second section of the explanatory note contains technological calculations for the organization and planning of maintenance of cars, design of the service point, and also questions of labor protection and safety, fire safety, at diagnostics of nozzles, and environmental protection calculations of emissions of polluting substances are given.

The third section of the explanatory note provides the purpose and description of the principle of operation of the device, as well as calculations to determine the parameters of the device, in the same section the calculation of technical and economic indicators of design.

The explanatory note ends with the conclusions.

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ.....	10
1.1 Виды и способы диагностики форсунок	10
1.2 Задачи диагностирования двигателя и технические средства их решения.....	14
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	18
2.1 Выбор метода технического обслуживания автомобилей.....	18
2.2 Планирование технического обслуживания автомобилей.....	19
2.2.1 Расчет количества технического обслуживания автомобилей.....	19
2.3 Краткая характеристика помещения и месторасположение участка.....	21
2.4 Краткая характеристика технологического процесса	21
2.5 Характеристика оборудования применяемого на участке	22

2.6	Техника безопасности и охрана труда	22
2.6.1	Вредные и опасные факторы при выполнении технического обслуживания и ремонта топливной аппаратуры...	23
2.6.2	Организация службы охраны труда и ответственность за инструктаж.....	26
2.6.3	Требования техники безопасности при эксплуатации прибора.....	27
2.6.4	Требования к инструменту.....	28
2.6.5	Электробезопасность.....	29
2.6.6	Требования к производственному освещению.....	32
2.6.7	Требования к вентиляции.....	33
2.6.8	Микроклимат помещений.....	33
2.7	Пожарная безопасность.....	34
2.8	Охрана окружающей среды.....	35
2.8.1	Расчет выбросов загрязняющих веществ от топливного производственного участка.....	36
2.9	Производственная гимнастика.....	36
2.9.1	Физическая культура в режиме рабочего дня.....	37
2.9.2	Производственная гимнастика.....	38
2.9.3	Вводная гимнастика.....	41
2.9.4	Физкультурная пауза.....	47
2.9.5	Физкультминутки.....	47
2.9.6	Физические упражнения во время обеденного перерыва	49
3	КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	50
3.1	Назначение и область применения проектируемого прибора.....	51
3.2	Аналоги проектируемого прибора.....	52
3.3	Устройство и работа прибора для диагностики форсунок.....	53
3.4	Краткая техническая характеристика прибора.....	53
3.5	Расчётная часть.....	53
3.5.1	Выбор электродвигателя.....	56
3.5.2	Расчёт диаметра кулачкового вала.....	58
3.5.3	Расчет вала на изгиб и кручение.....	59
3.5.4	Расчёт сварного соединения.....	59
3.6	Выбор подшипников качения.....	59
3.7	Окончательная компоновка и разработка сборочного и деталировочных чертежей.....	60
3.8	Вывод по конструкции.....	60
3.9	Экономическое обоснование конструкции.....	61
3.9.1	Введение.....	61
3.9.2	Расчет массы и стоимости конструкции.....	64
3.9.3	Расчет технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение.....	71
	ВЫВОДЫ.....	72
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	74

ВВЕДЕНИЕ

Автомобильный транспорт играет существенную роль в транспортном комплексе страны, регулярно обслуживает почти 3 млн. предприятий и организаций всех форм собственности, крестьянских и фермерских хозяйств и предпринимателей, а также населения страны. Грузооборот автомобильного транспорта на сегодняшний день составляет 35 % от общего грузооборота и неуклонно возрастает. Согласно оценкам, вклад автомобильного транспорта в перевозке грузов составляет 75...77 %, а пассажиров (без индивидуального легкового) 53...55 %. Вот почему для эффективной работы подвижного состава и предупреждения неисправности необходимо качественное и своевременное техническое обслуживание, и диагностика.

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

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

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

Конструкторская часть ВКР предусматривает разработку прибора для диагностики форсунок дизельных двигателей. Внедрение приспособления позволит облегчить труд рабочих и в конечном итоге снизить время простоя автомобиля в ремонте.

В экономической части ВКР устанавливается размер капитальных вложений, рассчитываются эксплуатационные затраты, определяются показатели экономической эффективности проектируемого прибора по диагностике форсунок дизельных двигателей, а также затраты, связанные с техническим перевооружением участка по ремонту топливной аппаратуры.

1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЙ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ

1.1 Виды и способы диагностики форсунок

Основным исполнительным элементом системы впрыска является форсунка, которая работает в тяжелых условиях и требовательна к обслуживанию. Форсунка — устройство, позволяющее дозировать подачу топлива в двигатель.

Форсунки бывают двух основных типов — механические и электромагнитные.

Механические форсунки открываются автоматически под давлением и не осуществляют дозирование топлива. Они обеспечивают эффективное распыление путем открытия и закрытия своего распылительного отверстия. Механические форсунки устанавливаются на системах впрыска К, КЕ-

jetronic. У форсунок этих систем существует давление начала впрыска (27...5 МПа), а также рабочее давление (45 МПа).

Электромагнитные форсунки активизируются электрическим током. Это управляемый электромагнитный клапан, открытием которого управляет электронный блок управления, что обеспечивает дозированную подачу топлива в цилиндры двигателя. Топливо подается к форсунке под определенным (зависящим от режима работы двигателя) давлением. Электрические импульсы, поступающие на электромагнитные форсунки от блока управления, приводят в действие игольчатый клапан, открывающий и закрывающий канал форсунки. Количество распыляемого топлива пропорционально длительности импульса, задаваемого ЭСУД. Управляющим параметром для электромагнитных форсунок является время открытого состояния, а не давление топлива, как в механических форсунках.

Форма и направление распыляемого факела играют существенную роль в процессе смесеобразования и определяются количеством и расположением распылительных отверстий. Распылительные отверстия форсунок могут быть различных типов: односекционные, многосекционные, многосекционное распыление для двух впускных клапанов, кольцевая щель.

Наиболее распространенной неисправностью форсунок является их загрязнение, что приводит к затрудненному пуску двигателя, неустойчивой работе на холостом ходу, повышенному расходу топлива, потере мощности и появлению детонации.

С топливом в систему попадает значительное количество загрязнений, которые осаждаются на деталях топливной системы. Наиболее интенсивно накопление отложений происходит сразу после остановки двигателя. В это время температура корпуса форсунки возрастает за счет нагрева от горячего двигателя, а охлаждающее действие бензина отсутствует. Легкие фракции бензина в рабочей зоне форсунки испаряются, а тяжелые накапливаются в виде лаковых отложений, уменьшающих сечение калиброванного канала, что сильно снижает пропускную способность, если вовремя не принять меры.

Для обслуживания систем впрыска необходимы устройства для очистки и проверки форсунок, причем как жидкостного (химического) принципа, так и использующие ультразвуковой метод очистки с контуром для проверки форсунок. Эти два прибора дополняют друг друга, так как для разных случаев и ситуаций методы очистки системы впрыска в целом или отдельно форсунок должны быть различными.

Жидкостная чистка системы питания. Жидкостная чистка очень полезна при профилактике системы питания.

Простейший вариант очистки — добавка различных присадок к топливу, заливаемому в бензобак. Этот способ можно рекомендовать только владельцам новых автомобилей с относительно чистыми бензобаками.

Большинство загрязнений, попадающих с бензином, оседает на дне бензобака в специальных ячейках для отстоя осадка, и как только в бензобак заливается средство для очистки инжекторов, оно начинает с этими загрязнениями активно взаимодействовать, в результате чего большая их часть смешивается с топливом и попадает в систему впрыска. Это резко повышает нагрузку на бензонасос и фильтр тонкой очистки, и при низком качестве фильтра часть загрязнений может попасть и в инжекторы, тогда вреда от такой чистки больше, чем пользы.

Следующий способ решить проблему загрязнений заключается в жидкостной очистке форсунок без снятия их с двигателя. При этом топливный бак и бензонасос отключаются от двигателя, в систему впрыска подается от специального бачка чистящая смесь, на которой двигатель работает, как на бензине. Эта система может решить возникшую проблему с меньшим риском и с лучшим результатом, ведь концентрация чистящих добавок в этой смеси гораздо больше, поэтому и удаление отложений происходит быстрее и качественнее. Но попавшие на форсунки отложения могут не растворяться в чистящей жидкости. И эти отложения на инжекторах могут нарушить их работу. Это приводит к тому, что инжекторы,

установленные на разных цилиндрах, будут давать различное количество топлива за цикл впрыска.

Ультразвуковая очистка. Наиболее эффективным способом является чистка и проверка снятых с двигателя инжекторов на ультразвуковом стенде, так как задача специалиста, работающего на стенде не просто почистить инжекторы и выровнять подачу топлива на все цилиндры, но и определить остаточный ресурс форсунки.

Основной задачей ультразвуковой системы чистки является разрушение отложений на труднодоступных для обычных способов чистки элементах. Принцип работы системы заключается в том, что при помещении в жидкость работающего ультразвукового излучателя все частицы жидкости начинают двигаться с частотой излучения и со скоростью, пропорциональной мощности излучения, это движение механически разрушает поверхностные отложения на деталях, помещенных в жидкость. Разрушение отложений происходит на всех поверхностях, к которым жидкость имеет доступ, в том числе и внутренних. В настоящее время мощность ультразвуковых ванн, применяемых для чистки инжекторов, колеблется от 30 до 100 Вт в зависимости от объема ванны. Во всех ультразвуковых ваннах излучатель крепится ко дну ванны, которое и служит передатчиком излучения. Если помещать детали непосредственно на дно ванны, то при непосредственном контакте детали с дном во время чистки возрастает нагрузка на излучатель, что может привести к его повреждению. Все ультразвуковые ванны для чистки должны быть оборудованы специальными вставками, предотвращающими контакт детали с дном во время работы. При включении излучателя в движение приходят не только частицы жидкости, но и примеси, находящиеся в жидкости, которые могут нанести инжектору механические повреждения. Чистящая жидкость должна быть тщательно профильтрованной для повторного использования. Нельзя пользоваться жидкостями, не предназначенными для этой операции, они могут содержать микрочастицы, которые при включении ультразвуковой ванны могут нанести

вред инжектору. Не рекомендуется использовать жидкости для чистки карбюраторов и прочие сильные растворители, они для этого не предназначены и взрывоопасны. При чистке инжекторов должен быть обеспечен доступ жидкости к внутренним поверхностям инжектора. Чтобы инжектор был вычищен не только снаружи, он должен быть открыт и достаточно глубоко погружен в жидкость.

Наиболее важными характеристиками для стендов являются: количество одновременно устанавливаемых инжекторов (в основном четыре или шесть); диапазон встроенных функций и программ по регулировке частоты и длительности импульсов впрыска (в том числе и программ, имитирующих работу форсунки на переходных режимах двигателя); наличие стробоскопического контроля задержки впрыска (поскольку это очень важный для специалиста показатель при оценке работоспособности форсунки); наличие адаптеров для возможности установки на стенд инжекторов разных типов. Для каждого стенда также важна возможность его быстрого ремонта в случае каких-либо отказов.

При диагностировании форсунок определяют их герметичность, давление впрыска и качество распыливания топлива. Эти работы выполняются на специальных приборах, которые имитируют работу форсунки на двигателе.

Стенд для диагностики форсунок должен обеспечивать проведение следующих работ: определение сопротивления форсунок; визуальный контроль формирования и направления факела распыла топлива форсунками впрыска при работе на различных режимах; контроль гомогенности факела распыления для форсунок высокого давления; имитация всех режимов работы форсунки; проверка герметичности клапанов форсунок и состояния возвратной пружины клапана; измерение давления открытия клапана механических форсунок; измерение производительности форсунок впрыска в статическом и динамическом режимах.

1.2 Задачи диагностирования двигателя и технические средства их решения

Под диагностированием двигателя автомобиля понимают процесс определения причин неисправности. В современных автомобилях иногда трудно зафиксировать сам факт наличия неисправности. С одной стороны, высокая надежность автомобильной электроники обусловила сокращение числа простых дефектов, легко выявляемых техниками СТОА. С другой стороны, если наблюдается неисправность, для нее можно указать множество вероятных причин.

В зависимости от решаемых задач различают два вида диагностирования:

- Д1 — выполняется перед первым ТО и в процессе его проведения, определяют техническое состояние агрегатов и узлов, обеспечивающих безопасность движения и пригодность автомобиля к эксплуатации;
- Д2 — выполняется при ТО (ТО1, ТО2, ...) автомобиля. При этом оценивается техническое состояние агрегатов, узлов, систем автомобиля, уточняются объем работ ТО и потребность в ремонте.

Средствами диагностирования служат специальные приборы и стенды, предназначенные для измерения параметров.

Средства диагностирования подразделяют на два типа: встроенные и внешние. Встроенные средства диагностирования являются составной частью автомобиля. Это датчики и приборы на панели приборов (штатные датчики и приборы). Их используют для непрерывного и достаточно частого измерения параметров технического состояния автомобиля.

Показания штатных датчиков и приборов могут дать информацию о качестве проведения настройки систем двигателя или ремонта.

Датчик температуры дает информацию о правильности работы термостата в процессе прогрева двигателя.

Датчик кислорода в коллекторе контролирует отклонения от стехиометрического состава горючей смеси, попадающей в цилиндры. Тем самым можно контролировать установку органов регулировки карбюратора и при необходимости обеспечить такую регулировку. Датчик угловых импульсов может дать информацию об изменениях угловой скорости вращения коленчатого вала. По датчику ВМТ совместно с сигналом на контакте прерывателя можно точно измерить угол опережения зажигания. Датчик расхода воздуха (совместно с датчиком расхода топлива) может обеспечить проверку правильности формирования горючей смеси. Кроме того, этот датчик можно использовать для контроля объема газов, прорывающихся в картер. Датчик разрежения (совместно с датчиком ВМТ и сигналом с выхода прерывателя) позволяет определить условия всасывания горючей смеси каждым цилиндром. Датчик давления масла может обеспечить проверку компрессии в каждом цилиндре в ВМТ в процессе такта сжатия, а также дать информацию об износе вкладышей шеек коленвала. Датчик детонации позволит определить уровень детонации, а также правильно установить угол опережения зажигания для каждого конкретного топлива в зависимости от температуры окружающего воздуха, температуры охлаждающей жидкости и оборотов коленчатого вала. Датчики или измерители низковольтного напряжения бортовой сети и высоковольтного импульсного напряжения в системе зажигания позволят правильно определить работу регулятора напряжения при запуске двигателя и в процессе его работы.

На современных автомобилях установлены более сложные средства встроенного диагностирования, которые позволяют водителю постоянно контролировать состояние тормозных систем, расход топлива, токсичность отработавших газов, а также выбирать наиболее экономичные и безопасные режимы работы автомобиля или своевременно прекращать движение при аварийной ситуации.

Внешние средства диагностирования не входят в конструкцию автомобиля. К ним относятся стационарные стенды, переносные приборы и передвижные станции, укомплектованные необходимыми измерительными устройствами: сканерами, мототестерами, диагностическими платформами, осциллографами и осциллоскопами, мультиметрами, стробоскопами, имитаторами сигналов датчиков, газоанализаторами и дымомерами, эндоскопами и т. д.

В соответствии с нормативными документами на обслуживание диагностируемыми параметрами автомобилей могут быть: удельный расход топлива; давление в конце такта сжатия в цилиндрах двигателя; разность давлений в конце такта сжатия между отдельными цилиндрами; давление масла в главной масляной магистрали; содержание СО в отработавших газах; содержание СН в отработавших газах; минимально устойчивая частота вращения коленчатого вала двигателя; изменение частоты вращения коленчатого вала двигателя при последовательном отключении каждого из цилиндров; разрежение во впускном трубопроводе; количество газов, прорывающихся в картер двигателя; уровень вибраций; скорость изменения температуры охлаждающей жидкости в процессе прогрева двигателя после его запуска; установившаяся температура охлаждающей жидкости (для контроля температурного указателя автомобиля); начальный угол опережения зажигания; коррекция угла опережения зажигания, создаваемая центробежным и вакуумным регуляторами; зазор между контактами прерывателя; падение напряжения между контактами в замкнутом состоянии; напряжение в первичной цепи прерывателя; напряжение во вторичной цепи (кВ); пробивное напряжение на свечах зажигания (кВ); частота вращения коленчатого вала при запуске двигателя.

2ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Выбор метода технического обслуживания автомобилей

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

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

На выбор метода обслуживания влияют следующие факторы:

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

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

- однотипном подвижном составе;
- равномерном и непрерывном поступлении автомобилей на поточную линию;

- расположение рабочих постов в технологической последовательности;

- закрепление за каждым постом определенных операций;

- одинаковой продолжительности операций на всех рабочих местах каждого поста.

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

а) число однотипных обслуживаемых автомобилей для ЕТО не менее 50, для ТО-1 не менее 100, для ТО-2 не менее 300;

б) минимальный такт для ЕТО - 2 мин, для ТО-1 - 10 мин, для ТО-2 - 40 мин.

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

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

2.2 Планирование технического обслуживания автомобилей

2.2.1 Расчет количества технического обслуживания автомобилей

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

Эффективность ТО автомобилей зависит, как от количества, так и от

своевременности проведения работ.

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

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

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

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

В таблице против каждого автомобиля, в принятых для шкалы ТО и ремонта масштабе и единицах периодичности, наносится ленточная диаграмма длиной, равной плановому пробегу, с началом от линии отсчета для новых или после капитального ремонта автомобилей. Для автомобилей, бывших в эксплуатации начало ленточной линии должно отстоять от линии отсчета на величину пробега от последнего капитального ремонта или начала эксплуатации. Проецируя ленточную диаграмму на соответствующую марку автомобиля шкалу периодичности, находят количество ТО и ремонта. Результаты расчетов заносят в соответствующие графы план - графики. План ТО и ремонта по месяцам составляется на все автомобили по их государственным номерам. Для этого на ленточную линию наносится в принятых единицах измерения

плановой пробег за каждый месяц, и определяется количество ТО за этот месяц.

2.3 Краткая характеристика помещения и месторасположение участка

Помещение, в котором расположены посты ТР, находится в производственном корпусе и имеет площадь 54м^2 (рис. 2.1).

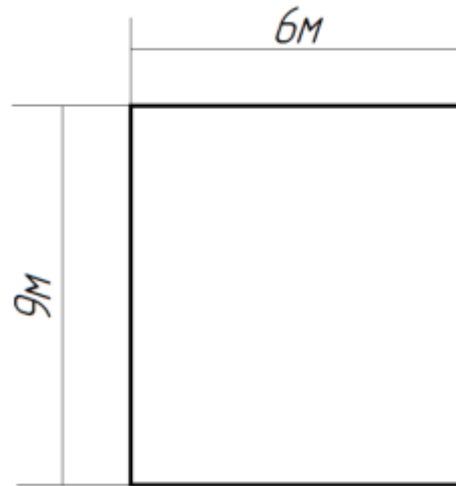


Рисунок 2.1 - Помещение по ремонту топливной аппаратуры

Высота помещения составляет 4 м, что обусловлено спецификой технологического процесса. Пол и стены участка по ремонту топливной аппаратуры выложены кафелем, обеспечиваются сливные отверстия в полу. Пол на постах бетонный. Канава на посту 3 выложена кафелем. На постах и участке применяется искусственное освещение лампами накаливания, установленными в специальных фонарях.

2.4 Краткая характеристика технологического процесса

Основные виды работ участка по ремонту топливной аппаратуры являются диагностирование, регулировка и устранение неисправностей узлов топливной аппаратуры. Контрольное диагностирование узлов системы

топливоподачи двигателей в плановом порядке предусматривается ТО-2 или при обнаружении неисправностей во время эксплуатации, перебоев в работе отдельных узлов. Ремонтные работы включают операции по разборке, сборке, регулировки топливных насосов высокого давления, форсунок, трубопроводов в зависимости от вида, характера неисправности.

2.5 Характеристика оборудования, применяемого на участке

Для наиболее удобного и точного диагностирования узлов топливной аппаратуры участок оборудован следующим видом оборудования:

1. Стенд для диагностики и ремонта ТНВД КИ-22205.
2. Прибор для проверки давления впрыска топлива форсункой КИ-562
3. Прибор для проверки гидравлической плотности плунжерных пар.

2.6 Техника безопасности и охрана труда

2.6.1 Вредные и опасные факторы при выполнении технического обслуживания и ремонта топливной аппаратуры

Слесарь по ремонту топливной аппаратуры осуществляет техническое обслуживание и ремонт агрегатов и деталей топливной аппаратуры дизелей с применением спец. оборудования и оснастки. При этом возникают производственные факторы, действующие на рабочих. Согласно ГОСТ 12.0.003-86, они подразделяются следующим образом:

- 1) Опасные факторы;
 - работа с движущимися механизмами, создающая опасность механического травматизма.
 - опасность поражения электрическим током.
 - опасность возникновения пожаров.
- 2) Вредные факторы;

- пары масла, топлива

- пыль

3) Большое значение имеют санитарно-гигиенические условия труда;

- микроклимат рабочего помещения

- освещение рабочего места.

Микроклимат помещения характеризуется:

- температурой воздуха;

- температурой поверхностей;

- относительной влажностью воздуха;

- интенсивностью теплового излучения рабочей поверхности.

2.6.2 Организация службы охраны труда и ответственность за инструктаж

МПОТ на автомобильном транспорте от 12.05.2003 №28 являются отраслевым нормативным документом, действие которого распространяется на предприятия независимо от их ведомственной принадлежности и форм собственности. Правила определяют также меры, направленные на предупреждение воздействия опасных и вредных производственных факторов на работников.

В соответствии со ст.22 ТК РФ, руководитель обязан обеспечить:

- безопасную эксплуатацию производственных зданий, сооружений, оборудования, безопасность технологических процессов, а также эффективную эксплуатацию средств коллективной и индивидуальной защиты;

- на каждом рабочем месте условия труда должны быть в соответствии с требованиями МПОТ на автомобильном транспорте от 12.05.2003 №28.

- разработку и выполнение мероприятий по охране труда;

- проведение сертификации рабочих мест и производственных объектов по охране труда;

- разработку, утверждение инструкций по охране труда, а также обеспечение ими всех работников;

- обучение, проведение своевременных инструктажей и проверку знаний работниками норм и инструкций по охране труда;

- обеспечение работников качественной специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты в соответствии с действующим законодательством, своевременную их стирку (химическую чистку) и ремонт, а также смывающими и обезвреживающими средствами;

- информирование работников о состоянии условий и охраны труда на рабочем месте, о существующем риске повреждения здоровья;

- распределение функций по охране труда между специалистами;

- своевременное расследование несчастных случаев на производстве, происшедших с работниками;

- беспрепятственный допуск представителей органов государственного надзора и контроля, а также общественного контроля для проведения проверок, расследования несчастных случаев и профессиональных заболеваний;

- необходимые меры по обеспечению сохранения жизни и здоровья работников при возникновении аварийных ситуаций, в том числе меры по организации первой помощи пострадавшим;

- обязательное социальное страхование работников от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний;

В соответствии со ст.21 ТК РФ все работники участка обязаны:

- Соблюдать нормы, правила и инструкции по охране труда;

- Правильно применять коллективные и индивидуальные средства защиты;

- Немедленно сообщать своему непосредственному руководителю о любом несчастном случае, свидетелем которого он был, а также признаках профессионального заболевания и возникшей ситуации, которая может угрожать жизни и здоровью людей;

-Оказать пострадавшему первую помощь и помочь доставить, его в медпункт или ближайшее медицинское учреждение.

Все работники участка несут ответственность в административном, дисциплинарном или уголовном порядке за нарушения ими требований (правил, инструкций) по охране труда.

К самостоятельной работе допускаются лица не моложе 18 лет, годные по состоянию здоровья, прошедшие обучение, получившие вводный и первичный инструктаж по охране труда. Инструктаж и обучение проводятся на основе общих и отраслевых правил и инструкций по технике безопасности и производственной санитарии с учетом конкретных условий работы по ГОСТ 12.0.004 «Типовое положение о порядке обучения и проверки знаний по охране труда руководителей и специалистов, учреждений и организаций»

Инструктажи разделяются по видам, в соответствии с ГОСТ 12.0.004-90:

- 1) Вводный инструктаж
- 2) Первичный инструктаж на рабочем месте
- 3) Повторный инструктаж
- 4) Внеплановый инструктаж
- 5) Целевой инструктаж

Кроме инструктажей по технике безопасности, со всеми вновь поступившими работниками ведется обучение с последующей сдачей ими экзаменов специальной комиссии. Работники, прошедшие обучение по технике безопасности, подвергаются проверке знаний (экзаменам) 1 раз в один - два года.

2.6.3 Требования техники безопасности при эксплуатации прибора

К работе с топливной аппаратурой допускаются лица не моложе 18 лет прошедшие соответствующее обучение, инструктаж и проверку знаний требований безопасности с оформлением в специальном журнале и имеющие квалификационное удостоверение. При поступлении на работу слесарь по топливной аппаратуре проходит предварительный медицинский осмотр, который затем периодически повторяется. Слесарную квалификационную группу по технике безопасности не ниже третий.

Пользоваться стендами строго по его назначению в соответствии с технологическим процессом технического обслуживания и ремонта автомобилей.

При диагностировании автомобиля запрещается:

- работать на неисправном диагностическом приборе;
- разливать и разбрызгивать топливо при подключении прибора;

Использованные обтирочные материалы хранят в металлических ящиках с плотными крышками, а по окончании рабочего дня удаляют в безопасное в пожарном отношении место.

При работах с топливной аппаратурой необходимо соблюдать следующие требования:

- снимать топливо, попавшее на кожу, а по окончании работы тщательно мыть руки, лицо и шею теплой водой с мылом;
- не носить одежду, пропитанную нефтепродуктами;
- детали мыть в ванне только волосяными щетками, кистями и ершами. При этом работающий должен использовать фартук из маслобензостойкого материала;
- повреждения на коже необходимо промывать 3 %-ным раствором

борной кислоты и забинтовывать;

- для защиты рук от воздействия нефтепродуктов покрывать их специальными защитными средствами.

В помещении для работ с топливной аппаратурой запрещается курить и находиться посторонним лицам.

2.6.4 Требования к инструменту

При выполнении слесарных работ работающий должен обращать особое внимание на содержание в порядке рабочего места и инструмента. Все требования отмечены в СанПине 2.2.2.540-96 «Гигиенические требования к ручным инструментам и организации работ» и п. 7.6 «Межотраслевые правила по охране труда на автотранспорте» №28 от 12,05,2003г.

Ручные инструменты (молотки, зубила, пробойники и т. п.) должны отвечать следующим требованиям:

- рабочие концы - не иметь повреждений (выбоин, сколов);
- боковые грани в местах зажима их рукой - не иметь заусенцев, задиров и острых ребер;
- затылочная часть ударных инструментов - быть гладкой, не иметь трещин, заусенцев и сколов;
- молотки и кувалды - быть надежно насажены, а поверхность ручек - быть гладкой, без заусенцев и трещин.

Запрещается пользоваться напильником, стамеской и другими инструментами с заостренной нерабочей частью, с плохо укрепленной деревянной ручкой, а также с неисправной ручкой или без металлического кольца на ней.

Ключи должны соответствовать размерам болтов и гаек и иметь параллельные, неизношенные губки. Запрещается отвертывание гаек ключами больших размеров и подкладыванием металлических пластинок

между гранями гайки и ключа, а также удлинение воротка ключа путем присоединения другого ключа или трубы.

2.6.5 Электробезопасность

На каждом предприятии приказом должно быть назначено из числа специалистов лицо, ответственное за общее состояние и эксплуатацию всего электрохозяйства предприятия.

Согласно ПУЭ издание 6-ое, 1998 года, категория помещения участка ТР без особой опасности.

Основными мерами защиты от поражения электрическим током по ГОСТ 12.1.019-79 являются:

- применение надлежащей изоляции, а в отдельных случаях повышенной;
- соблюдение соответствующих расстояний до токоведущих частей или закрытие, ограждение токоведущих частей;
- наличие надежного и быстродействующего автоматического отключения частей электрооборудования, случайно оказавшегося под напряжением;
- заземление и зануление корпусов электрооборудования и элементов электроустановок, которые могут оказаться под напряжением вследствие повреждения изоляции;
- применение напряжения 42 В и ниже переменного тока;
- применение предупреждающей сигнализации, надписей и плакатов.

При обнаружении оборванного провода:

- нельзя касаться оборванного провода;
- оградить место обрыва на расстоянии не ближе 20 метров;
- сообщить руководству участка.

Проверка контрольными приборами состояния изоляции проводов, защитного заземления электрических инструментов и переносных электрических ламп проводится специально выделенными электриками

(квалификационной группы не ниже III) не реже одного раза в год; результат проверки фиксируется в журнале.

2.6.6 Требования к производственному освещению

Проведение ТО и Р топливной аппаратуры по освещению относят к уровню 4, а которое соответствует $E_n = 300$ лк. СНиП 23-05-95. По этому созданию благоприятных условий труда, исключающих быстрое утомление зрения, возникновение несчастных случаев и способствующих повышению производительности труда, возможно только осветительной установкой, отвечающей следующим требованиям.

1. Освещенность на рабочем месте должна соответствовать зрительным условиям труда согласно гигиеническим нормам. Увеличение освещенности рабочей поверхности улучшает видимость объектов за счет повышения их яркости, увеличивает скорость различения деталей, что сказывается на росте производительности труда. Так, при выполнении точных зрительных работ, увеличение освещенности с 50 до 400 лк позволяет получить прирост производительности труда до 25% и даже при выполнении грубых работ, не требующих зрительного напряжения, увеличение освещенности рабочего места с 50 до 300 лк повышает производительность труда на 5-8%. Однако имеется предел, при котором дальнейшее увеличение освещенности почти не дает эффекта, поэтому необходимо улучшать качественные характеристики освещения.

2. Необходимо обеспечить достаточно равномерное распределение яркости на рабочей поверхности, а также в пределах окружающего пространства. Если в поле зрения находятся поверхности, значительно отличающиеся между собой по яркости, то при переводе взгляда с ярко освещенной на слабо освещенную поверхность глаз вынужден переадаптироваться, что ведет к утомлению зрения.

Для повышения равномерности естественного освещения больших цехов (литейных, механосборочных) осуществляется комбинированное освещение. Светлая окраска потолка, стен и производственного оборудования способствует созданию равномерного распределения яркостей в поле зрения.

3. На рабочей поверхности должны отсутствовать резкие тени. Наличие резких теней создает неравномерное распределение яркостей в поле зрения, искажает размеры и формы объектов различения, в результате повышается утомление, снижается производительность труда. Особенно вредны движущиеся тени, способствующие увеличению травматизма. Тени необходимо устранять или смягчать.

При естественном освещении должны предусматриваться солнцезащитные устройства (жалюзи, козырьки, светорассеивающие стеклоблоки и стеклопластики), предотвращающие проникновение в помещение прямых солнечных лучей, которые создают резкие тени.

4. В поле зрения должна отсутствовать прямая и отраженная блескость. Блескость - повышенная яркость светящихся поверхностей, вызывающая нарушение зрительных функций (ослепленность). Прямая блескость создается поверхностями источников света, отраженная - поверхностями с большим коэффициентом отражения или отражением по направлению к глазу. Ослепленность приводит к быстрому утомлению человека и снижению его работоспособности.

Ограничение прямой блескости достигается уменьшением яркости источников света, правильным выбором защитного угла светильника, увеличением высоты подвеса светильников.

Ослабление отраженной блескости может быть достигнуто правильным выбором направления светового потока на рабочую поверхность, а также изменением угла наклона рабочей поверхности. Там, где это возможно, следует заменять блестящие поверхности матовыми.

5. Величина освещенности должна быть постоянной во времени. Колебания освещенности, особенно если они часты и имеют большую амплитуду, каждый раз вызывают переадаптацию глаза и ведут к значительному утомлению.

Постоянство освещенности во времени достигается стабилизацией питающего напряжения, жестким креплением светильников; применением специальных схем включения газоразрядных ламп. Например, снижение коэффициента пульсации освещенности люминесцентных ламп с 55 до 5% приводит к уменьшению утомления и росту производительности труда до 30% для работ высокой точности.

6. Следует выбирать оптимальную направленность светового потока, что позволяет в одних случаях рассмотреть внутренние поверхности деталей, в других - различить рельефность элементов рабочей поверхности.

В машиностроении, например, для освещения расточных станков применяют специальный светильник с оптической системой. Такой светильник направляет внутрь обрабатываемой полости концентрированный световой поток лампы. Образовавшееся световое пятно имеет освещенность до 3000 лк и позволяет проводить контроль качества обработки, не останавливая станка.

Образование микротеней от рельефных элементов облегчает различение вследствие повышения видимого контраста этих элементов с фоном. Этот метод повышения контраста используют при браковке пиломатериалов, при определении качества обработки поверхностей деталей на строгальных и фрезерных станках. Оказалось, что наибольшая видимость достигается при падении света на рабочую поверхность под углом 60° к ее нормали, а наихудшая - при 0° .

7. Следует выбирать необходимый спектральный состав света. Это требование особенно существенно для обеспечения правильной цветопередачи, а в отдельных случаях для усиления цветовых контрастов.

Правильную цветопередачу обеспечивает естественное освещение и искусственные источники света со спектральной характеристикой, близкой к солнечной. Для создания цветовых контрастов применяют монохроматический свет, усиливающий одни цвета и ослабляющий другие.

8. Осветительная установка не должна быть источником дополнительных опасностей и вредностей. Необходимо свести до минимума тепловыделения, излучаемый шум, опасность поражения током и ее пожароопасность.

9. Установка должна быть удобной, надежной и простой в эксплуатации.

2.6.7 Требования к вентиляции

Согласно СНиП 2.04.05-91 «Отопление, вентиляция и кондиционирование» производственная вентиляция – это система санитарно-технических устройств и сооружений для удаления производственных вредностей и создания в рабочей зоне воздушной среды, отвечающей гигиеническим требованиям. Задачей вентиляции в производственных цехах является не только обеспечение рабочих помещений воздухом, соответствующим гигиеническим требованиям, но и устранение тех факторов, которые способны нарушить самочувствие работающих и тем самым снижать их работоспособность.

Одной из важнейших задач по обеспечению безопасности в пределах рабочей зоны является поддержание уровня загрязнения воздуха, не превышающего заданного нормативного значения ПДК, которое для данных производственных условий составляет примерно 100 мг/м^3 . Для нашего помещения коэффициент вентиляции составляет $K_V = 4 \text{ ч}^{-1}$.

Для обеспечения этого нам понадобится применение местной вентиляции в нескольких точках рабочей зоны. Необходимо применение вытяжной вентиляции в пределах рабочих постов, чтобы избежать

отравления отработавшими газами. Она будет представлять собой трубу с резиновым шлангом, крепящимся к выхлопной трубе автомобиля специальными зажимами, по одной на каждом посту.

На участке вытяжная вентиляция расположена над стендом по регулировке топливных насосов высокого давления и над стендами по регулировке форсунок, так как на этих рабочих местах количество паров топлива является максимальным.

При работе на двигателе с его пуском и работе на стендах вентиляция включается, и таким образом обеспечивается необходимый уровень частоты воздуха. Шланги одеваются на выхлопные трубы автомобиля, и отработавшие газы вытягиваются, предотвращая их попадание в пределы рабочей зоны.

Во избежание токсического отравления запрещается работа без включения вентиляции, направлять струю воздуха при продувке на людей, засасывать топливо с помощью рта. При первых признаках токсического отравления обращаться в медицинский пункт предприятия. Обо всех несчастных случаях незамедлительно доложить начальнику ремонтных мастерских.

2.6.8 Микроклимат помещений

Согласно требованиям СанПиН 2.2.2.548– 96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений», в теплое время года температура воздуха должна быть 22 - 24°C, в холодное время 20 - 22°C, влажность воздуха 40%. Рекомендуемая температура воздуха в данных производственных условиях 22 - 24°C в теплое время года, влажность воздуха 40%, что будет соответствовать нормам, подвижность воздуха 0,1 м/с.

2.7 Пожарная безопасность

Степень огнестойкости здания, категория пожара опасности технологии производства В. На участке применяется система автономного пожаротушения и противопожарной сигнализации, регламентируемая правилами пожарной безопасности ВППБ 11-01-96. Работы, которые проводятся на постах и участках, имеют следующий характер: ремонт и регулировка топливных насосов, ремонт и регулировка форсунок, настройка работы системы питания, требующая работы двигателя на холостом ходу.

Топливо всегда присутствует на участке, поэтому устанавливаются строгие правила по устранению возможности возникновения пожара. На участке по ремонту топливной аппаратуры строго воспрещается курить, пользоваться открытым огнем, производить газо- и электросварку. Контроль за соблюдением возлагается на одного из слесарей.

На участке и на постах устанавливаем систему аэрозольного тушения, так как объем помещения не превышает 5000 м³ и высота помещения 4 м. При помощи этой системы предполагается тушение возникающих очагов возгорания, также, каждое отдельное помещение обеспечивается дополнительным огнетушителем типа ОПУ-10, для локализации местных возгораний.

Для обеспечения экстренной эвакуации в случае пожара или стихийного бедствия запрещается загромождать въездные ворота и входы в рабочую зону. Над выходами устанавливаем соответствующие надписи - «ВЫХОД».

2.8 Охрана окружающей среды

Автомобиль является источником загрязнения окружающей среды. При его работе в атмосферу выделяются загрязняющие вещества. И поэтому основной задачей предмета охраны окружающей среды является выявление качественной и количественной структуры этих загрязнений. Прежде чем начать расчет, отметим, что автомобиль является не только

непосредственным, но и косвенным источником загрязнений. Так при его ремонте и техническом обслуживании образуется масса побочных загрязненных веществ, учет которых также необходимо вести. В автотранспортных предприятиях, наряду с передвижными источниками загрязнения атмосферного воздуха, имеются и стационарные. Выбросы от стационарных источников загрязнения могут быть организованными и неорганизованными. К организованным можно отнести такие выбросы, которые поступают в атмосферу через вытяжные трубы, воздуходувы и др. К неорганизованным относятся те, которые в виде ненаправленных потоков поступают в атмосферу из-за отсутствия правильно организованной вентиляции.

Таким образом, условно можно разделить выбросы на непосредственно исходящие от автомобиля в зоне ремонта и от стационарных источников (участка по ремонту).

2.8.1 Расчет выбросов загрязняющих веществ от топливного производственного участка

На участке ремонта и испытания топливной аппаратуры автомобилей производится ряд работ, испытания, и регулировки, при проведении которых выделяются загрязняющие вещества. Расчет регламентируется Методикой проведения инвентаризации выбросов загрязняющих веществ в атмосферу для автотранспортных предприятий.

Валовой выброс загрязняющего вещества при испытаниях дизельной аппаратуры:

$$M = g_1 \cdot B \cdot 10^{-6} \text{ т/год}, \quad (2.1)$$

где g - удельное количество загрязняющего вещества: форсунки - 788 г/кг, ТНВД - 317 г/кг,

B - расход дизельного топлива за год, кг.

$$B = N \cdot b \cdot t \quad (2.2)$$

где N - количество диагностируемых форсунок;

v -средний расход топлива 1-й форсунки в минуту, г,

t -время работы устройства,

Время диагностики форсунки разработанным стендом занимает 7...8 минут, время на установку и отладку стенда – 9 минут, время работы в сутки – 7,5 часов = 450 минут. Т.е. в сутки, стенд позволяет диагностировать 28 форсунок.

Средний расход топлива одной форсунки за минуту составляет 18,72 г/мин., на основании данных технической характеристики форсунки ЯМЗ 127-10.

$$B = 28 \cdot 18,72 \cdot 8 \cdot 305 = 1278,9 \text{ кг.}$$

$$M = 317 \cdot 1278,9 \cdot 10^{-6} = 0,4051 \text{ т/год;}$$

Максимально разовый выброс:

$$G^T = B^1 \cdot g / t \cdot 3600 \text{ г/с,} \quad (2.3)$$

где B^1 - расход дизельного топлива за день, $B^1 = 4,193 \text{ кг;}$

$t = 7,5$ часа - время работы.

$$G^T = 4,193 \cdot 317 / 7,5 \cdot 3600 = 0,049 \text{ г/с;}$$

По рассчитанным данным можно сделать вывод о том, что валовый выброс и максимально разовый выброс при диагностике форсунок ниже регламентируемых значений ОНД-86.

2.9 ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ГИМНАСТИКА

2.9.1 Физическая культура в режиме рабочего дня

Рациональный, научно обоснованный сменный режим труда и отдыха - это такое чередование периодов работы и перерывов на отдых, при котором сохраняется высокая производительность труда и высокий уровень работоспособности человека и отсутствует чрезмерное утомление в течение всей рабочей смены. Оптимальный режим труда и отдыха должен соответствовать следующим основным требованиям. Во-первых, он должен

обеспечить высокую производительность труда, показателем которой может служить количество продукции, произведенной за смену, время, затраченное на единицу продукции, наличие и отсутствие брака. Во-вторых, он способствует сохранению высокого уровня работоспособности, который характеризуется следующими признаками: восстановлением функциональных показателей во время перерывов до уровня, низкого к дорабочему; наличием устойчивого уровня функциональных психофизиологических показателей во время работы и после окончания ее последовательных периодов; быстрой вработываемостью, длительным поддержанием высокого уровня работоспособности и продолжительности труда; предупреждением и ограничением развития глубоких стадий производственного утомления.

При определении эффективности вновь разработанного режима труда и отдыха необходимо сравнить регулирование ключевых физиологических функций до и после рационализации режима с существующими нормальными границами (пределами) и оптимальным уровнем определения данных ключевых функций.

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

2.9.2 Производственная гимнастика

Особое место в оптимизации режима труда и отдыха принадлежит производственной гимнастике. Богатый опыт сотен предприятий, многочисленные научные исследования, проведенные за последние два десятилетия, как на производстве, так и в лабораториях, утверждают

неоспоримую пользу введения рационально организованной производственной гимнастики в режим труда на различных участках современного производства.

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

2.9.3 Вводная гимнастика

Цель вводной гимнастики заключается в том, чтобы посредством выполнения определенным образом подобранных гимнастических упражнений в течение 4—5 мин. ускорить протекание физиологических процессов и тем самым создать состояние большей готовности к работе, ускорить и оптимизировать проявление РДС.

Вводная гимнастика должна быть направлена на совершенствование функционирования соответствующего стереотипа деятельности нервных центров. В комплексе упражнений вводной гимнастики целесообразно применять такие упражнения, которые были бы близки к действиям, выполняемым во время работы. Поэтому перед применением вводной гимнастики необходимо хорошо изучить выполняемую на данном производственном участке работу и подобрать упражнения, ускоряющие проявление функций тех органов и систем, которые играют ведущую роль в процессе данного конкретного вида труда. В частности, в вводной

гимнастике целесообразно применять упражнения с возрастающим темпом движений – от медленного до умеренного и от умеренного до повышенного. При этом для обеспечения быстрого усвоения производственного рабочего места рекомендуется в вводной гимнастике развивать несколько превышающий средний темп работы.

При построении комплексов вводной гимнастики (как комплексов физкультурной паузы) рекомендуется учитывать следующие стороны трудовой деятельности:

1. рабочую позу (стоя или сидя), положение туловища (согнутое или прямое, свободное или напряженное);
2. рабочие движения (быстрые или медленные, напряженные или ненапряженные, с большой амплитудой или силой, симметричные или асимметричные, однообразные или разнообразные и т. п.);
3. характер трудовой деятельности (точность движений, повторяемость движения, быстроту реакций, напряженность и концентрацию (внимания, нагрузку на органы чувств, психическую и мышечную нагрузку, монотонность труда, сложность и интенсивность мыслительных процессов);
4. степень и характер утомления по субъективным показателям (рассеянное внимание, ощущение болей в мышцах, головная боль, раздражительность и т.п.);
5. наличие людей, занимающихся производственной гимнастикой, имеющих отклонения в здоровье (для них целесообразно подобрать специальный комплекс с учетом отклонений в здоровье, не забывая при этом задач производственной гимнастики).

Для рационального подбора упражнений необходимо правильно изучить рабочие движения: их форму, число повторений, темп и ритм, характер участия в работе определенных мышечных групп (степень развиваемых ими усилий, взаимодействие друг с другом и т. п.). Такой анализ позволяет определить умеренную нагрузку на те мышечные группы и нервные центры, которые будут заняты в последующей трудовой деятельности. При

составлении комплексов вводной гимнастики и физкультурной паузы целесообразно учитывать следующие основные принципы:

- 1) соответствие содержания комплексов задачам конкретной формы производственной гимнастики;
- 2) разностороннее воздействие комплексов на организм занимающихся;
- 3) соответствие применяемых упражнений особенностям занимающихся и условиям проведения занятий;
- 4) взаимодействие упражнений в комплексе гимнастики;
- 5) соответствие нагрузки подготовленности занимающихся;
- 6) необходимость физического совершенствования занимающихся.

Исходя из этих принципов в общем случае в комплекс вводной гимнастики следует включать следующие группы упражнений:

I. Ходьба.

II. Упражнения на поддержание с глубоким дыханием.

III. Упражнения для мышц туловища и плечевого пояса (наклоны, повороты туловища с большой амплитудой и активными движениями рук).

IV. Упражнения на растягивание мышц ног, а также упражнения общего воздействия (полу шпагаты, приседания, бег на месте, подскоки).

V. Упражнения для мышц рук и плечевого пояса (на растягивание и мышечное усилие, для сохранения хорошей осанки).

VI. Упражнения на точность движений и концентрацию внимания.

Коллективное выполнение упражнений в общем режиме и темпе помогает сосредоточить внимание, поднимает настроение и улучшает самочувствие. Первое упражнение должно быть организующим. Обычно – это ходьба в среднем темпе под бодрую музыку. Второе упражнение – потягивание с глубоким дыханием – выполняется в медленном темпе. Общая нагрузка от упражнений не должна вызывать чувства усталости. Для этого необходимо соблюдать определенные правила:

1. Во время выполнения упражнений занимающиеся должны испытывать чувство доступной мышечной работы, посильной и приятной.

2. Необходимо создавать легкое тонизирующее состояние основных работающих мышечных групп.

3. Заканчивать вводную гимнастику рекомендуется двумя упражнениями, одно из которых снимает излишнее возбуждение, другое помогает настроиться на предстоящую производственную деятельность. Последнее упражнение – на совершенствование точности движений и концентрацию внимания – выполняется в темпе предстоящих рабочих движений.

4. После выполнения всего комплекса упражнений у занимающихся не должно появляться желание отдохнуть.

2.9.4 Физкультурная пауза

Другой формой производственной гимнастики, проводимой в первую и вторую половины рабочего дня в течение 5-6 минут, является физкультурная пауза, в течение которой выполняете комплекс из 6-7 специально подобранных физических упражнений. Физиологическое значение физкультурных пауз состоит в ускорении и углублении отдыха во время регламентированных перерывов, в восстановлении нарушенных динамических стереотипов и в предупреждении возможного их нарушения. Отсюда следует очень важное положение: назначать перерывы для физкультурных пауз целесообразно в моменты, предшествующие развитию утомления, с тем расчетом, чтобы предотвратить возможность снижения работоспособности и сохранить на всем протяжении рабочего дня высокий уровень производительности труда. Поэтому их надо назначать в моменты наступления начальных признаков утомления, которые желательно определять в предварительных исследованиях изменений работоспособности у работающих на данном участке производства. Во время физкультурных пауз, т.е. активного отдыха, выполняются такие упражнения, которые обеспечивают переключение деятельности на мышечные группы, не

участвовавшие (или мало участвовавшие) в основной работе. Эта рекомендация основана на одном из основных естественных законов высокой производительности труда – законы перемены деятельности. Если упражнения для активного отдыха (физкультурной паузы) выбраны правильно, то по закону индукции в мышцах и нервных центрах, утомленных предыдущей работой, индуцируется (наводится) торможение, под воздействием которого ускоряются и углубляются процессы восстановления, активизируется их отдых. Однако установлено, что при чрезмерных раздражениях «работающих» во время активного отдыха нервных центров описанный механизм расстраивается и дает отрицательный эффект. В связи с этим необходимо организовать физкультурную паузу так, чтобы создать наилучшие условия для переключения внимания и деятельности работающих (соответствующий комплекс упражнений, психологическая обстановка, методически рациональное проведение физкультурной паузы и т.д.). Целесообразно подбирать такие упражнения, которые давали бы сильную тонизирующую нагрузку, способствовали углублению торможения и ускорению восстановительных процессов в соответствующих нервных центрах. Исследования показали, что выполнение комплекса физкультурной паузы в среднем и быстром темпе восстанавливает работоспособность гораздо эффективнее, чем выполнение этих же упражнений в медленном темпе. Это относится как к работе легкой и средней физической тяжести, так и к тяжелой физической работе. В общем случае, как показывает опыт работы, комплексы физкультурных пауз целесообразно менять через четыре недели. Нагрузка в комплексе физкультурной паузы в общем случае нарастает в середине комплекса и затем снова понижается. Однако в зависимости от характера условий труда, от физической подготовленности занимающихся нагрузка в комплексе физкультурной паузы может значительно изменяться (при этом она не должна быть чрезмерной и разрушать восстановительный эффект физкультурной паузы).

При выборе упражнений для комплекса физкультурной паузы необходимо кроме общих теоретических положений учитывать характер труда (рабочая поза, темп и ритм рабочих движений, их интенсивность, степень и характер мышечных усилий), напряжение анализаторов, концентрацию внимания и т. п.

При определении нагрузки производственной гимнастики необходимо найти и соблюдать оптимальное соотношение между рабочей нагрузкой и нагрузкой упражнений. Степень нагрузки для упражнений активного отдыха определяют, руководствуясь следующими правилами.

Работающим с незначительной физической нагрузкой обычно предлагают легкие и средние по нагрузке упражнения; для лиц, работающих со средней физической нагрузкой, подбирают более трудные по нагрузке упражнения; при труде, требующем участия всех мышечных групп конечностей и туловища, рекомендуются упражнения на расслабление мышц с учетом физиологических взаимоотношений нервной индукции, существующих, между нервными центрами различных мышечных групп, а также упражнения на растягивание мышц и со средней нагрузкой на неработающие мышцы. При напряженной, умственной работе, сопровождающейся выраженным нервным возбуждением, нагрузка во время физкультурной паузы должна быть увеличена, комплекс включает в себя упражнения с повышенной нагрузкой (с элементами статических усилий).

При разработке типовых комплексов упражнений физкультурной паузы в настоящее время пользуются классификацией деления разных профессий на четыре основные группы труда. В первую группу объединены профессии, связанные с выполнением кратковременных операций. Они требуют небольших физических нагрузок и отличаются монотонностью рабочих действий. При этом виде труда у рабочих на протяжении длительного времени значительно напряжено внимание и зрение; рабочие длительно находятся в однообразной позе и выполняют мелкие и точные, весьма однообразные движения, главным образом пальцами рук (например,

швейницы, сборщики мелких механизмов, перфораторщицы, кесари-лекальщики и др.).

Для представителей этой группы труда упражнения физкультурной паузы рекомендуется чередовать следующим образом:

1. Упражнения в потягивании.
2. Упражнения для мышц туловища, рук и ног (повороты, наклоны в стороны и вперед с движениями рук и ног).
3. Те же упражнения, но выполнение их более интенсивное.
4. Приседания, прыжки, бег, переходящий в ходьбу.
5. Упражнения для туловища, рук и ног.
6. Расслабление мышц рук.
7. Упражнения на точность и координацию движений.

Нагрузка увеличивается постепенно, достигая максимума в четвертом упражнении, а затем понижается.

Ко второй группе относятся представители профессий, работа которых отличается умеренными физическими усилиями, значительным напряжением внимания при большом разнообразии трудовых движений (имеются в виду станочники – токари, фрезеровщики, автоматчики, шлифовальщики, текстильщицы и др.). Для этой группы комплекс составляется из разнообразных динамических упражнений, подбираемых так, чтобы они не явились дополнительной нагрузкой для мышц, которые участвовали в предшествующей производственной деятельности. Комплекс физкультурной паузы составляется из следующих упражнений:

1. Упражнения в потягивании.
2. Упражнения для мышц туловища, рук и ног (сокращение и растягивание, сменяющиеся расслаблением).
3. Упражнения для мышц туловища, рук и ног (сокращение и растягивание, сменяющиеся расслаблением).
4. Упражнения махового характера для различных мышечных групп.
5. Приседания, прыжки, бег, переходящий в ходьбу.

6. Маховые движения ногами, позволяющие расслабить мышцы голени и стопы.

7. Упражнения в расслаблении наиболее активно работавших мышечных групп с динамическими усилиями для других.

8. Упражнения на точность и координацию движений.

В третью группу объединяются представители профессий, чей труд отличается большими физическими усилиями и выполнением разнообразных рабочих действий, часто в очень быстром темпе. К ним можно относят формовщиков, прокатчиков, обрубщиков, строительных рабочих, шахтеров и др. В комплекс для рабочих этой группы труда наряду с упражнениями, направленными на общее разностороннее укрепление организма, включаются упражнения на растягивание и расслабление работавших мышц. Одновременно полезно выполнение динамических упражнений порабатываемыми мышечными группами. Особо важное значение приобретает медленное выполнение упражнений с глубоким дыханием.

Физкультурную паузу полезно сочетать с легкими водными процедурами (после выполнения упражнений обтирать теплой водой шею, по пояс туловище и растираться полотенцем).

Комплекс физкультурной паузы для лиц, выполняющих тяжелую физическую работу, целесообразно составлять из следующих упражнений:

1. Упражнения в потягивании (как правило, прогибанием) с глубоким дыханием, заканчивающиеся расслаблением мышц рук и плечевого пояса.

2. Упражнения в глубоком дыхании и расслаблении мышц рук.

3. Отдых, сидя в удобной позе (или лежа) с расслабленными мышцами всего тела (1-2 мин.). Затем в этой же позе движения ногами.

4. Упражнения, способствующие улучшению осанки, подвижности суставов и растягиванию активно работающих мышечных групп (наклоны, повороты туловища).

5. Активные движения руками (вращения, рывки, круговые движения).

6. Упражнения для мышц ног, туловища (махи, выпады, приседания, прыжки, бег на месте).

7. Упражнения на совершенствование координации движений и концентрацию внимания.

Для работников умственного труда, особенно лиц пожилого возраста, есть хорошие рекомендации по подбору упражнений и проведению физкультурной паузы (не только физкультурной паузы, а вообще двигательного режима), изложенные в книге квалифицированного методиста Е. П. Журавлева «Секреты здоровья» Рекомендуемые в ней упражнения и последовательность их выполнения совпадают с типичным комплексом физкультурной паузы для представленной группы труда. Первое упражнение комплекса – это ходьба или легкий бег (бег трусцой); второе – потягивание с глубоким дыханием; третье – полу приседы, приседания с движениями рук; четвертое- для мышц туловища; пятое-для рук и плечевого пояса; шестое-бег или прыжки, переходящие в постепенно замедленную ходьбу с дыхательными движениями; седьмое-на концентрацию внимания (асимметричные движения руками и ногами).

Особо важное значение для эффективного применения гимнастики на производстве приобретает учет индивидуальных особенностей занимающихся, их здоровья и физической подготовленности, т. е. дифференцированный подход к подбору упражнений физкультурной паузы.

Специалисты по производственной гимнастике разработали различные по характеру мышечных усилий комплексы физических упражнений для лиц умственного труда. Например, известны комплексы физкультурных пауз с преобладанием упражнений на расслабление мышц. В других комплексах преобладают упражнения динамического характера, выполняемые с большой амплитудой, без напряжения и задержки дыхания. Кроме того, для работников квалифицированного умственного труда могут быть рекомендованы упражнения статического характера, выполняемые с постепенным нарастанием мышечного напряжения и растягиванием мышц до

максимума с последующим их расслаблением (максимальный уровень напряжения и растягивания мышц дозируется самим занимающимся). Упражнения выполняются на фоне углубленного и замедленного дыхания. Подобные упражнения положительно сказываются на деятельности основных психофизиологических функций и состоянии центральной нервной системы, увеличивая ее физиологическую подвижность и тонус. Это, в свою очередь, способствует активизации восстановительных процессов в головном мозгу, а в целом – повышению умственной работоспособности и улучшению общего состояния организма человека.

2.9.5 Физкультминутки

Третья форма производственной гимнастики – физкультминутки, состоящие, как правило, из двух-трех упражнений (потягивание с глубоким дыханием, вращение туловища, приседание и другие), применяются для решения тех же задач, что и физкультурная пауза, как правило, при напряженном умственном и тяжелом физическом труде. Упражнения физкультминутки выполняются самостоятельно и гораздо чаще, чем физкультпауза (приблизительно в конце каждого часа работы).

При организации производственной гимнастики на конкретном участке производства необходимо руководствоваться научно обоснованными рекомендациями. До введения производственной гимнастики целесообразно провести большую организационную и разъяснительную работу среди трудящихся. В процессе занятий производственной гимнастикой регулярно определять ее эффективность, и результаты доводить до сведения каждого работающего.

2.9.6 Физические упражнения во время обеденного перерыва

Во время обеденного перерыва, если длительность его продолжительна (до 1 часа и более), а прием пищи был достаточно кратковременным, в оставшееся до начала работы время целесообразно не только пассивно отдохнуть, но и выполнить определенные виды упражнений с целью активизации отдыха и восстановительных процессов. С этой целью в практике научно оправдано применяют комплекс легких двигательных упражнений (5-6 упражнений), который выполняется в медленном темпе в сочетании с глубоким дыханием и с расслаблением крупных мышечных групп. Выполняется комплекс, как правило, после спокойного сидения за 5-10 мин. до начала работы в течение 3-4 мин.

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Назначение и область применения проектируемого прибора

Предметом конструкторской разработки является прибор для диагностики форсунок дизельных двигателей. Предлагается внедрение прибор для обнаружения неисправного узла топливной аппаратуры, а именно форсунки, в двигателях автомобилей КамАЗ, МАЗ, и других дизелей.

Дизельный двигатель по сравнению с карбюраторным экономичнее, в меньшей степени загрязняет окружающую среду вредными продуктами, входящими в состав выхлопных газов, лучше преодолевает кратковременные перегрузки, а это весьма важно для большинства мобильных машин.

Вместе с тем дизель конструктивно сложнее, что в основном определяется трудностями в изготовлении и эксплуатации топливоподающей аппаратуры, обеспечивающей систему питания двигателя. Следует отметить, что данные преимущества дизеля проявляются в полной мере только при правильном, технически грамотном обслуживании узлов топливоподачи. Это в свою очередь требует не только применения специального оборудования, но и соответствующих знаний, навыков, необходимых для проверки уровня

рабочих характеристик, которые в процессе эксплуатации не остаются постоянными и требуют периодической корректировки. Изменения, возникающие в аппаратуре во время эксплуатации топливоподачи, приводят не только к ухудшению экономичности, мощностных характеристик дизеля, но и снижению уровня безотказности, долговечности, работоспособности, как узлов топливоподачи, так и других деталей дизеля.

Конструкция прибора позволяет продиагностировать форсунку без снятия её с двигателя. Конструкция представляет собой плунжерный насос,

который подает под большим давлением топливо к форсунке. Также имеется манометром, при помощи которого будет осуществлять измерения давления топлива проходящего через форсунку и штихпробер для замера количества этого топлива. В результате того, что прибор имеет электродвигатель и для работы со стендом не требуется снятие форсунки с двигателя, процесс диагностирования существенно облегчается, плюс ко всему будет происходить экономия времени.

3.2Аналоги проектируемого прибора



Рисунок 3.2.1 - Прибор для диагностики форсунок КИ-562

Технические характеристики стенда для испытания форсунок КИ-562:

Наименование	КИ-562
--------------	--------

Тип прибора	Настольный
Тип привода	Ручной
Давление, МПа	От 0 до 600
Диапазон воспроизведения давления, МПа (кг/см ²)	27 (270)
Предел допустимого падения давления, МПа (кг/см ²)	1,0 (10)
Погрешность, %	±1,5
Номинальная подача топлива, мм ³ /цикл	1800
Время падения давления, мин	3
Масса, кг	5
Бак для топлива, л	1
Количество обслуживаемого персонала	1

3.3 Устройство и работа прибора для диагностики форсунок

На рисунке 3.3.1 представлен прибор для диагностики форсунок, который состоит: 1 – манометр; 2 – бачок для топлива; 3 – корпус прибора; 4 – трубопровод низкого давления; 5 – мотор-редуктор; 6 – спускной клапан; 7 – кулачковый вал; 8 – толкатель; 9 – насос высокого давления; 10 – трубопровод высокого давления; 11 – штихпробер.

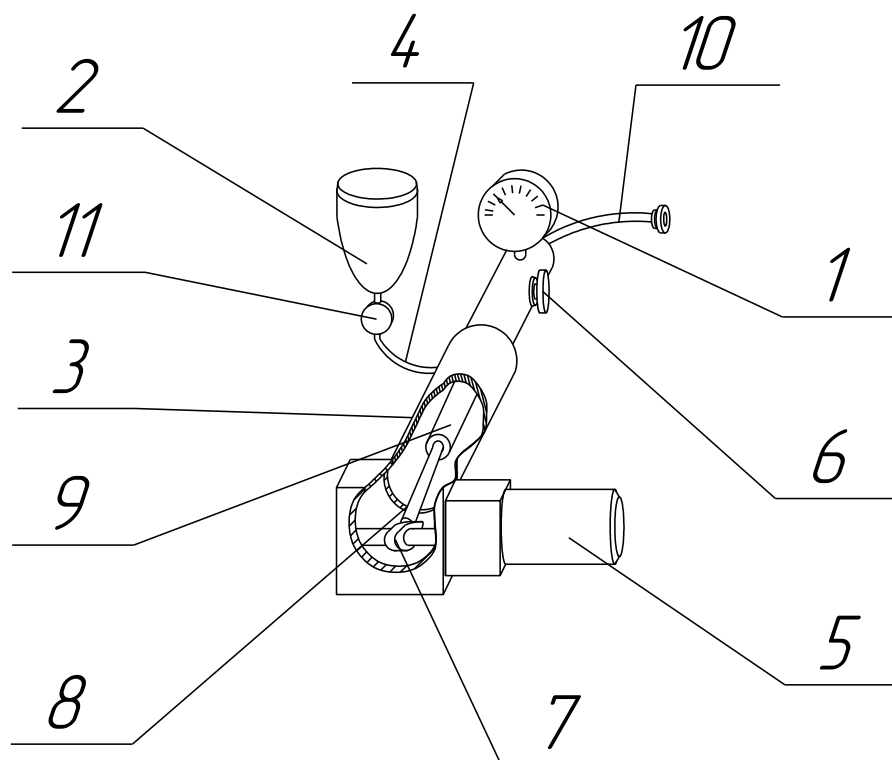


Рисунок 3.3.1 -Прибор для диагностики форсунок

Описание работы прибора:

Перед тем, как стенд использовать по назначению, его проверяют на герметичность. Для этого ставят заглушку на выпускной трубопровод, открывают спускной клапан 6 и создают давление около 30 МПа. Затем, секундомером замеряют время падения давления, которое не должно превышать 0.5 МПа в минуту. В противном случае прибор нуждается в ремонте или регулировки.

После проверки прибор присоединяется к испытываемой форсунке через имеющийся у него трубопровод высокого давления 10. После включения стенда асинхронный мотор редуктор 5 начинает вращать кулачковый вал 7, находящийся в корпусе двигателя, со скоростью 60 об/мин⁻¹. Усилие через толкатель 8 от вала передается насосу высокого давления 9 в корпусе прибора 3. Поступающее топливо из бочка 2 проходит через штихпробер 11, где происходит его количественный замер, затем по трубопроводу низкого давления 4 подходит к насосу высокого давления 9 после чего поступает к форсунке. При помощи имеющегося манометра происходит замер максимального давления, создаваемое топливом. Давление начала подъема иглы распылителя форсунки, определяют при повышении давления топлива в приборе до 12,5 МПа и далее со скоростью до 0,5 МПа в секунду. Величина давления фиксируется в момент начала впрыска топлива. В случае несоответствия давления начала впрыска техническим условиям необходимо производить с ней ремонтно-регулирующие работы.

3.4 Краткая техническая характеристика прибора

Таблица 3.4.1 - Техническая характеристика прибора

Тип прибора	Переносной с электродвигателем
1	2

Габаритные размеры прибора: Длина Ширина Высота	0,318 м 0,178 м 0,380 м
Габаритные размеры прибора: Длина Ширина Высота	0,318 м 0,178 м 0,380 м
Масса стенда, не более	5 кг
Диапазон воспроизводимого давления, МПа (кгс/см ²)	0...60 (0...600)

Продолжение таблицы 3.4.1

1	2
Предел погрешности измерения давления, %	$\pm 1,5$
Подача топлива, мм ³ /цикл, не менее	1800
Ёмкость для топлива, л, не менее	0,5
Количество обслуживающего персонала	1
Время падения давления после достижения 35 МПа (350 кгс/см ²), мин.	3
Скорость измерения, изм/цикл	2

3.5 Расчётная часть

3.5.1 Выбор электродвигателя

Для нашего стенда оптимально подходит современный асинхронный двигатель с мотор-редуктором 60YN6-2.

Параметры двигателя:

Мощность 40 Вт

Число оборотов ротора 1250 об/мин⁻¹

Параметры редуктора:

Передаточное число 25

Число оборотов выходного вала 60 об/мин⁻¹

Крутящий момент выходного вала 8,23 Нм

3.5.2 Расчёт диаметра кулачкового вала

Данный расчет необходим, для того чтобы определить диаметр проектируемого вала при имеющихся напряжениях. Вал изображен на рисунке 3.5.1

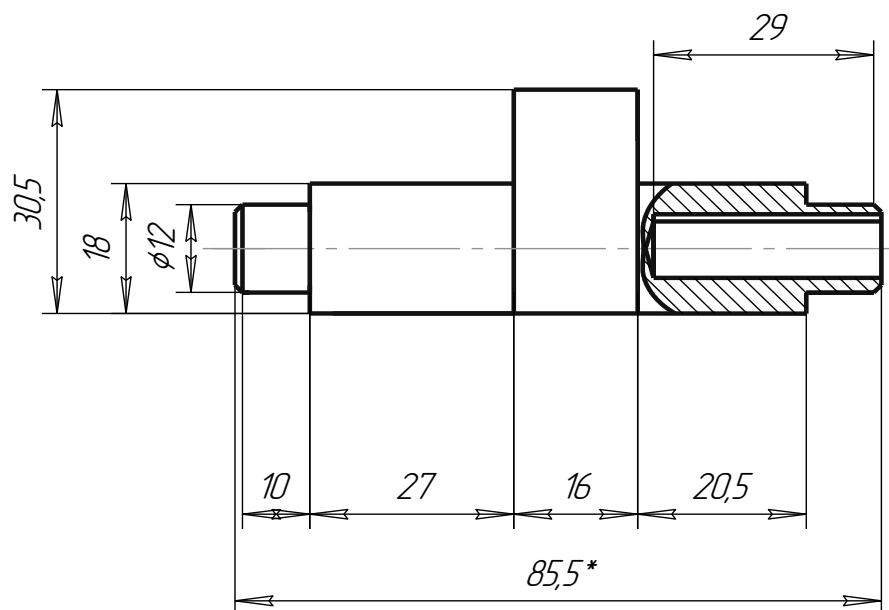


Рисунок 3.5.1 - Кулачковый вал

При нахождения диаметра вала для начала необходимо найти величину силы действующую на него.

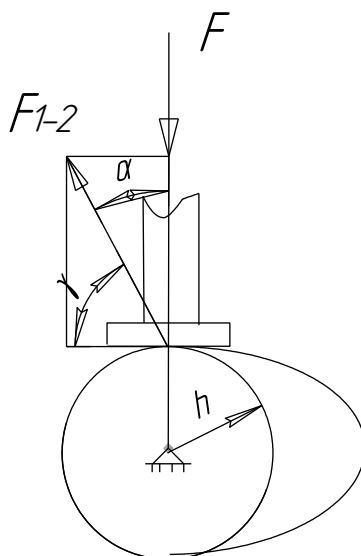


Рисунок 3.5.2 - Схема приложения сил.

На схеме приложения сил 3.5.2 видно, что на кулачок действует толкатель с силой F .

$$F = P \cdot S \quad (3.1)$$

где P – давление на плунжер $P = 200 \text{ кгс/см}^2$;

S – площадь плунжера;

$$S = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (3.2)$$

где d – диаметр плунжера, $d = 0,9 \text{ см}$;

$$S = \frac{3,14 \cdot 0,9^2}{4} = 0,64 \text{ см}^2.$$

Тогда,

$$F = 200 \cdot 0,64 = 128 \text{ кгс} = 1280 \text{ Н}.$$

Диаметр вала по условию прочности определяется по формуле:

$$d = 1,72 \sqrt[3]{\frac{T}{[\tau]}}, \text{ мм} \quad (3.3)$$

где $[\tau]$ – допускаемое напряжение;

T – момент;

Момент определяется по формуле:

$$T = \frac{N}{\omega}, \text{ Нм}, \quad (3.4)$$

где N – мощность;

ω – угловая скорость.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_{\text{вых}}}{30}, \frac{\text{рад}}{\text{с}}, \quad (3.5)$$

где $n_{\text{вых}}$ – число оборотов выходного вала $n_{\text{вых}} = 60 \text{ об/мин}$.

$$\omega = \frac{3,14 \cdot 60}{30} = 6,28 \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

Так как вал связан непосредственно с двигателем, то мощность берём с данных на двигатель. Тогда,

$$T = \frac{40}{6,28} = 6,37 \text{ Нм}$$

$[\tau] = [W_K]$ —для круглого сечения,

$$[W_K] = 1,72^3 \cdot \frac{T}{d^3}, \quad (3.6)$$

где T- момент;

d-диаметр рассчитываемого вала, d = 18 мм;

$$[\tau] = [W_K] = 1,72^3 \cdot \frac{6,37}{18^3} = 0,006 \text{ МПа}.$$

Тогда, диаметр вала:

$$d = 1,72^3 \sqrt{\frac{6,37}{0,006}} = 17 \text{ мм}.$$

Так как в валу имеется полость с шпоночным пазом то увеличиваем размер на 5%. Отсюда следует принять размер вала 18 мм.

3.5.3 Расчет вала на изгиб и кручение

Основными нагрузкой на валы является сила от толкателя направленная

в центр вала.

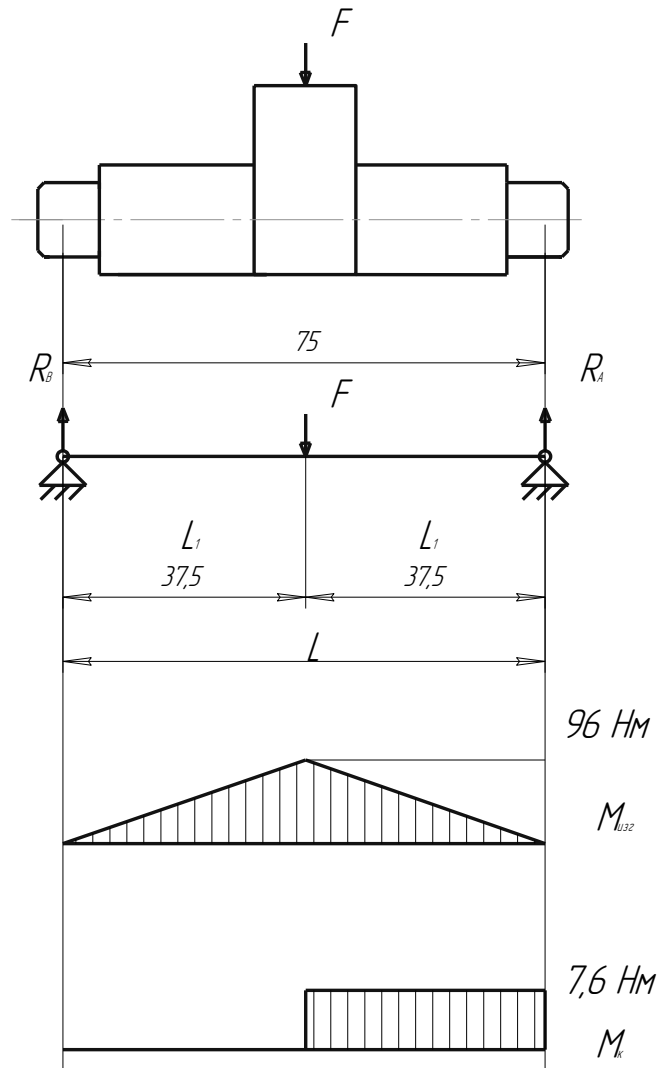


Рисунок 3.5.3 - Эпюры изгибающих и крутящих моментов.

Найдем изгибающий момент действующий на вал.

$$M_{изг} = F \cdot L, \text{ Нм} \quad (3.7)$$

где L —длина вала.

$$M_{изг} = 1280 \cdot 0,075 = 96 \text{ Нм.}$$

Построим эпюру изгибающего момента (на рисунке 4.4.3.1)

Найдем крутящий момент действующий на вал.

$$M_{кр} = F_{1-2} \cdot r_{cp} \cdot \sin \gamma, \text{ Нм} \quad (3.8)$$

где r_{cp} — радиус кулачка, $r_{cp} = 6$ мм.

$$F_{1-2} = \frac{F}{\cos \gamma}, \text{ Н (3.9)}$$

При $\gamma = 60^\circ$,

$$F_{1-2} = \frac{1280}{0,86} = 1488 \text{ Н.}$$

$$M_{\text{кр}} = 1488 \cdot 0,006 \cdot 0,86 = 7,6 \text{ Нм.}$$

Построим эпюру крутящего момента (на рисунке 3.5.3)

Сравним полученные данные с паспортными $7,6 \text{ Нм} \leq 8,23 \text{ Нм}$

Данные нагрузки вполне допустимы.

3.5.4 Расчёт сварного соединения

Расчёт сварного соединения производится в соответствии с требованиями теории сопротивления материалов. Сварное соединение корпуса двигателя представлено на рисунке 3.5.4.

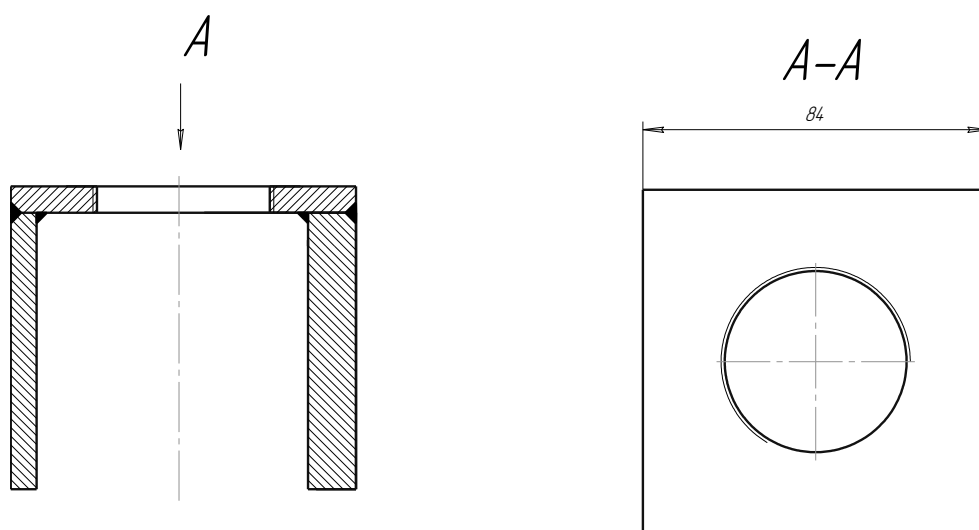


Рисунок 3.5.4 - Сварное соединение корпуса двигателя

Целью данного прочностного расчёта является проверка сварных соединений стенок с крышкой, проектируемого стенда. Сварное соединение выполняется согласно требованиям ГОСТ 5264-80.

Проверка прочности сварных швов проводится на срез. Принято

считать, что усилие, воспринимаемое всеми швами, равномерно распределяется по рабочему их сечению.

Следовательно:

$$\tau_3 = \frac{P}{0,7 \cdot t \cdot l_p} \leq [\tau_3], \quad (3.10)$$

где τ_3 - напряжение на срез сварных швов;

P - сила, приложенная к сварному шву;

$t = 0,003$ м - катет шва;

$l_p = 0,084$ м - длина сварного шва;

$[\tau_3] = 110 \cdot 10^6$ Па - допускаемое напряжение на срез сварных швов.

$$\tau_3 = \frac{75}{0,7 \cdot 0,003 \cdot 0,084} = 0,42 \cdot 10^6 \text{ Па} \leq 110 \cdot 10^6 \text{ Па}.$$

Так как условие прочности выполняется, отсюда следует, что сварное соединение выдерживает допускаемое напряжение.

3.6 Выбор подшипников качения

Поскольку реакции в опорах, а следовательно, и силы, действующие на подшипники очень малы, то можно подобрать подшипники исходя из технологических соображений. В нашем случае критерием подбора будет являться посадочный диаметр подшипника, поэтому принимаем, что в данном стенде будут использоваться подшипники 201 ГОСТ 8338-75.

3.7 Окончательная компоновка и разработка сборочного и детализовочных чертежей

При разработке сборочных чертежей и их детализовке необходимо учитывать то, что сборочный чертеж должен иметь достаточное количество проекций, габаритные размеры, необходимые монтажные размеры, сборочные посадки и обозначения сварки. На чертеже также необходимо указывать

технические условия на сборку, эксплуатацию и его окончательную отделку.

3.8 Выводы по конструкции

При расчете данной конструкции все ее элементы подобраны с запасом прочности, все соединения рассчитаны на нагрузки превышающие предельные. Значит, конструкция обеспечит выполнение требований по технике безопасности при диагностике форсунок дизельных двигателей. Кроме того, он не требует энергоемких и сложных операций при изготовлении и достаточно прост в эксплуатации.

3.9 Экономическое обоснование конструкции

3.9.1 Введение

Сельское хозяйство нашей страны оснащено сложной современной техникой, восстановление технического ресурса которой осуществляется в предприятиях технического сервиса, в частности, в центральных ремонтных мастерских, на ремонтных заводах и др.

Большое значение для хозяйства имеет решение задачи обеспечения работоспособности машинного парка хозяйства направленное на своевременность и качество выполнения технологических процессов производства сельскохозяйственной продукции, а также решений связанных со снижением ее себестоимости, повышением эффективности производства, стимулированием труда работников в зависимости от конечных результатов хозяйственной деятельности предприятия.

Поэтому в современных условиях рыночных отношений любое организационное, технологическое и инженерно – техническое мероприятие, любой проект, в том числе и выпускную квалификационную работу необходимо тщательно обосновать с экономической точки зрения, с тем, чтобы добиться получения максимальной эффективности конечных

результатов при оптимальном объеме затрат или минимума затрат при заданной величине результатов.

3.9.2 Расчёт массы и стоимости конструкции

Масса конструкции определяется по формуле:

$$G = (G_k + G_r) \cdot K \quad (3.11)$$

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

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

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

Масса сконструированных деталей, узлов и агрегатов представлена в таблице 3.9.1.

Таблица 3.9.1 – Расчёт массы сконструированных деталей

№ пп	Наименование деталей.	Объём деталей, см ³ .	Удельный вес, кг/дм ³	Масса одной детали, кг.	Количество деталей.	Общая масса деталей, кг
1	2	3	4	5	6	7
1	Корпус	0,38	0,78	0,3	2	0,6
2	Распределитель	0,26	0,78	0,2	1	0,2
3	Толкатель	0,26	0,78	0,2	1	0,2
4	Втулка направляющая	0,13	0,78	0,1	1	0,1
5	Кулачковый вал	0,89	0,78	0,7	1	0,7
6	Бак	0,26	0,78	0,2	1	0,2

Продолжение таблицы 3.9.1

1	2	3	4	5	6	7
7	Труба отводная	0,26	0,78	0,2	1	0,2
8	Клапан	0,13	0,78	0,1	2	0,2

9	Плунжер	0,13	0,78	0,1	4	0,4
10	Сектор направляющий	0,26	0,78	0,2	1	0,2
11	Гильза	1,02	0,78	0,8	1	0,8
Итого:						3,8

Масса покупных деталей принимаем равным 1.2 кг.

Таблица 3.9.2 – Масса покупных деталей и цены

№ пп	Наименование деталей	Количество	Масса, кг		Цены, руб	
			Одной	Всего	Одной	Всего
1	2	3	4	5	6	7
1	Болтовые компл	52	0,05	2,6	15	780
2	Клеммник	8	0,005	0,04	14	112
3	Коробка	1	0,02	0,02	250	250
4	Шланг	1	0,35	0,35	1200	1200
5	Тензодатчик	2	0,025	0,05	350	700
6	Гидродросьель	2	0,15	0,3	500	1000
7	Гидроклапан	1	0,2	0,2	350	350
8	Гидронасос	2	3,5	7	5600	11200
9	Распределители	4	0,18	0,72	480	1920
10	Датчики	6	0,25	1,5	500	3000
11	Индикатор И11	7	0,1	0,7	1200	8400
12	Предохр клапан	1	0,1	0,1	600	600
13	Клапан редукц.	1	0,35	0,35	600	600
14	Манометр	1	0,2	0,2	680	680

Продолжение таблицы 3.9.2

1	2	3	4	5	6	7
15	Модуль МД100	1	0,5	0,5	2580	2580
16	ПКЕ 123.1	1	0,78	0,78	1200	1200
17	Реле ПР210	2	0,25	0,5	6800	13600

18	Радиатор	1	5,3	5,3	3500	3500
19	Фильтр РФП	3	3,5	10,5	7000	21000
20	Панель оператора	1	1,85	1,85	12500	12500
Итого:			1,2		8000	

Определим массу конструкции по формуле 3.11, подставив значения из таблиц 3.9.1 и 3.9.2:

$$G=(3,80+1,20) \cdot 1,15=5,75 \text{ кг}$$

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

$$C_6 = [G_k \cdot (C_3 \cdot E + C_m) + C_{\text{пд}}] \cdot K_{\text{нац}} \quad (3.12)$$

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

C_3 – издержки производства приходящиеся на 1 кг. Массы конструкции, руб. ($C_3=0,02 \dots 0,15$);

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

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

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

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

$$C_6=(3,80 \cdot (0,15 \cdot 1,50+0,85)+8000,00) \cdot 1,20=9604,90 \text{ руб.}$$

3.9.3 Расчёт технико-экономических показателей эффективности конструкции и их сравнение

Прежде чем приступить к расчету технико-экономических показателей, приведём исходные данные (см. таблицу 3.9.3)

Таблица 3.9.3 – Исходные данные сравниваемых конструкций

Наименование	Проектируемой	Базовой
1	2	3
Масса конструкции, кг	5,75	25
Балансовая стоимость, руб.	32400,00	34700
Потребная мощность, Вт	40	55
Часовая производительность, ед/ч	6	5
Количество обслуживающего персонала, чел.	1	1
Разряд работы	IV	IV
Тарифная ставка, руб./ч.	120	120
Норма амортизации, %	14	14
Норма затрат на ремонт ТО, %	15	15
Годовая загрузка конструкции, ч	600	600

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

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

Энергоемкость процесса определяют из выражения:

$$\mathfrak{E}_e = \frac{N_e}{W_z} \quad (3.13)$$

Где N_e – потребляемая конструкцией мощность, кВт;

W_z – часовая производительность конструкции; ед./ч.

Подставив значения в формулу (3.13) получим:

$$\Theta_{e0} = \frac{55}{5} = 11,00 \quad \text{кВт}\cdot\text{ч/ед}$$

$$\Theta_{e1} = \frac{40}{6} = 6,67 \quad \text{кВт}\cdot\text{ч/ед}$$

Металлоемкость процесса определяют по формуле:

$$M_e = \frac{G}{W_z \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}} \quad (3.14)$$

где G – масса конструкции, кг;

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

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

$$M_{e0} = \frac{25,00}{5 \cdot 600 \cdot 5} = 0,001666667 \quad \text{кг/ед.}$$

$$M_{e1} = \frac{5,75}{6 \cdot 600 \cdot 5} = 0,000319444 \quad \text{кг/ед.}$$

Фондоёмкость процесса определяют по формуле:

$$F_e = \frac{C_6}{W_z \cdot T_{\text{год}}} \quad (3.15)$$

где C_6 – балансовая стоимость конструкции, руб.

$$F_{e0} = \frac{34700}{600} = 11,567 \quad \text{руб/ед.}$$

$$F_{e1} = \frac{32400,00}{600} = 9 \quad \text{руб/ед.}$$

Трудоёмкость процесса определяют по формуле:

$$T_e = \frac{n_p}{W_z}$$

где p_p – количество рабочих, чел.

$$T_{e0} = \frac{1}{5} = 0,2 \text{ чел ч/ед}$$

$$T_{e1} = \frac{1}{6} = 0,1667 \text{ чел ч/ед}$$

Себестоимость работы определяют по формуле:

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A \quad (3.16)$$

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

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

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

A – амортизационные отчисления, руб/ед.

Затраты на заработную плату определяют по формуле:

$$C_{\text{зп}} = Z \cdot T_e \quad (3.17)$$

где Z – часовая тарифная ставка, руб/ч:

$$C_{\text{зп0}} = 120 \cdot 0,2 = 24,00 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{зп1}} = 120 \cdot 0,1667 = 20,00 \text{ руб./ед}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле:

$$C_{\text{э}} = \Pi_{\text{э}} \cdot \Xi_e \quad (3.18)$$

где $\Pi_{\text{э}}$ – комплексная цена за электроэнергию, руб/кВт.

$$C_{\text{э0}} = 2,6 \cdot 11,00 = 28,27 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{э0} = 2,6 \cdot 6,67 = 17,13 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание определяют по формуле:

$$C_{рто} = \frac{C_б \cdot N_{рто}}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}} \quad (3.19)$$

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

$$C_{рто0} = \frac{34700 \cdot 15}{100 \cdot 5 \cdot 600} = 1,735 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{рто1} = \frac{32400,00 \cdot 15}{100 \cdot 6 \cdot 600} = 1,35 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на амортизационные отчисления определяют по формуле:

$$A = \frac{C_б \cdot a}{100 \cdot W_ч \cdot T_{год}} \quad (3.20)$$

где a – норма амортизации, %.

$$A_0 = \frac{34700 \cdot 14}{100 \cdot 5 \cdot 600} = 1,619333333 \text{ руб./ед.}$$

$$A_1 = \frac{32400,00 \cdot 14}{100 \cdot 6 \cdot 600} = 1,26 \text{ руб./ед.}$$

Полученные значения подставим в формулу 3.16:

$$S_0 = 24,00 + 28,27 + 1,735 + 1,619333333 = 55,62 \text{ руб./ед.}$$

$$S_1 = 20,00 + 17,13 + 1,35 + 1,26 = 39,74 \text{ руб./ед.}$$

Приведённые затраты определяют по формуле:

$$C_{прив} = S + E_n \cdot F_e = S + E_n \cdot k \quad (3.21)$$

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

F_e – фондоемкость процесса, руб./ед;

k – удельные капитальные вложения, руб./ед.

$$C_{\text{прив}0} = 55,62 + 0,1 \cdot 11,567 = 56,781 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{прив}1} = 39,74 + 0,1 \cdot 9 = 40,64333333 \text{ руб./ед.}$$

Годовую экономию определяют по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = S_0 - S_1 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (3.22)$$

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (55,62 - 39,74) \cdot 6 \cdot 600 = 57171,60 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле:

$$E_{\text{год}} = C_{\text{прив}}^0 - C_{\text{прив}}^1 \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}} \quad (3.23)$$

$$E_{\text{год}} = (56,78 - 40,64) \cdot 6 \cdot 600 = 58095,60 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений определяют по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{C_{61}}{\mathcal{E}_{\text{год}}} \quad (3.24)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{32400,00}{57171,60} = 0,5667 \text{ лет}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений определяют по формуле:

$$E_{\text{эф}} = \frac{\mathcal{E}_{\text{год}}}{C_6} \quad (3.25)$$

$$E_{\text{эф}} = \frac{57171,60}{32400,00} = 1,7646$$

Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции показаны в таблице 3.9.4.

Таблица 3.9.4 - Сравнительные технико-экономические показатели эффективности конструкции

№ п/п	Наименование показателей	Базовый	Проект	Проект в % к базовому
1	2	3	4	5
1	Часовая производительность, ед/ч	5	6	120
2	Фондоёмкость процесса, руб./ед	11,5667	9,0000	78
3	Энергоёмкость процесса, кВт./ед.	11,0000	6,6667	61
4	Металлоёмкость процесса, кг/ед.	0,0017	0,0003	19
5	Трудоёмкость процесса, чел*ч/ед.	0,2000	0,1667	83
6	Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед.	55,62	39,74	71

Продолжение таблицы 3.9.4

1	2	3	4	5
7	Уровень приведённых затрат, руб./ед.	56,78	40,64	72
8	Годовая экономия, руб./ед.	57171,60		
9	Годовой экономический эффект, руб.	58095,60		
10	Срок окупаемости капитальных вложений, лет	0,57		
11	Коэффициент эффективности капитальных вложений	1,76		

Как видно из таблицы 3.9.4 спроектированная конструкция является экономически эффективной, так как срок окупаемости равен: 0,57 года, и коэффициент эффективности равен: 1,76.

ВЫВОДЫ

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы был произведен анализ состояния вопроса и были изучены направления в этой области.

В работе также приведены требования охраны труда и противопожарной безопасности при диагностике и ремонте системы питания дизельных двигателей. Определены требования по охране окружающей среды.

Разработанное устройство (прибор) для диагностики форсунок дизельных двигателей, позволит без затрачивания лишнего времени обнаружить неисправность и принять соответствующие меры. Данный прибор спроектирован в соответствии со всеми требованиями технологического проектирования и правилами техники безопасности.

Внедрение разработанного прибора для диагностики форсунок позволяет получить годовую экономию в размере 57171,60 руб. и годовой экономический эффект 58095,60руб. В результате срок окупаемости капитальных вложений составил 0,57 лет.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Автомобильные эксплуатационные материалы: Учеб. для вузов/Л.С. Васильева - М.: Наука-Пресс, 2003. - 421с.
- 2 Анурьев В.И. Справочник конструктора - машиностроителя: В 3-х томах - 9-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 2006. – 968 с.
- 3 Басаков М.И. Охрана труда (безопасность жизнедеятельности в

условиях производства): Учебно-практическое пособие. - М.: ИКЦ «МАРТ», 2003. - 400 с.

4 Булгариев Г.Г. и др. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМ и ТС): - Казань: Изд-во Казанский ГАУ, 2012.

5 Безопасность жизнедеятельности: Учебник. / Под ред. Белова С.В. 7-е изд. - М.: Высшая школа, 2007. - 443 с.

6 Беляев Н. М. Сопротивление материалов: М.: Главная редакция физико-математической литературы изд-ва «Наука». 1979. - 608с.

7 Богданов В.Н., Малежик И.Ф. и др. Справочное руководство по черчению.- М.: Машиностроение, 1989. - 864 с.

8 Валиев А.Р. и др. Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работы бакалавров по направлению 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» - Казань: Изд-во Казанский ГАУ, 2015.

9 Жилов Ю.Д., Куценко Г.И. Справочник по медицине труда и экологии. - 2-е изд., перераб. и доп. –М.: Высшая школа. 1995. - 175 с.

10 Зотов Б.И., Курдюмов В.И. Безопасность жизнедеятельности на производстве. - 2-е изд., перераб. И доп. - М.: Колос, 2003. - 423 с.

11 Иванов М.И. Детали машин, пятое издание, переработанное - М.: Высшая школа, 1991. - 460 с.

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

13 Межотраслевые правила по охране труда на автомобильном транспорте: ПОТ Р М-027-2003

14 Мизинов В.Н. Чманский В.М. Научная организация труда и управление на автотранспортных предприятиях. М.: Транспорт, 1974. - 170 с.

15 Напольский Г.М. Технологическое проектирование АТП и СТО.- М.: Транспорт, 1993. -272с.

16 ОНТП - 01 - 91. Общесоюзные нормы технологического

проектирования предприятий автомобильного транспорта.- М.: Гипроавтотранс, 1991. - 188 с.

17 Решетов Д.Н. Детали машин учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей вузов. -4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1989. - 496 с.

18 Российская автотранспортная энциклопедия. В 3-х т./ Под ред. В.Н. Луконина - 3-е изд. - М.: Просвещение, 2001.

19 СНиП 209.03-85. Сооружение промышленных предприятий.

20 Техническая эксплуатация автомобилей. - Под ред. Е.С. Кузнецова. - 4-е изд. - М. Наука, 2001. - 535с.

21 Устройство, техническое обслуживание и ремонт автомобилей учеб./ Ю.И. Боровских, Ю.В. Буралев и др. - М.: - Высшая школа, Академия. 1997 - 528 с.