

**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 (сельское хозяйство)

Кафедра: «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой _____ /Хафизов К.А./

«10» декабря 2017 г.

**ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу**

Студенту Маннапову Д.Д.

Тема ВКР: ПРОЕКТ УЧАСТКА РЕМОНТА ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ С
РАЗРАБОТКОЙ КОНСТРУКЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА
ДЛЯ НАСОС-ФОРСУНОК

утверждена приказом по вузу от « 12 » января 2018 г. № 11

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР: 05.02.2018
2. Исходные данные: материалы собранные в период преддипломной
практики, справочники, книги по тематике
ВКР
3. Перечень подлежащих разработке вопросов: 1. Анализ существующих
конструкций насос-форсунок; 2. Проект участка ремонта топливной
аппаратуры; 3. Анализ стендов для проверки ТА и разработка конструкции
измерительного устройства для насос-форсунок, 4. Разработка мероприятий
по безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды; 5.
Экономическое обоснование

4. Перечень графических материалов: 1. План участка ремонта топливной аппаратуры; 2. Обзор существующих конструкций насос-форсунок, 3. Обзор существующих способов проверки топливной аппаратуры; 4. Конструктивная разработка измерительного устройства для насос-форсунок

5. Консультанты по ВКР

Раздел (подраздел)	Консультант
Безопасность жизнедеятельности	Гаязиев И.Н.
Экономическое обоснование	Сафиуллин И.Н.
Конструкторская часть	Пикмуллин Г.В.

6. Дата выдачи задания 10.12.2017

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Наименование этапов ВКР	Срок выполнения	Примечание
1	Состояние вопроса (обзор литературы)	06.01.2018	
2.	Разработка технологической и конструкторской части	28.01.2018	
3	Оформление ПЗ	04.02.2018	

Студент _____ (Маннапов Д.Д.)

Руководитель ВКР _____ (Нурмиев А.А.)

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Маннапова Д.Д. «Проект участка ремонта топливной аппаратуры с разработкой измерительного устройства для насос-форсунок».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 63 страницах машинописного текста и графической части на 7 листах. Записка состоит из введения, 5 разделов, заключения и включает 11 рисунков и 6 таблиц. Список используемой литературы содержит 23 наименований.

В первом разделе дан анализ состояния ремонта топливной аппаратуры.

Во втором разделе приведен технологический расчет участка ремонта топливной аппаратуры.

В третьем разделе приведен анализ существующих конструкций, дано описание проектируемой конструкции, проведены конструктивные расчеты.

В четвертом разделе рассмотрены требования охраны труда и безопасность жизнедеятельности в условиях эксплуатации техники с данной конструкцией и рассмотрены вопросы по охране окружающей среды.

В пятом разделе проведены расчеты по экономическому обоснованию разрабатываемой конструкции.

Пояснительная записка также содержит заключение, список использованной литературы и спецификации.

ABSTRACT

For final qualifying work Mannapova D. D. "The project area of repair of fuel equipment with the development of a measurement device for pump-injectors".

Final qualifying work consists of the explanatory note on 63 pages of printed text and graphics parts on 7 sheets. The note consists of an introduction, 5 chapters, conclusion, and includes 11 figures and 6 tables. The bibliography contains 23 items.

The first section analyses the state of repair of fuel equipment.

The second section provides a technological calculation of repair of the fuel equipment.

The third section contains the analysis of existing structures, a description of the projected design, conducted design calculations.

The fourth Chapter deals with the requirements of the occupational health and safety in the operation conditions of the equipment with the design and considers the issues of environmental protection.

In the fifth section the calculations for the economic justification of the developed designs.

The explanatory note also includes a conclusion, references and specifications.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	10
1.1 Насос-форсунка с кулачковым приводом и механическим управлением	10
1.2 Насос-форсунка с кулачковым приводом и гидромеханическим управлением.....	11
1.3 Насос-форсунка с кулачковым приводом и электронным управлением.....	13
1.4 Насос-форсунка с гидравлическим приводом электрогидравлическим управлением.....	17
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	20
2.1 Определение производственной программы.....	20
2.2 Расчет трудоемкости ремонтных работ.....	21
2.3 Расчет фондов времени ремонтного предприятия.....	22
2.4 Определение основных параметров производственного процесса..	24
2.5 Распределение трудоёмкости по участкам.....	25
2.6 Расчёт и выбор основного производственного оборудования.....	25
2.7 Расчёт производственных площадей участка ремонта топливной аппаратуры.....	28
3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ.....	29
3.1 Стенд для проверки насос-форсунки с кулачковым приводом и механическим управлением.....	29
3.2 Стенд для проверки насос-форсунки с кулачковым приводом и электронным управлением.....	30
3.3 Стенд для испытания насос-форсунки с гидравлическим приводом и электронным управлением.....	32
3.4 Стенд для испытания насос-форсунок с изменяемым ходом плунжера.....	33
3.5 Разработка и расчет измерительного устройства для испытания насос-форсунок Cummins PTD.....	35
3.5.1 Разработка измерительного устройства.....	35
3.5.2 Конструктивный расчет корпуса измерительного устройства...	37
3.5.3 Расчет электромагнитного клапана.....	39
3.5.4 Расчет момента затяжки болтов корпуса.....	43
3.5.5 Расчет цилиндрической пружины сжатия.....	45
4. ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	47

4.1 Безопасность жизнедеятельности на участке по ремонту топливной аппаратуры.....	47
4.2 Охрана окружающей среды.....	49
4.3 Физическая культура на производстве.....	50
5. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ.....	53
5.1 Себестоимость изготовления приспособления для испытания насос-форсунок Cummins.....	53
5.2 Расчет экономического эффекта.....	58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	60
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	61
СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	63

ВВЕДЕНИЕ

Одним из факторов, влияющих на эффективность сельскохозяйственного производства, является уровень эффективности процессов механизации.

В настоящее время вводятся энергосберегающие технологии практически во всех отраслях народного хозяйства России. В конце 20 века возникла острая проблема энергосбережения в АПК в связи с резким ростом цен на энергоносители. Так как энергетические затраты, оказывают большое влияние при формировании себестоимости производства продукции.

Требования к конструкциям машин в сельском хозяйстве учитывая современные реалии должна обеспечить высокую надежность и топливную экономичность, повышенные тяговые характеристики и универсальность, максимальное упрощение и низкую цену.

Современная техника это очень сложная система, которая состоит из различных подсистем. Система питания является одним из важнейших систем от правильной работы, которой зависит многое. Если в работе системы питания имеются отклонения, то это может привести к увеличению расхода топлива и токсичности отработавших газов, а также к другим нежелательным последствиям.

Существуют 3 варианта системы питания. Вид топлива является одним из критериев классификации систем питания:

- Бензиновые
- Дизельные
- Основанные на газообразном топливе

Компания Common rail Delphi одна из известных английских фирм, которая разработала свою версию дизельных систем с прямым впрыском топлива и получившая признание, как у европейских, так и у азиатских производителей. Им удалось совместить технологичность и экономичность также не дороговизну в производстве. Несмотря на все плюсы этой системы,

есть и минусы, такие как повышенные требования к качеству топлива и ремонтно-обслуживающие воздействия.

Для достижения высокого давления впрыскивания топлива на частичных режимах в системе Common Rail удалось сделать независимость процессов впрыскивания от угла поворота коленчатого вала и от режима работы двигателя. За счет этого достигается удовлетворение современных экологических требований по токсичности отработавших газов.

1.АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Насос-форсунка с кулачковым приводом и механическим управлением

Рассмотрим конструкцию и принцип работы насос-форсунок с кулачковым приводом и механическим управлением на примере насос-форсунки Stayer. Насос-форсунка для высокооборотного дизеля ГАЗ-560, производящегося по лицензии австрийской фирмы Stayer (рисунок 1.1), представленной обычный набор элементов ТНВД (топливных насосов высокого давления) и форсунки (имеется игла, но отсутствует нагнетательный клапан.) Дополнительный клапан 9 с жиклером обеспечивает догружение надигольной полости, а после – не препятствует развитию процесса. В результате передний фронт характеристики подачи немонотонный, ступенчатый, что соответствует задачам снижения шума и выбора выбросов NO_x . Электронный регулятор, изменяющий положение рейки 4 управления цикловой подачи, применяемый в дизелях ГАЗ-560, является первой ступенью электронного управления. Все современные насос-форсунки имеют близкую конструктивную схему и клапанное управление подачей и УОВТ. Насос-форсунка Stayer (Лист МС 46.040002.000 графического материала формата А1) работает следующим образом: топливо из топливного бака подается в насос-форсунку под низким давлением с помощью подкачивающего насоса, и идет под плунжерную полость. Если канал 7 открыт, то топливо идет к сливу, а если закрыт то под действием кулачкового вала 6 на плунжер 5 увеличивается давление под плунжерной полости, и топливо под давлением поднимает иглу распылителя и происходит впрыск в камеру сгорания. Подача топлива на каждом рабочем режиме регулируется топливной рейкой 4. Преимущество насос-форсунки Stayer - подача ступенчатая, что соответствует снижению шума и выбросов NO , экономичность, простота, компактность и т.

Недостатки - так как подача регулируется топливной рейкой, может быть запоздалая и ни своевременная подача топлива.

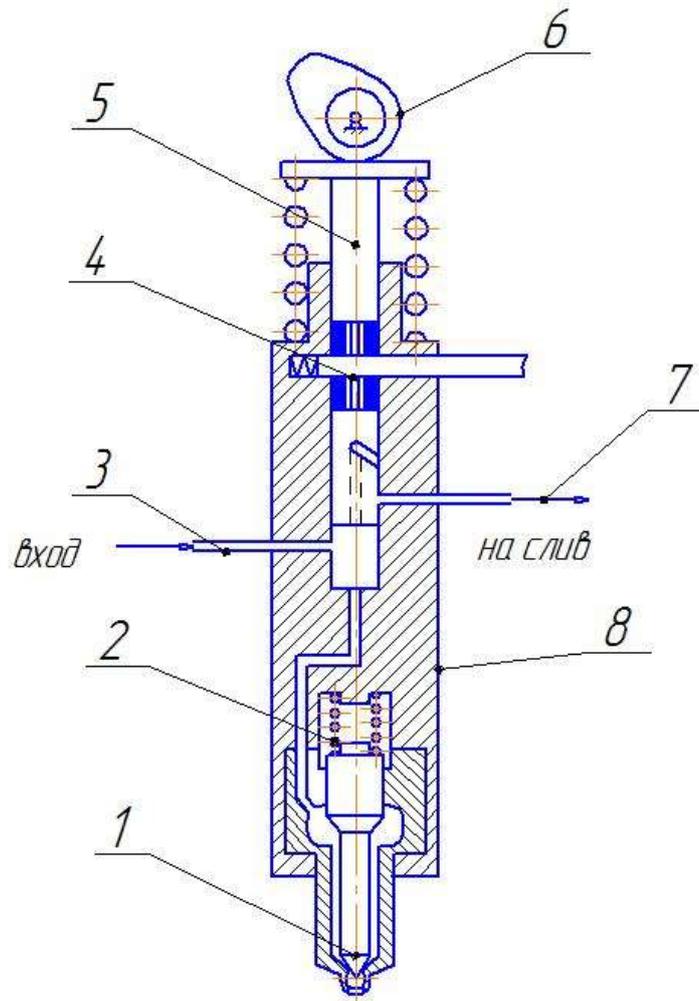


Рисунок 1.1 Насос-форсунка для высокооборотного дизеля ГАЗ-560, производящегося по лицензии австрийской фирмы Stayer: 1-распылитель; 2-пружина; 3-канал низкого давления; 4-рейка; 5-плунжер; 6-кулачок; 7-канал слива; 8-корпус насос-форсунки.

1.2 Насос-форсунка с кулачковым приводом и гидромеханическим управлением

Рассмотрим конструкцию и принцип работы насос-форсунок с кулачковым приводом и гидромеханическим управлением Cummins PTD (рисунок 1.2). Еще один нетрадиционный процесс реализует насос-форсунка фирмы Cummins. Впрыскивание газотопливной эмульсии началось в более ранней ТПА типа РТ (Pressure-Time, 1954 г.). В ней один прецизионный элемент является одновременно плунжером и иглой 1. В

усовершенствованной ТПА (рисунок 1.2) топливо поступает через входной жиклер 4, вертикальные каналы во втулке к кольцевой выточке на ее нижнем торце и далее к дозирующему жиклеру 8. При поднятом плунжере через него топливо поступает в подплунжерную полость. В нее ранее поступили газы из цилиндра. Далее следует опускание плунжера - впрыскивание эмульсии. Он садится на седло плотно, используя упругость деталей привода. В таком положении находится при сгорании, расширении. За это время через кольцевую выточку 7 проходит топливо в 4-5 раз больше полезного. Эта циркуляция охлаждает нижнюю часть агрегата. Дозирование подачи с помощью жиклера 8 осуществляется изменением давления подкачки, для чего применен специальный гидромеханический автоматический регулятор.

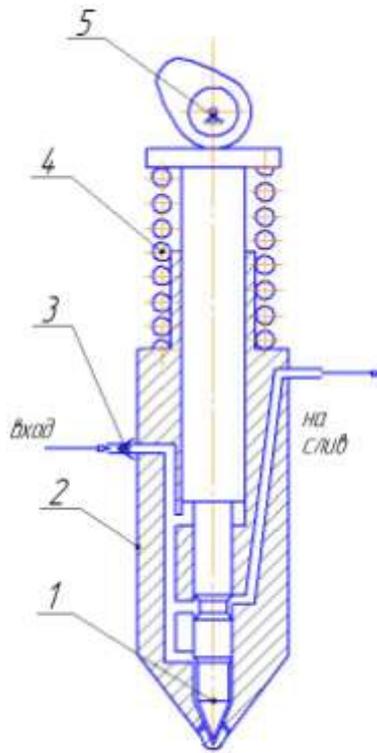


Рисунок 1.2 Насос-форсунка с кулачковым приводом и гидромеханическим управлением Cummins PTD :1-плунжер-игла;2-корпус насос-форсунки; 3-клапан;4-пружина;5-кулачок.

Насос-форсунка Cummins PTD обеспечивает мелкое распыливание и несмотря на достаточно продолжительную подачу - хорошую экономичность дизелей с частотой вала до 4000 мин^{-1} . Особенности сжатия двухфазной смеси формируют впрыскивание с пологой, почти ступенчатой характеристикой, что

важно для снижения шума, выбросов NO_x снижения нагрузок в дизеле. Вместе с тем, отсутствует управление УОВТ, возможно засорение сопел из-за малого диаметра, впрыскивание продолжительное, мало давление впрыскивания на малых частотах. С 1987 г. ТПА приобрела электронное управление.

1.3 Насос-форсунка с кулачковым приводом и электронным управлением

Рассмотрим конструкцию и принцип работы насос-форсунок с кулачковым приводом и электронным управлением на примере Cummins Select. (рисунок 1.3). В общем корпусе размещены плунжерная пара 6, распылитель 1 и интегральный электромагнитный (соленоидный) клапан 5. Корпус жестко закреплен в головке блока с помощью специального кронштейна. Топливо поступает в насос-форсунку из системы низкого давления через специальный канал в головке блока. Чаще всего этих каналов два: подача топлива и слив («обратка»). Давление топлива в подающем канале должно быть достаточным для полноценного снабжения насос-форсунок, оно создается топливным насосом и регулируется перепускным клапаном. Плунжер насос-форсунки приводится в действие специальным кулачком 7 распредвала. Он перемещает рычаг, который перемещает плунжер вниз, создавая давление. В зависимости от положения электромагнитного клапана топливо или под давлением поступает к распылителю форсунки, или проходит в магистраль слива. Быстродействующий соленоидный клапан по сигналу блока управления двигателем и в соответствии с заложенной в последний программой обеспечивает точную регулировку времени начала, продолжительности и характера протекания впрыска топлива. Мощность впрыска, передающаяся от распределительного вала к плунжеру довольно, велика: в частности, действующая на плунжер сила может превышать 1,3 т.

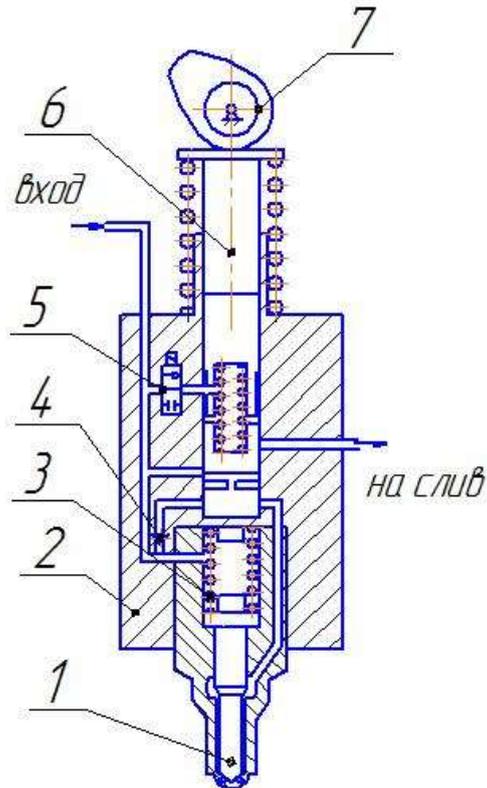


Рисунок 1.3 Насос-форсунка с кулачковым приводом и электронным управлением на примере Cummins Select : 1-игла;2-корпус насос-форсунки; 3-пружина;4-клапан; 5-электромагнитный клапан;6-плунжер; 7-кулачок.

Для управления подачей топлива блок управления получает следующие сигналы:

- от датчика, установленного на картере маховика и определяющего скорость вращения и угловое положение коленчатого вала;
- от датчика положения распределительного вала, который обеспечивает блок управления информацией о цилиндре N1, делая привязку данных об угловом положении коленчатого вала к порядку работы цилиндров двигателя. Оба датчика – индукционные, взаимодействуют со строго ориентированными пазами на распредвале или закрепленном на нем диске, или с зубьями маховика.
- от датчика температуры охлаждающей жидкости, так как объем впрыскиваемого топлива зависит от его температуры;
- от датчика температуры наддува, так как при низкой температуре масса воздушного заряда больше;

– от датчика давления наддува, поскольку этот параметр также непосредственно влияет на массу воздуха, поступающего в цилиндр в процессе впуска, а значит, и на максимальную дозу впрыскиваемого за рабочий цикл топлива;

– от датчика положения педали акселератора, который собственно и передает в блок управления команды водителя о режиме работы двигателя.

Преимущества - насос-форсунка обеспечивает относительно более пологий передний фронт подачи, что соответствует экологическим требованиям, резкая отсечка подачи, снижение запаздывания впрыскивания.

Недостатки - при возникновении неисправности узел меняется целиком, ремонт непопулярен из-за отсутствия в продаже составных частей этого узла и невозможности проверки, хотя переставить с одной форсунки на другую соленоид или распылитель довольно просто. Стоимость насос-форсунки сравнительно высока, поэтому в запасные части поступают, как правило, не новые, а восстановленные и испытанные в заводских условиях.

Рассмотрим конструкцию и принцип работы насос-форсунок с кулачковым приводом и электронным управлением на примере PDE Bosh (рисунок 1.4). Насос-форсунка представляет собой одноцилиндровый насос высокого давления индивидуальный для каждого цилиндра двигателя с соленоидным клапаном. Внутри корпус насос-форсунки 2 имеет цилиндрическую полость высокого давления. Соленоидный клапан 4 монтируется как одно целое с насос-форсункой. Крепление насос-форсунки к головке блока осуществляется с помощью прижимной скобы. В приводе насос-форсунки, в отличие от привода механизма газораспределения отсутствуют тепловые зазоры, так как здесь с помощью возвратной пружины осуществляется постоянный контакт между толкателем плунжера, коромыслом и кулачком приводного вала.

Быстродействующий соленоидный клапан в соответствии с параметрами, определяемыми блоком управления, обеспечивает регулировку времени начала впрыска топлива и его конец. В отключенном положении

соленоидный клапан открыт и обеспечивает полное прохождение топлива от топливopодкачивающего насоса к подплунжерному пространству насоса. Во время хода плунжера 5 насос-форсунки соленоидный клапан перекрывает подачу топлива, герметизируя плунжерную пару и при ходе плунжера вниз, происходит впрыск топлива через форсунку в камеру сгорания. Момент закрытия соленоидного клапана регулирует начало впрыска и его продолжительность. По сравнению с впрыском бензиновых двигателей электромагнитный клапан должен управлять давлением в 300...500 раз большим, при этом переключение клапана происходит в 10...20 раз быстрее.

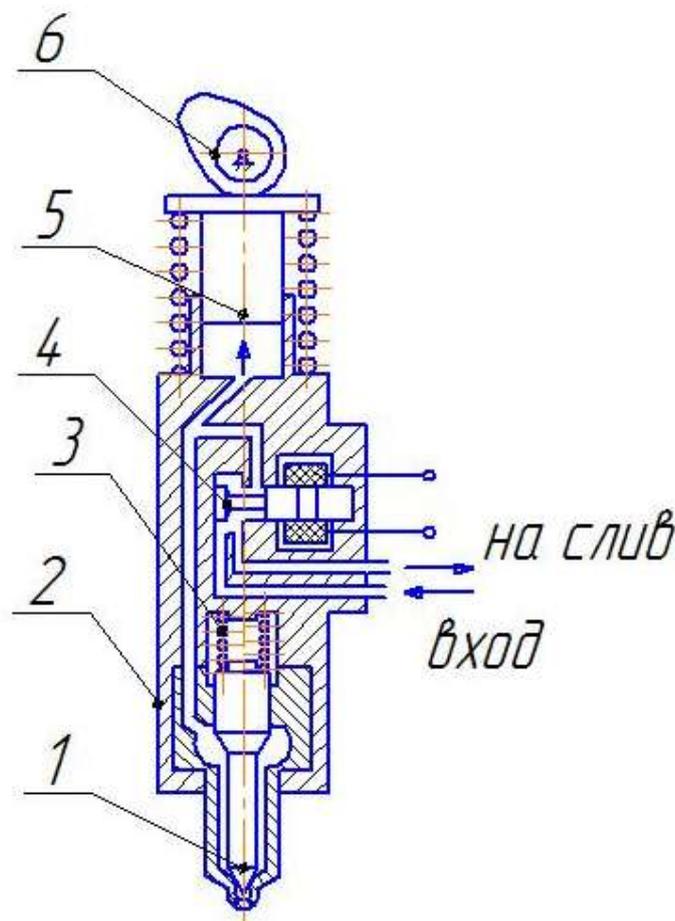


Рисунок 1.4 Насос-форсунка с кулачковым приводом и электронным управлением на примере PDE Bosh: 1-игла; 2-корпус насос форсунки; 3-пружина; 4-электромагнитный клапан; 5-плунжер; 6-кулачок.

Использование насос-форсунки исключает применение топливопроводов высокого давления, благодаря чему снижаются потери давления при подаче топлива из-за периодических расширений

топливопроводов в начале подачи и разгрузке в конце подачи. Максимальное давление, развиваемое насос-форсунками, составляет 2050 кгс/см². Электронные трехмерные параметрические характеристики в комбинации с высоким давлением впрыска приводят к снижению потребления топлива при одновременном снижении выброса токсичных веществ, что имеет большое значение, принимая во внимание строгие требования соблюдения европейских стандартов (Евро2 / Евро 3). Используя управление соленоидным клапаном, имеется возможность реализовать предварительный впрыск и отключение отдельных цилиндров из работы при частичных нагрузках, что уменьшает расход топлива.

Преимущества - качественное распыление достигается при высоком давлении, точное открытие и закрытие клапана.

Недостатком насос-форсунок является увеличение высоты головки блока цилиндров, что в свою очередь вызывает увеличение высоты двигателя.

1.4 Насос-форсунка с гидравлическим приводом электрогидравлическим управлением

Рассмотрим конструкцию и принцип работы насос-форсунок с гидравлическим приводом электрогидравлическим управлением на примере насос-форсунки HEUI.

Серийный выпуск наиболее популярной ТА этого класса типа HEUI (Hydraulically actuated Electronically controlled Unit Injection) был начат в 1993 году в результате совместных разработок компаний Navistar и Caterpillar.

В настоящее время в эксплуатации находятся более 7 млн. дизелей с системой HEUI, наиболее массовые - Caterpillar и Perkins.

Рассмотрим конструкцию и принцип работы насос-форсунки с гидравлическим приводом и электрогидравлическим управлением на примере HEUI. Топливо к насос-форсункам поступает под давлением 0,4 МПа

(рисунок 1.5). Привод сервопоршня 6 мультипликатора давления осуществляется с помощью масла под давлением 4...25 МПа. Управление его подачей в гидроцилиндр мультипликатора осуществляется клапаном 5 с электроприводом. Масло забирается из картера дизеля, охлаждается, очищается, еще раз сжимается и поступает в насос-форсунку, под поршень 6, и под давлением нажимает плунжер 4. Плунжер 4 под давлением поднимает иглу 1 и происходит впрыск в камеру сгорания. Для этого используется аксиально-плунжерный насос, обеспечивающий напор 4...27,5 МПа, изменяемый регулятором IAPCV. СУ(система управления) содержит традиционный набор датчиков, необходимый для организации ТП и дополнительно датчики обратной связи контроля давления впрыскивания, а также уточненного контроля параметров масла в смазочной системе дизеля.

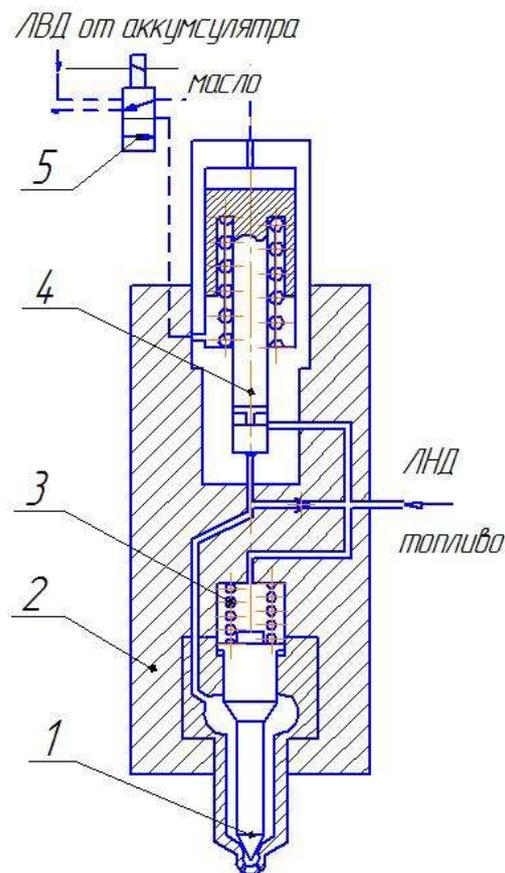


Рисунок 1.5 Насос-форсунка с гидравлическим приводом электрогидравлическим управлением на примере насос-форсунки HEUI: 1- игла; 2-корпус насос-форсунки; 3-пружина; 4-плунжер; 5-электромагнитный клапан.

Особенностью системы HEUI является применение двухзатворного (или трёхпутевого, т.е. с тремя выходами) гидравлически разгруженного управляющего клапана. Он сообщает гидроцилиндр мультипликатора либо с ЛВД, либо со сливом. Двухзатворный клапан является весьма сложным в изготовлении, однако функционально может заменить два обычных однозатворных клапана, работающих в противофазе.

Первые образцы HEUI обеспечивали давление впрыскивания 135 МПа, но уже в 1995г. эта величина была повышена до 150 МПа. С 2000г. серийно выпускаются системы HEUI-B с типоразмерным рядом из насос-форсунок моделей H165B, H110B, H1200B производительностью соответственно 65, 110 и 200 мм³ при давлении впрыскивания до 160 МПа и насос-форсунки модели H1300B производительностью 300 мм³ при давлении 175 МПа.

Как в прочих аккумуляторных системах управление ТП осуществляется за счёт изменения давления питания мультипликатора. Форма характеристики впрыскивания в ТА HEUI близка к трапецевидной. Известны модели ТА HEUI с автоматическим кратковременным сбросом давления в нагнетательной магистрали на всех режимах работы дизеля для осуществления двухфазного впрыскивания. Очевидно, что обеспечить то же за счет двукратного включения управляющего клапана не удастся из-за массивного управляющего клапана и мультипликатора.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ УЧАСТКА РЕМОНТА ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ

2.1 Определение производственной программы

По условиям задачи участок рассчитан на обслуживание автотракторного парка количеством 240 единиц.

Среднегодовое число капитальных ремонтов двигателей определяется:

$$N_{кр.р.} = N_{дв.} \cdot K_{охв.}, \quad 2.1$$

где $N_{кр.р.}$ – число капитальных ремонтов топливной аппаратуры;

$N_{дв.}$ – среднегодовое число топливной аппаратуры данной марки;

$K_{охв.}$ – годовой коэффициент охвата капитальным ремонтом.

Для удобства расчетов будем считать, что преобладают следующие марки топливных насосов высокого давления:

4УТНИ – Т – 1111005, 4УТНИ – Т – 111007 (двигатели Д – 245С, Д – 246.1, Д – 246.2, Д – 245.12, Д – 245.12С) ТНВД 337 – 20 ЕВРО – 2 КамАЗ ,
4ТН – 9•10 двигатель А – 41 .

Условно будем считать 140 грузовых и 140 тракторных топливных насосов высокого давления. Сведем, как говорится их к общему знаменателю.

Из справочных материалов подбираем для наших условий годовой коэффициент охвата капитальным ремонтом для каждого вида топливных насосов высокого давления.

Число капитальных ремонтов топливных насосов:

$$\text{Грузовые: } N_{кр.р.} = 140 \cdot 0,33 = 46 \text{ кап. рем.}$$

$$\text{Тракторные: } N_{кр.р.} = 100 \cdot 0,31 = 31 \text{ кап. рем.}$$

Итак, число капитальных ремонтов, т. е. производственную программу отделения по ремонту ТНВД берем $N_{пр.} = 77$ кап. ремонта.

Производственная программа должна иметь должный запас по количеству ремонтов, так, как услуги можно оказать и населению и сторонним предприятиям.

2.2 Расчет трудоемкости ремонтных работ

Годовая трудоёмкость определённых объектов определяется по следующей формуле:

$$T = n \cdot T, \quad 2.2$$

где T – годовая трудоёмкость капитального ремонта определённых объектов, чел – ч.;

T – трудоёмкость капитального ремонта единицы изделия, чел – ч. [];

n – количество ремонтов объектов данной марки, шт.

По справочнику определяем примерную трудоёмкость ремонта тракторных аппаратов типа 4ТН9-10 равен 11 чел.-ч., для аппаратов грузовых автомобилей составляет 16чел.-ч. Тогда трудоёмкость ремонта по программе будет равна:

$$T_{\text{тракторные}} = 31 \cdot 11 = 341 \text{ чел} - \text{ч.}$$

$$T_{\text{грузовые}} = 46 \cdot 16 = 736 \text{ чел} - \text{ч.}$$

Трудоёмкость основных работ :

$$T = T_{\text{тракторные}} + T_{\text{грузовые}}, \quad 2.3$$

где T – трудоёмкость основных работ, чел – ч;

$T_{\text{грузовые}}, T_{\text{тракторные}}$ – годовая трудоёмкость ремонта

соответственно грузовых и тракторных топливных насосов, чел – ч.

$$T_{\text{осн}} = 341 + 736 = 1077 \text{ чел} - \text{ч.}$$

Общая годовая трудоёмкость определяется:

$$T = T + T, \quad 2.4$$

где T – общая годовая трудоёмкость, чел – ч;

T – трудоёмкость основных работ, чел – ч;

T – дополнительная трудоёмкость, учитывающая работы по ремонту собственного оборудования, изготовление и восстановление деталей, прочие неучтённые работы чел – ч.

Дополнительная трудоёмкость берётся из справочника (таблица 2.1).

Таблица 2.1-Объём дополнительных работ

Наименование	% от общей трудоёмкости ремонта	чел – ч.
Ремонт собственного оборудования	8	86
Восстановление и изготовление деталей	5	54
Ремонт и изготовление инструмента и приспособлений	3	32
Прочие неучтённые работы	10	108

$$T_{\text{доп.}} = 86 + 54 + 32 + 108 = 280 \text{ чел – ч.}$$

$$T_{\text{общ}} = 1077 + 280 = 1357 \text{ чел – ч.}$$

2.3 Расчет фондов времени ремонтного предприятия

На проектируемом участке по ремонту топливной аппаратуры режим работы планируется сделать стандартной, как и в других подобных организациях. Она будет включать число рабочих дней в году; число рабочих смен в сутки; продолжительность смены в часах.

Номинальный и действительный годовые фонды времени рабочих и оборудования.

Номинальный годовой фонд времени работы определяется:

$$\Phi_n = K_p \cdot t_{см} , \quad 2.5$$

где Φ_n – номинальный годовой фонд времени работы, ч;
 K_p – число рабочих дней в году принимаем – 246 дней ;
 $t_{см}$ – время смены, ч.

$$\Phi_n = 246 \cdot 10 = 2460 \text{ ч.}$$

Действительный годовой фонд времени рабочего определяется:

$$\Phi_{д.р.} = (\Phi_n - K_o \cdot t_{см.}) \cdot k, \quad 2.6$$

где $\Phi_{д.р.}$ – действительный годовой фонд времени рабочего, ч;
 K_o – число дней отпуска в году;
 k – коэффициент потерь рабочего времени.

Коэффициент потерь рабочего времени зависит от профессии рабочего и условий его работы.

Годовые действительные фонды времени рабочих приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2-Годовые действительные фонды времени рабочих

Категория специальности	Специальность рабочего	Продолжительность отпуска,	k_p	$\Phi_{д.р.}$
I	Кузнец, медник, маляр, электрогазо-сварщик,	24	0,88	1953
II	Мойщик, , испытатель	24	0,89	1976
III	Слесарь- сборщик, токарь	24	0,9	1998

Действительный годовой фонд времени работы оборудования рассчитывается:

$$\Phi_{д.о.} = \Phi_n \cdot n_c \cdot \eta_o , \quad 2.7$$

где $\Phi_{д.о.}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч;
 n_c – число рабочих смен в сутки;
 η_o – коэффициент использования оборудования,
 $\eta_o = 0,97 \dots 0,98$

$$\Phi_{д.о.} = 1968 \cdot 1 \cdot 0,98 = 1929 \text{ ч.}$$

2.4 Определение основных параметров производственного процесса

К основным параметрам, определяющим организацию производственного процесса ремонтного предприятия относятся следующие – производственная программа, такт, фронт ремонта изделия и пропускная способность участка по ремонту топливной аппаратуры.

Одним из основных параметров является такт ремонта, под которым понимается средний интервал времени между выпуском двух последовательно отремонтированных объектов.

Общий такт ремонта определяют:

$$\tau = \frac{\Phi_H}{N_{\text{ПР}}}, \quad 2.8$$

где τ – общий такт ремонта, ч;

Φ_H – номинальный годовой фонд времени, ч;

$N_{\text{ПР}}$ – программа предприятия в приведённых ремонтах.

Поскольку на предприятии ремонтируются топливные насосы разных марок, следует привести весь объём ремонтных работ к одной марке, преобладающей в программе.

$$N_{\text{пр}} = \frac{T}{T_{\text{ТРАКТОРНЫЕ}}} \quad 2.9$$

где T – общая трудоёмкость, чел – ч;

$T_{\text{тракторные}}$ – трудоёмкость капитального ремонта топливной аппаратуры к которой приводится вся программа, чел – ч.

$$N_{\text{пр}} = \frac{1357}{46} = 30 \text{ прив. рем.}$$

$$\tau = \frac{2460}{30} = 82 \text{ ч.}$$

2.5 Распределение трудоёмкости по участкам

Распределение общей трудоёмкости по участкам – одна из важнейших задач технологической части проектирования.

В таблице 2.3 приведены данные (в процентах) ориентировочного распределения общей трудоёмкости.

Таблица 2.3-Ориентировочное распределение общей трудоёмкости по участкам

Наименование участка	% от общей трудоёмкости	Трудоёмкость, чел – ч
Участок моечный	10	128
Участок разборки на агрегаты и детали	15	192
Участок дефектации и комплектации	12	156
Участок сборки и обкатки	21	251
Участок слесарно-механический	37,6	504
Склад готовой продукции	4,4	48

2.6 Расчёт и выбор основного производственного оборудования

Основное производственное оборудование подбирается с учетом требований для выполнения качественного ремонта и технического обслуживания топливной аппаратуры различных производителей на высоком уровне. Соответственно все выбранные оборудования должны отвечать современным требованиям.

Число моечных машин определяются:

$$N_m = \frac{Q}{\Phi_{д.о.} \cdot q \cdot \eta_o \cdot \eta_t}, \quad (2.10)$$

Где N_m – число моечных машин периодического действия;

Q – общая масса деталей, подлежащих очистке за планируемый период, т;

$\Phi_{д.о.}$ – действительный годовой фонд времени работы моечной машины, ч.;

q – производительность моечной машины, т/ч;

η_o – коэффициент загрузки моечной машины по массе;

η_t – коэффициент, учитывающий использование моечной машины по времени.

Принимая во внимание, что $Q = 0,25$ т, $\Phi_{д.о.} = 1929$ ч, $q = 0,7$ т/ч,

$\eta_o = 0,6$ и $\eta_t = 0,8$ находим :

$$N_m = \frac{0,25}{1279 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 0,8} = 1 \text{ шт.}$$

Число станков для обкатки и испытания топливной аппаратуры определяется:

$$N_{дв.} = \frac{N_d \cdot t_{и} \cdot c}{\Phi_{д.о.} \cdot \eta_{ис}}, \quad (2.11)$$

где $N_{ст.}$ – число станков для обкатки и испытания топливной аппаратуры ;

N_d – число топливной аппаратуры, проходящих обкатку и испытание;

$t_{и}$ – время испытания и обкатки, ч;

c – коэффициент, учитывающий возможность повторной обкатки;

$\eta_{ис.}$ – коэффициент использования станков.

Учитывая, что $N_d = 240$ шт, $t_{и} = 1,2$ ч, $c = 1,1$, $\Phi_{д.о.} = 1279$ ч, $\eta_{ис} = 0,9$

находим:

$$N_{дв.} = \frac{240 \cdot 1,2 \cdot 1,1}{1279 \cdot 0,9} = 1$$

По технологической необходимости принимаем $N_{дв.} = 2$

Остальное ремонтно-технологическое оборудование подбирается согласно технологическому процессу. Всё оборудование приведено в таблице 2.4

Таблица 2.4-Перечень технологического оборудования участка по ремонту топливной аппаратуры.

Наименование	Тип или модель	Габаритные размеры в плане, мм	Количество
1	2	3	4
Ванна для мойки деталей	2239-П	650 × 520	1
Прибор для проверки жиклёров и запорных клапанов карбюратора	НИИАТ-528	300 × 210	1
Прибор для проверки топливных насосов и карбюраторов	557-Б	370 × 320	1
Прибор для проверки ограничителей макс. числа оборотов вала	НИИАТ-419	178 × 160	1
Прибор для проверки упругости пластин диффузоров	НИИАТ-397	400 × 160	1
Прибор для проверки упругости пружин диафрагмы топливных насосов	ГАРО 357	диаметр 160	1
Настольно-сверлильный станок	НС-12	800 × 600	1
Настольный электр. наждак на 2 круга		800 × 600	1
Бачок для контрольных замеров расхода топлива на линии	ГАРО 361	240 × 135	1
Пневматическое зажимное приспособление для разборки и сборки	ПРС-22	250 × 300	1
Верстак для разборки и сборки карбюраторов	Р-968	1600 × 700	1
Стол для приборов	1010-П	2500 × 800	1
Подставка под оборудование	ОРГ 1019-209	800 × 600	2
Подставка для раскладки инструментов	2282-П	600 × 500	1
Стеллаж секционный для хранения карбюраторов	ОРГ 119-505	1000 × 500	1
Ларь для обтирочных материалов	2250-П	800 × 400	1
Урна для сбора цветного металла		250-300	1
Шкаф для хранения материалов и деталей		1200 × 600	1
Ларь для отходов	2317-П	500 × 500	1
Тумбочка для хранения инструментов	СД 3715-02	820 × 510	1

Стол конторский	МРТУ-13-08	1100 × 620	1
Стул подъёмно-поворотный металлический		460 × 490	2
Раковина-умывальник		500 × 400	1
Стенд для проверки и регулировки топливной аппаратуры	СДТА-1		1

2.7 Расчёт производственных площадей участка ремонта топливной аппаратуры

Как известно площади таких предприятий подразделяются на производственные и вспомогательные. Производственные площади заняты технологическим оборудованием, рабочими местами, объектами ремонта, деталями, а также рабочими зонами, проходами и переездами между оборудованием.

Площадь участка рассчитывается по следующей формуле:

$$F_{\text{уч}} = K_{\text{пл}} \cdot F_{\text{об}}, \text{ м}^2 \quad (2.12.)$$

где $F_{\text{уч}}$ - площадь участка;

$K_{\text{пл}}$ - коэффициент плотности расстановки оборудования, $K_{\text{пл}} = 4$;

$F_{\text{пл}}$ - суммарная площадь, занимаемая технологическим и организационным оснащением, м^2 , $F_{\text{пл}} = 9,47 \text{ м}^2$

$$F_{\text{уч}} = K_{\text{пл}} \cdot F_{\text{об}} = 4 \cdot 9,47 = 37,88 \text{ м}^2$$

Принимаем: длина $L = 6 \text{ м}$., ширина $B = 6 \text{ м}$.

$$F_{\text{уч}} = 6 \cdot 6 = 36 \text{ м}^2$$

3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ

3.1 Стенд для проверки насос-форсунки с кулачковым приводом и механическим управлением

Рассмотрим гидравлическую схему стенда проверки механической насос-форсунки Styer на форсуночном стенде постоянного давления. (рисунок 3.1) . При помощи стенда для проверки механической насос-форсунки проверяются следующие характеристики: давление начала открытия, подвижность иглы, качество распыла(проверка внешним осмотром); герметичность запорного конуса и насос-форсунки в сборе (проверка внешним осмотром).

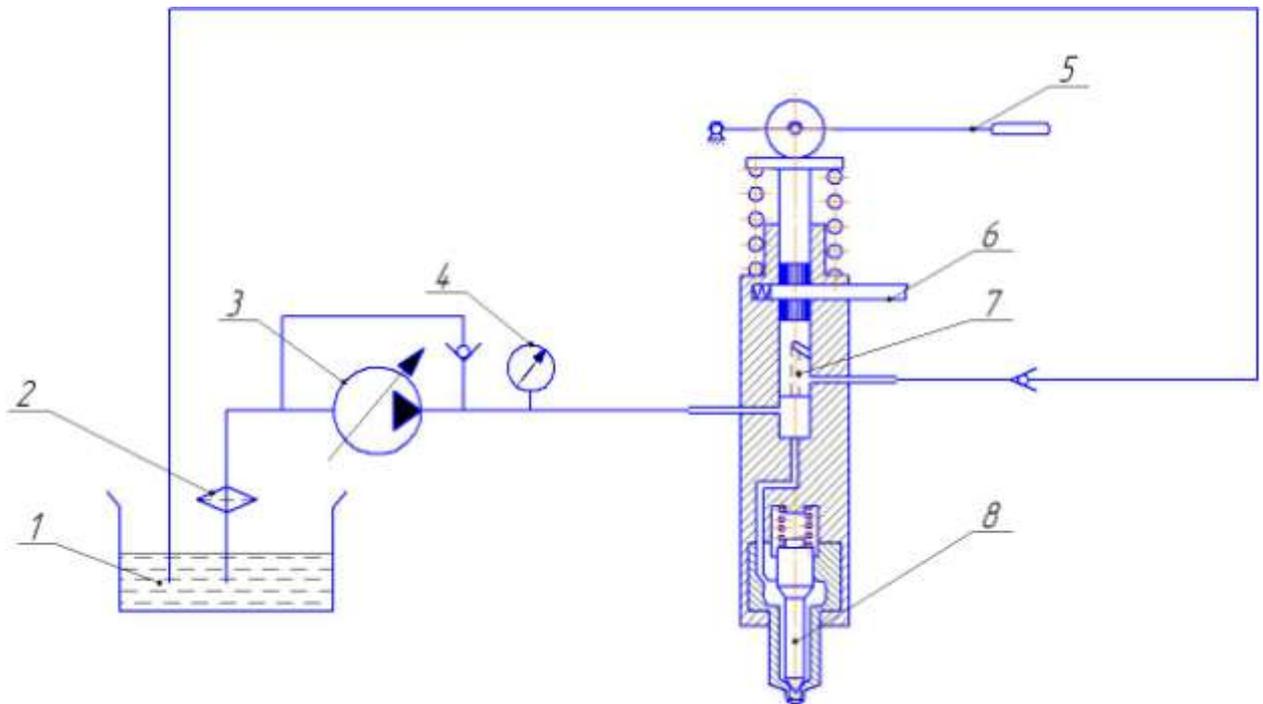


Рисунок 3.1 Схема стенда проверки механической насос-форсунки Stayer на форсуночном стенде постоянного давления: 1- бак;2-фильтр;3-подкачивающей насос;4-манометр;7-двуплечий рычаг;6- рейка;7- плунжер;8- игла.

					ВКР 23.03.03 ИУНФ 00.00.00.ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.	Маннапов Д.Д.				Лит.	Лист	Листов
Провер.	Нурмиев А.А.						
Реценз.					Казанский ГАУ каф.ТДиЭУ		
Н. контр.	Пикмуллин Г.В.						
Утв.	Хафизов К.А.						

Испытываемая насос-форсунка устанавливается на стенд, крепиться на кронштейн и присоединяется к трубопроводу низкого давления.

Стенд работает следующим образом: топливо из резервуара 1 подается под постоянным давлением подкачивающим насосом 3 в подплунжерную полость насос-форсунки и рукой нажимаем на двуплечий рычаг 5, который тем самым нажимает на плунжер 7 и происходит впрыск. Так мы проверяем подвижности иглы и герметичность по запирающему конусу.

Подвижность иглы проверяют прокачиванием топлива или технологической жидкости через распылитель при движении рычага при частоте впрыскиваний 30-40 в минуту. Впрыскивание должно сопровождаться звуком, характерным для соответствующего конструктивного исполнения распылителя.

Преимуществом стенда являются его небольшие габариты и проста использования, к недостатком можно отнести неравномерность подачи топлива и визуальное наблюдение за изменением давления.

3.2 Стенд для проверки насос-форсунки с кулачковым приводом и электронным управлением

Рассмотрим схему стенда для проверки насос-форсунки PDE Bosh с электронным управлением (рисунок 3.2). Схема состоит из следующих частей: измерительная емкость для определения угла и качества распыла топлива 1, распылитель насос-форсунки 2, корпус насос-форсунки 3, клапан для слива топлива насос-форсунки 4, плунжер насос-форсунки 5, кулачок насос-форсунки 6, датчик частоты вращения кулачкового вала 7, электронный блок управления 8, линия слива 9, топливоподкачивающий насос 10, манометр 11, бак с топливом 12, фильтр для очистки топлива 13.

Принцип работы стенда: топливо из бака 12 подкачивается под давлением с помощью подкачивающегося насоса 10 и подается в входной канал насос-

					ВКР 23.03.03 ИУНФ 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

форсунки. Когда кулачок 6 нажимает на плунжер 5 и блок управление сообщает электромагнитному клапану когда надо закрыть клапан. Если клапан закрыт то топливо под давлением поднимает иглу и происходит впрыск в измерительную емкость. В емкости мы можем определить угол конуса и качество распыла топлива.

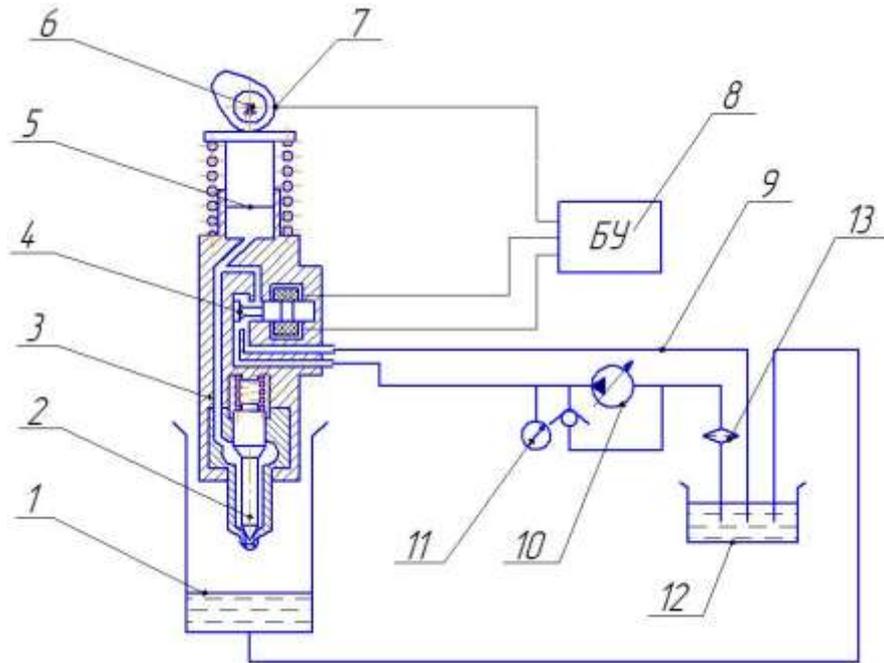


Рисунок 3.2 Схема стенда проверки насос-форсунки PDE Bosh с электронным управлением: 1-измерительная емкость для определения угла и качества распыла топлива; 2-распылитель; 3-корпус насос-форсунки; 4-клапан слива топлива; 5-плунжер; 6-кулачок; 7-датчик частоты вращения кулачкового вала; 8-электронный блок управления; 9-линия слива; 10-топливopодкачивающая насос; 11-манометр; 12-бак; 13-фильтр.

Качество распыления форсункой считается нормальным, если топливный факел не содержит заметные на глаза отдельные вылетающие капли и струи топлива(т.е топливо должно впрыскиваться в туманообразном состоянии без сплошных струек и легко различимых местных сгущений). В начале и в конце впрыскивания не должно наблюдаться подтекания топлива в виде отдельных капель (допускается незначительные увлажнение торца распылителя непосредственно после окончания впрыскивания), начало и конец сопровождаться резким звуком.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Определение угла конуса распыла топлива насос-форсунки проводим в следующей последовательности:

- производим единичное впрыскивание топлива на экран из плотной бумаги, размещенной перпендикулярно оси испытуемой насос-форсунки а расстоянии 140-250 мм;
- измерим диаметр отпечатка топливного факела на плотной бумаге и расстояние от носка распылителя до экрана.
- по измеренным параметрам вычислим угол конуса распыла топлива.

3.3 Стенд для испытания насос-форсунки с гидравлическим приводом и электронным управлением

Рассмотрим схему устройства (стенда) для испытания насос-форсунки HEUI (рисунок 3.3).

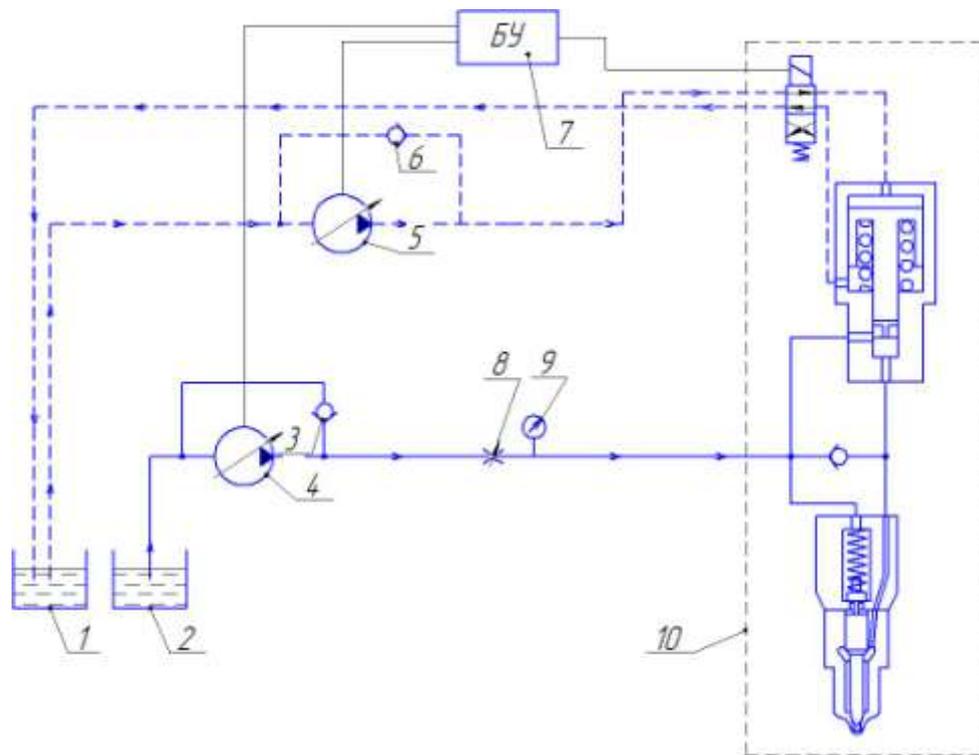


Рисунок 3.3 Схема устройства (стенда) для испытания насос форсунок HEUI: 1-резервуар с моторным маслом; 2-резервуар с топливом; 3-клапан обратный без пружины; 4-насос шестеренчатый; 5-насос аксиально-плунжерный; 6-клапан обратный без пружины; 7-Блок управления; 8-дрессель

					ВКР 23.03.03 ИУНФ 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Устройство включает в себя подвижный в корпусе толкатель 3 (рисунок 3.4), с жиклером 11, обратным клапаном 9 и упорным поршнем 2, установленный соосно с ним подвижный сектор 4, так же масляной насос 6, приводимый в движения электромотором 5, предохранительный клапан 7, фильтр 13, масляный бак 12, приводной вал 14.

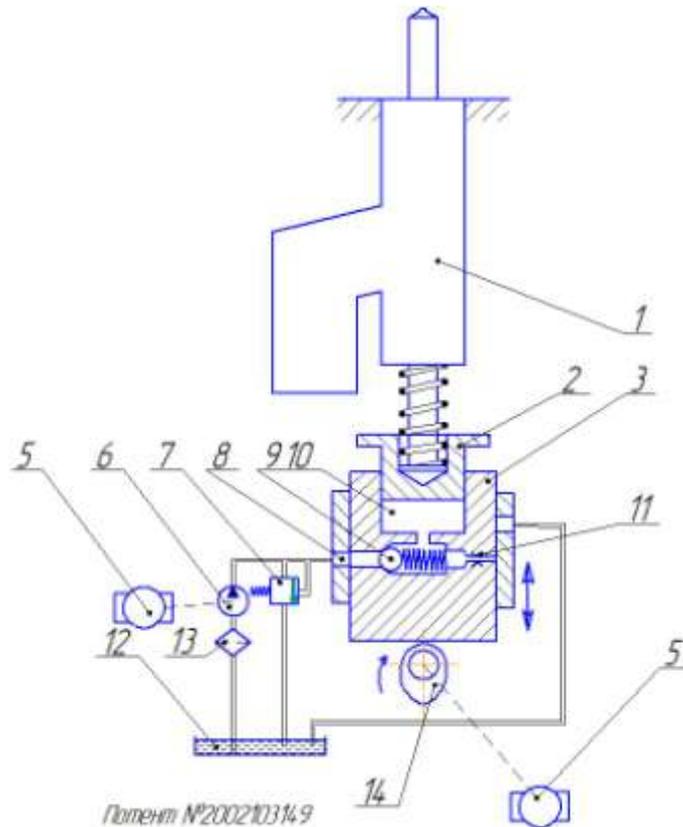


Рисунок 3.4 Схема стенда для испытания насос-форсунок с изменяемым ходом плунжера: 1- Насос-форсунка; 2-упорный поршень; 3-толкатель; 4- подвижный сектор; 5-электромотор; 6-масляный насос; 7-предохранительный клапан; 8-полость дозарядки; 9-обратный клапан; 10-полость высокого давления; 11-жиклер; 12-масляный бак; 13- фильтр; 14-кулачок; 5-приводной вал.

Устройство работает следующим образом. Приводной вал 15 посредством кулачка перемещает толкатель 3 в осевом направлении. В нижнем положении канал обратного клапана 9 совмещается с полостью 8 дозарядки и масло под давлением создаваемым насосом 6 поступает в полость 10 высокого давления. Упорный поршень 2 перемещается до упора в плунжер насос-форсунки 1 выбирая свободный зазор. При набегании кулачка

					ВКР 23.03.03 ИУНФ 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

приводного вала 14 на толкатель, последний перемещается вверх. Полость 10 высокого давления запирается обратным клапаном 9 и за счет несжимаемости масла, находящегося в полости 10 высокого давления. Усилие передается на плунжер насос-форсунки 1. Перемещение плунжера продолжается до момента совмещения канала жиклера 11 с сливным каналом подвижного сектора 4. В этот момент масло сливается из полости 10 высокого давления, таким образом упорный поршень 2 прекращает свое движение, несмотря на то, что толкатель 3 еще движется вверх. При опускании толкателя 3 цикл повторяется.

Таким образом, путем перемещения подвижного сектора 4 имеется возможность изменения активного хода плунжера насос-форсунки 1 в зависимости от ее типа, так как ход плунжера у разных насос-форсунок существенно отличается.

3.5 Разработка и расчет измерительного устройства для испытания насос-форсунок Cummins PTD

3.5.1 Разработка измерительного устройства

Предложено устройство для испытания и регулировок топливных систем дизелей, позволяющий создавать необходимое противодействие впрыску и определить межцикловую неравномерность величины подачи, давления впрыска топлива, опережение и продолжительности впрыска.

Стенд состоит из бака с топливом 1 (Лист 5), фильтра 2, подкачивающегося насоса 3 с перепускным клапаном 4, манометра 5, насос-форсунки 6, датчик положения кулачкового вала 7, дросселя регулируемого 8, камеры впрыска 9, который соединен с измерительной камерой А, компрессора 19 (для создания давления в измерительной камере А) с предохранительным клапаном 20, ресивера 18 с перепускным клапаном 17, для поддержания постоянного давления в ресивере. Измерительная камера Б

					ВКР 23.03.03 ИУНФ 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

состоит из плунжера 11 с толкателя (сердечника) 14 , датчика давления 12, датчика индуктивного перемещения 13(для измерения цикловой подачи топлива за n впрыск).

Принцип работы измерительной части стенда опишем на примере испытаний гидромеханической насос-форсунки Cummins PTD, производительность которой напрямую зависит противодействия впрыскивания, т.к насос-форсунка впрыскивает воздушно-топливную эмульсию (принцип работы насос-форсунки описан в первой части).

Испытываемая насос-форсунка б устанавливается на Cam Box 2 (Стенд с кулачковым приводом для испытания насос-форсунки), к которому также подсоединен датчик частоты вращения кулачкового вала 7 (Лист 4), соединяется со стендом трубопроводами низкого давления и сливным каналом. Трубопроводы высокого давления от насос-форсунки соединяются с измерительным устройством.

В исходном положении сжатый воздух из ресивера 18, закаченный из компрессора 19 заполняет полость измерительной камеры Б (Лист), плунжер 11 находится в крайнем положении на упоре, давление в полости поддерживается равным давлению в цилиндре двигателя, в момент начала впрыска, регулируется регулятором давления 16, который подсоединен к блоку управления. Контролируется давление подплунжерной полости датчиком давления 12, подсоединенному к блоку управления 10. В блок управления 10 введена программа управления, измерения и обработки информации по исследованию цикловой неравномерности подачи топлива.

Топливо под высоким давлением из насос-форсунки впрыскивается в камеру впрыска А и перемещает плунжер 11. При перемещении плунжера 11 из крайнего положения от упора топливо вытесняет сжатый воздух, при одновременном создании в измерительной камере, давление в виде противодействия, регулируемого клапаном 16, эквивалентному среднему давлению в камере сгорания двигателя. При перемещении плунжера 11, перемещается сердечник 14. Сердечник соединен индуктивным датчиком

					ВКР 23.03.03 ИУНФ 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

перемещения 13. Впрыснутый насос-форсункой 6 объем топлива преобразуется индуктивным датчиком перемещения 13 в аналоговый электрический сигнал, который в виде напряжения подается на один вход блока управления. После того как индуктивный датчик перемещения 13 измерил цикловую подачу топлива, открывается электромагнитный сливной клапан 22 и топливо сливается обратно в бак. Далее процесс повторяется аналогично прежнему.

Для предотвращения удара плунжера 11 о стенку корпуса при отсутствии давления в камере впрыска А служит пружина 23.

Для точного измерения цикловой подачи топлива насос-форсункой Cummins PTD требуется тарировка индуктивного датчика перемещения 13.

Тарировка делается следующим образом: в топливный штуцер 9 заворачивается тарировочный винт, а также винт, перемещающий сердечник 7 через плунжер, позволить отсчитать нуль в БУ измерительном устройством, задать необходимые тарировочные коэффициенты.

3.5.2 Конструктивный расчет корпуса измерительного устройства

Одним из основных узлов стенда, требующего изготовления, является измерительное устройство. Особенности конструкции и требования к данному предлагаемому измерительного устройства состоят в следующем: все детали должны быть рассчитаны на давление не менее 270 МПа; после сборки должна обеспечиваться герметичность соединений.

Необходимый объем измерительного устройства можно определить по формуле[6]:

					ВКР 23.03.03 ИУНФ 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$V_{из} = g_u / \beta \cdot \Delta P, \quad 3.1$$

где g_u – цикловая подача, $мм^3$;

ΔP – допустимое колебание давления $\Delta P = 2,5$ МПа

β – коэффициент сжимаемости, $1/МПа$.

Стенд предназначен для насос-форсунок с цикловой подачей до 600 $мм^3$, запас объема берем 30%.

$$g_u = 600 \cdot 30\% = 600 \cdot 0,3 = 180 \text{ мм}^3.$$

Коэффициент сжимаемости при $P = 150$ МПа (достигаемое на установке давление в измерительном устройстве) принимаем $\beta = 31,4 \cdot 10^{-3} 1/МПа$.

$$V_{из} = 180 / 31,4 \cdot 10^{-3} \cdot 2,5 = 14200 \text{ мм}^3 \text{ или } 14,2 \text{ мл.}$$

Или же объем измерительного устройства находится как:

$$V_{из} = \pi \cdot d^2 / 4 \cdot L; \quad 3.2$$

Принимаем внутренний диаметр $d = 18$ мм, отсюда определяем длину:

$$L = 4 \cdot V_{из} / \pi \cdot d^2 = 4 \cdot 14200 / 3,14 \cdot 18^2 = 40 \text{ мм.}$$

Принимаем длину $L = 40$ мм.

Для определения внешнего диаметра и толщины стенки необходимо произвести расчет измерительного устройства на прочность.

Для этого воспользуемся методикой расчета цилиндрической оболочки, находящиеся под действием внутреннего давления.

По условию пластичности Мизеса:

$$\sqrt{3/2 \cdot pr / \delta} \leq [\sigma], \quad 3.3$$

где p – давление, МПа;

r – внутренний радиус полого цилиндра, мм;

δ – толщина стенки, мм;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение, МПа.

Допускаемое напряжение определяется по формуле

					ВКР 23.03.03 ИУНФ 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$[\sigma] = \sigma_T/n, \quad (3.4)$$

где σ_T – предел текучести материала, МПа;

n – запас прочности (1,5...2).

Для Стали 45Х предел текучести $\sigma_T=560$ МПа. Запас прочности принимаем равным 2. Тогда допускаемое напряжение будет равно

$$[\sigma] = 560/2 = 280 \text{ МПа.}$$

Выражаем из неравенства толщину стенки δ , подставив значения, получаем

$$\delta \geq \sqrt{3/2 \cdot pr / 2[\sigma]}, \quad \delta \geq \sqrt{3/2 \cdot 270 \cdot 18 / 2 \cdot 280} = 36 \text{ мм.}$$

Принимаем толщину стенки топливного гидроаккумулятора равной $\delta = 36$ мм. При этом внешний диаметр равен $D = 54$ мм.

3.5.3 Расчет электромагнитного клапана.

Произведем расчет электромагнитного клапана изображенного на рисунке 3.5

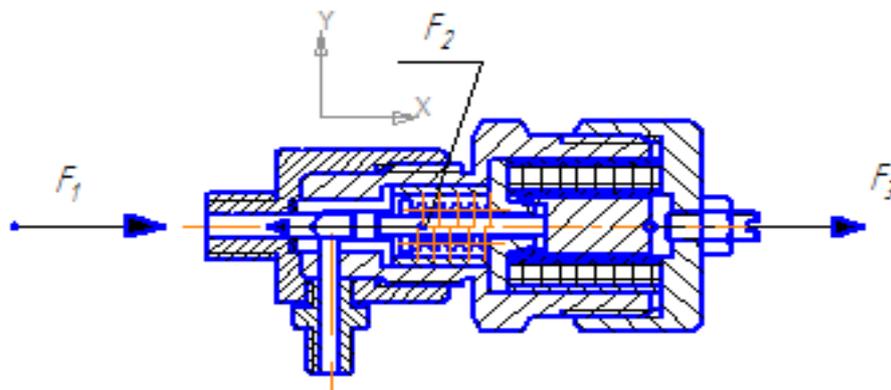


Рисунок 3.5 Схема электромагнитного клапана для расчета F_1 – сила которая давит на иглу клапана, т.е это сила возникшая от давления в камере впрыска измерительного устройства, кН.

F_2 - сила сжатия пружины, кН.

F_3 – тяговая электромагнитная сила.

					ВКР 23.03.03 ИУНФ 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Сила, которая давит на иглу клапана F_1 , вычисляется по формуле:

$$F_1 = P \cdot S, \text{ Н} \quad 3.5$$

P - давление впрыскиваемой насос-форсункой, ($P= 270$ мПА).

S - площадь поперечного сечения иглы электромагнитного клапана, мм^2 , вычисляется по формуле :

$$S = \pi \cdot d^2 / 4, \text{ мм}^2; \quad 3.6$$

D – диаметр поперечного сечения иглы ЭМ клапана , мм ($d = 4$ мм).

$$S = \pi \cdot d^2 / 4 = 3.14 \cdot 4^2 / 4 = 12,56 \text{ мм}, \text{ отсюда можем найти силу } F_1:$$

$$F_1 = P \cdot S = 270 \cdot 10^6 \cdot 12,56 \cdot 10^{-6} = 3391 \text{ Н}, \text{ или } 3,39 \text{ кН}.$$

Значение усилия сжатия пружины, F_2 берем больше значения F_1 , то есть

$$F_2 > F_1, \text{ Н}.$$

Принимаем сжатие пружины $F_2= 3,5$ кН. d - диаметр проволоки $d= 3$ мм, средний диаметр пружины $D= 6$ мм.

Тяговая электромагнитная сила, F_3 , по условию должна быть больше усилия сжатия пружины, F_2 , так как сила F_3 должна сжимать пружину и открыть иглу клапана, принимаем $F_3= 3,6$ кН.

По тяговой электромагнитной силе F_3 подбираем электромагнитную катушку.

Исходные данные для расчета электромагнита

Тяговая электромагнитная сила	$P_{эм} = 3,6$ кН
Номинальное напряжение	$U_H = 220$ В
Ход якоря	0,005 м
Температура окружающего воздуха	20 °С
Охлаждение	Естественное

Тяговая сила $P_{эм}$, развиваемая электромагнитом, вычисляется по формуле полученной на основе баланса энергии (энергетическая формула). В

					ВКР 23.03.03 ИУНФ 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

условиях равномерного распределения индукции в рабочем воздушном зазоре эта формула преобразуется в формулу Максвелла:

$$P_{ЭМ} = \frac{B_{\delta}^2 S}{\mu_0}, \text{ Н} \quad (3.7)$$

B_{δ} - это индукция в воздушном зазоре, Тл.

S - площадь полюса, м^2 .

$\mu_0 = 1,256 \cdot 10^{-6} \frac{\text{Гн}}{\text{м}}$ - магнитная проницаемость воздуха.

Задав $B_{\delta} = 1,1$ Тл, можно определить:

$$S = \frac{P_{ЭМ} \mu_0}{B_{\delta}^2} = 0,0001141 \text{ м}^2. \quad (3.8)$$

Для электромагнита клапанного типа (ЭМК) площадь полюса:

$$S = \frac{\pi d_c^2}{4}, \text{ м}^2. \quad (3.9)$$

а диаметр стержня:

$$d_c = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = 0,004 \text{ м}. \quad (3.10)$$

Магнитодвижущая сила обмотки (МДС):

$$F = 2kH_{\delta}\delta, \text{ А}. \quad (3.11)$$

где $k = 1,03$ - коэффициент падения МДС в стали.

$\delta = 0,050$ м - ход якоря.

$$H_{\delta} = \frac{B_{\delta}}{\mu_0} = 875796,1783 \frac{\text{А}}{\text{м}} \quad (3.12)$$

H_{δ} - напряженность магнитного поля в воздушном зазоре.

Отсюда следует что:

$$F = 2kH_{\delta}\delta = 3608,280255 \text{ А}. \quad (3.13)$$

Среднее значение магнитной индукции в стали магнитопровода:

					ВКР 23.03.03 ИУНФ 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$B_c = B_\delta * \sigma = 1,1 \text{ Тл.} \quad (3.14)$$

где $\sigma = 1$ – коэффициент рассеивания магнитного потока.

По основной кривой намагничивания для низкоуглеродистой стали, находим среднее значение магнитной напряженности H_c в стали магнитопровода.

$$H_c = 600.$$

Сторона квадрата окна под обмотку возбуждения ЭМК:

$$C = \frac{1}{4} \left(\frac{\Delta U_M}{H_c} - 2d_c \right) = 0,035666666 \text{ м.} \quad (3.15)$$

где

$$\Delta U_M = (k - 1)F = 2706,210119 \text{ А.} \quad (3.16)$$

падение МДС (магнитного напряжения) в стали. Средняя длина витков обмотки ЭМК:

$$\ell \approx \pi(d_c + C) = 0,149673332 \text{ м.} \quad (3.17)$$

Сечение провода (по меди):

$$q = \frac{F\ell\rho}{U_H} = 0,000000047 \text{ м}^2 \quad (3.18)$$

где $\rho = 1,8 * 10^{-8}$ удельное электрическое сопротивление меди при температуре нагрева 75°C .

Диаметр провода (по меди):

$$d = \sqrt{\frac{4}{\pi}q} = 0,000245052 \text{ м.} \quad (3.19)$$

Округляем до стандартного значения из таблицы

$$d = 0,000275 \text{ м.}$$

$$\Delta_H = 0,000015 \text{ м.}$$

Коэффициент заполнения по меди:

$$K_M = K_v \frac{\pi}{4} \left(\frac{d}{d + 2\Delta_H} \right)^2 = 0,580385245 \quad (3.20)$$

					ВКР 23.03.03 ИУНФ 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где $K_v = 0,82$ коэффициент укладки.

Число витков W находится по следующей формуле:

$$W = \frac{C^2 K_M}{q} = 118,120151 \quad (3.21)$$

Сопротивление обмотки:

$$R = \frac{\ell W \rho}{q} = 1218,046163 \text{ Ом}. \quad (3.22)$$

Потребляемый ток:

$$I = \frac{U_H}{R} = 0,399788138 \text{ А}. \quad (3.23)$$

Мощность потерь:

$$P = I^2 R = 35,16272216 \text{ Вт}. \quad (3.24)$$

3.5.4 Расчет момента затяжки болтов корпуса

Сила затяжки, при которой эквивалентное напряжение в стержне болта равна σ_T для болта М6

$$F_{зат} = \frac{\pi \times d_1^2 \times \sigma_{экв}}{4 \times 1,3} = \frac{\pi \times 4,9^2 \times 200}{4 \times 1,3} = 2900 \text{ Н}; \quad (3.25)$$

Момент завинчивания:

$$T_{зав} = 0,5 \times F \times d \left[\left(\frac{D_{cp}}{d_2} \right) \times f + tg \psi + \phi \right] =$$

$$= 0,5 \cdot 2900 \cdot 5,35 \cdot \left[8 / 5,35 \cdot 0,15 + tg 3^\circ 24' + 9^\circ 50' \right] = 3500 \text{ Н} \cdot \text{мм}; \quad (3.26)$$

Здесь принято:

$$d_{омс} = d + 0,5 = 6,5; D_{cp} = 0,5 \times 9,5 + 6,5 = 8 \text{ мм}. \quad (3.27)$$

Приведенный коэффициент трения в резьбе:

$$f_{пр} = \frac{f}{\cos \alpha} = \frac{0,15}{\cos 30^\circ} = 0,173; \quad (3.28)$$

					ВКР 23.03.03 ИУНФ 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Угол трения:

$$\varphi = \arctg f_{np} = \arctg 0.173 = 9^{\circ}50'; \quad (3.29)$$

Сила приложенная к гаечному ключу:

$$F_k = \frac{T}{l} = \frac{3500}{15.6} = 39H; \quad (3.30)$$

Рассчитаем максимальный момент, с которым можно затянуть винт с резьбой М6, класс прочности 6.6, для того, чтобы заложить усилие затяжки в технические требования

$$M = 0.5 \times F \times d_2 \times \left(\frac{P}{\pi \times d_2} + fp \right); \quad (3.31)$$

где F — осевое усилие от затяжки,

d_2 — средний диаметр резьбы (для М6 $d_2=5,29$),

fp — 0,2 (рекомендуемое значение для приблизительных расчетов, коэф. трения я так понимаю),

M — момент затяжки.

Усилие затяжки должно быть максимальным, но винт не должен начать разрушаться, т.е. осевую силу рассчитываю по пределу текучести. Для материала винтов класса прочности 6.6 предел текучести равен $[\sigma_m]=36$ кгс/мм.

Площадь сечения винта:

$$S = \pi \times d_{\min} \times \frac{2}{4}; \quad (3.32)$$

где d_{\min} — минимальный диаметр резьбы М2,5, равен 4.83 ;

$S=7.58$ мм;

Осевая сила будет равна

$$F = [\sigma_p] * S; \quad (3.33)$$

$F=272,88$ кгс;

Подставляем значения в формулу 1 и получаем момент затяжки:

					ВКР 23.03.03 ИУНФ 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$M=0,5*272,88*5,29 *(0,45/(3,14*5,29)+0,2)=163,9 \text{ кгс*мм}$$

Момент затяжки равен 1,64 Н*м.

3.5.5 Расчет цилиндрической пружины сжатия

Расчет пружины сжатия ведем на максимальную (конечную) допускаемую нагрузку P_k (см. рисунок 3.6).

Максимально допустимая нагрузка рассчитывается по формуле

$$P_k = \frac{\pi * d^3 * [\tau]}{8 * D_{cp} * K} H, \quad (3.34)$$

где d – диаметр проволоки, мм;

D_{cp} – средний диаметр пружины, мм;

$[\tau]$ – допускаемое касательное напряжение, МПа;

K – коэффициент, учитывающий кривизну витка и влияние поперечной силы;

Коэффициент K в формулах определяется из зависимости:

$$K = \frac{4 * C - 1}{4 * C - 4} + \frac{0,615}{C}, \quad (3.35)$$

где $C = D_{cp} / d$ – индекс пружины.

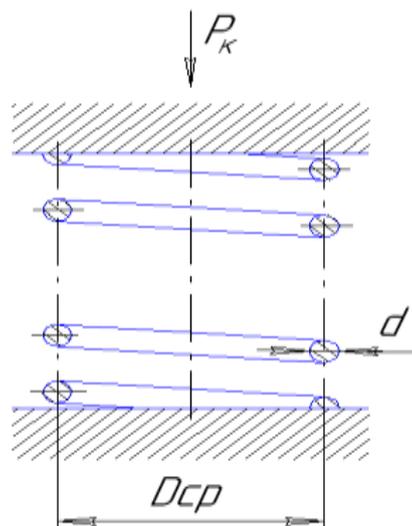


Рисунок 3.6 Схема к расчету пружины сжатия

					ВКР 23.03.03 ИУНФ 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Рассчитаем максимально допустимую нагрузку для пружины сжатия с $D_{cp} = 6$ мм и $d = 3$ мм. Допустимое касательное напряжение для пружинной стали с $d = 4$ мм $[\tau] = 800$ МПа

$$C = \frac{6}{3} = 2$$

$$K = \frac{3 \cdot 2 - 1}{3 \cdot 2 - 4} + \frac{0,615}{2} = 2,8$$

$$P_{\kappa} = \frac{\pi \cdot 3^3 \cdot 800}{2 \cdot 6 \cdot 2,8} = 2,02 \text{ кН}$$

Максимально допустимая нагрузка для данной пружины составляет 2,02 кН.

Допускаемое сжатие одного витка определяется из равенства работ внешней силы и момента кручения, действующего в сечении пружины, и определяется по формуле:

$$f_1 = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot [\tau]}{G \cdot D_{cp} \cdot K} \text{ Н}, \quad (3.36)$$

где $G = 80$ МПа – модуль сдвига для стали

$$f_1 = \frac{\pi \cdot 3^3 \cdot 800}{80 \cdot 10^6 \cdot 6 \cdot 2,8} = 0,5 \cdot 10^{-4} \text{ КПа}$$

Все условия выполняются.

					ВКР 23.03.03 ИУНФ 00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4. ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.

4.1 Безопасность жизнедеятельности на участке по ремонту топливной аппаратуры

На участке по ремонту топливной аппаратуры должны соблюдаться все требования по охране труда и безопасности жизнедеятельности.

К работам по ремонту топливной аппаратуры допускаются только те лица, которые прошли медицинский осмотр и имеют соответствующее удостоверение на право проведения работ. К выполнению работ по ремонту топливной аппаратуры, карбюраторных двигателей, работающих на этилированном и неэтилированном бензине и на дизельном топливе, женщины, а также мужчины моложе 18 лет, не допускаются.

Слесарь должен быть снабжен всеми инструментами и приспособления для безопасной работы. Запрещается работать на электроприборах и стендах с электропитанием с оголенными проводами.

На участке должна исправно функционировать система вентиляции. При наличии не работающего, незамедлительно сообщить руководству.

Отходы топливо-смазочных материалов после ремонта необходимо утилизировать в соответствии со всеми требованиями безопасности.

Слесарям по ремонту топливной аппаратуры должны выдаваться специальная одежда и обувь, а так же, индивидуальные средства защиты.

При отравлении парами топлива необходимо срочно обратиться к врачу и сообщить о случившемся руководству.

При возникновении пожара или загорания покиньте помещение» доложите руководителю работ и приступите к ликвидации очага загорания имеющимися средствами пожаротушения.

Небольшое пламя горящих нефтепродуктов тушите сухим песком, землей, накройте кошмой, брезентом или используйте пенный огнетушитель, предназначенный для тушения нефтепродуктов.

Тушение водой горящих нефтепродуктов не допускается, так как это приводит к увеличению площади очага загорания.

Основными опасными и вредными производственными факторами являются:

- движущиеся и вращающиеся детали и узлы автомашины;
- острые кромки деталей;
- отлетающие частицы и стружка при разборке и сборке узлов, а также при механической обработке деталей;
- легковоспламеняющиеся жидкости, их пары;
- этилированный бензин;
- горячие поверхности двигателя, системы охлаждения и т.п.;
- отработанные газы в результате сгорания горюче-смазочных материалов;
- столкновение и наезд на людей внутрицеховым транспортом;
- -падающие инструмент, детали, узлы и перевозимые грузы

При окончании работ привести в порядок рабочее место. Инструмент и приспособления протереть и сложить в отведенное для них место.

Сложить в специально отведенном помещении ремонтный фонд топливной аппаратуры.

Использованные обтирочные материалы убрать в металлические ящики с крышками или в безопасное в пожарном отношении место.

Сообщить бригадиру или мастеру о выполненной работе, замеченных недостатках, которые были выявлены в процессе работы.

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

4.2 Охрана окружающей среды

В каждом случае экологического ущерба заражение территории шло по разным сценариям. Образовавшиеся загрязнения соответствуют своему технологическому процессу, например, обогащению золота или угля, но и в этих промышленных циклах есть различия. Поэтому в каждом конкретном случае, прежде чем приступить к работам по ликвидации, придется провести работу не только по инвентаризации горячих точек, но и разработать проект ликвидации ущерба. Нет ответственных

Практика ведения хозяйства в советском государстве не предполагала ликвидацию экологических последствий деятельности предприятий. Приоритетом для страны было развитие промышленности, добыча сырья и обеспечение бесперебойной работы всего производственного комплекса. Создавались хранилища для опасных отходов, но не разрабатывалась система их переработки и нейтрализации. В результате, при распаде СССР предприятия перешли из государственной собственности в частную, но вопрос о том, за чей счет будет устраняться нанесенный природе ущерб, не был решен.

С одной стороны, это может быть обязанностью государства, с другой стороны – бизнес, приобретая в собственность промышленные предприятия, также может быть обязан устранить накопленный экологический ущерб.

Со времени публикации доклада Всемирного банка в 2007 году Россия признала существование проблемы, определила перечень объектов, где необходимо провести работы, начала разрабатывать правовую базу для осуществления этих мероприятий и даже подготовила несколько пилотных проектов по ликвидации загрязнений.

Однако подхода, который бы гарантировал систематический процесс очистки территории страны от прошлого ущерба, пока нет. Как нет и методов ликвидации, которые не нанесут окружающей среде еще больший урон.

4.5 Физическая культура на производстве

Связь физической культуры с трудовой деятельностью прослеживаются во многих аспектах. 1. Любой трудовой процесс имеет фазу вработывания, а при его большой продолжительности и напряженности и фазу снижения работоспособности. Средства физического воспитания ускоряют вработывание, замедляют падение работоспособности и производительное труда, способствуют более быстрому восстановлению утраченной в процесс труда нервно-психической и мышечной энергии.

2. Некоторые современные виды труда характеризуются малой мышечной активностью или локальной нагрузкой на отдельные части тела на отдельные функции организма. Средства физического воспитания позволяют предупредить отклонения в физическом состоянии и развитии, возникающие в силу специфики данного труда.

3. В современном производстве пока еще не исключены факторы и условия, создающие возможность профессиональных заболеваний. Средства физического воспитания выполняют профилактическую функцию и снижают вероятность появления типичных заболеваний и травм.

Ряд видов труда требует специальной физической подготовленности, которая может быть обеспечена только специфическими средствами и методами физической подготовки.

Внедрение физической культуры, таким образом, в научную организацию труда (НОТ) является существенной необходимостью. НОТ предусматривает оптимальное взаимодействие людей и техники в едином производственном процессе с целью повышения производительности труда, на базе укрепления здоровья и всестороннего гармонического физического развития трудящихся.

Непосредственно в рамках трудового процесса физическая культура представлена главным образом производственной гимнастикой, которая в основном имеет три формы: вводная гимнастика, физкультурные паузы и

физкультминуты. Для понимания их сути и отличительных особенностей требуется хотя бы в основных чертах представлять динамику оперативной работоспособности в течение рабочего дня, поскольку смысл всех форм производственной гимнастики заключается прежде всего в оптимальном оперативном управлении динамикой работоспособности, содействии максимальной производительности труда без ущерба для здоровья работающих. Оперативная работоспособность человека, как показали исследования в лабораториях и на производстве, на протяжении рабочего дня претерпевает ряд закономерных последовательных изменений. В типичном случае - при достаточно высоком темпе трудовых действий, значительной напряженности и продолжительности рабочего дня - показатели ее вначале возрастают, затем стабилизируются и в конце снижаются. При этом чередуется три периода (или фазы):

- период вработывания (примерно первые 0,5-1 ч работы), когда на основе «настраивания» регуляторных процессов и активизации функций организма увеличиваются внешние показатели работоспособности, растет производительность труда.
- период стабилизации, когда наблюдаются устойчиво высокие показатели работоспособности.
- период относительного и прогрессирующего снижения оперативной работоспособности (период утомления), когда производительность труда уменьшается.

Представленная динамика оперативной работоспособности в различных условиях трудового процесса видоизменяется. Нередко на фоне утомления (перед обеденным перерывом и в конце рабочего дня) показатели труда временно повышаются. Это явление получило название «конечного порыва» оно возникает в силу мобилизации работающих систем, как своеобразная условно - рефлекторная реакция на момент окончания работы. Также динамика работоспособности зависит от характера производственной деятельности, психической нагрузки, гигиенических условий и т.п.

Вводная гимнастика - организованное, систематическое выполнение специально подобранных физических упражнений перед началом работы с целью быстрее вработывания. Физкультурная пауза - выполнение физических упражнений в период рабочей смены с целью достижения срочного адаптивного отдыха. Физкультминуты - представляют собой кратковременные перерывы в работе от 1 до 3 мин, когда выполняются 2-3 физических упражнения.

5. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

5.1 Себестоимость изготовления приспособления для испытания насос-форсунок Cummins.

Для определения технико-экономических показателей применения разработанного приспособления необходимо рассчитать затраты на изготовление приспособления $C_{ц.кон}$ в руб.

Расчет затрат на изготовление измерительного устройства.

Все расчёты для определения затрат на изготовление установки производим аналогично методике, приведенной в источнике [12].

Затраты на изготовление установки $C_{ц.кон}$ вычисляется по формуле:

$$C_{ц.кон} = C_{к.д} + C_{од} + C_{п.д} + C_{сб.н} + C_{оп.}, \quad (5.1)$$

где $C_{к.д}$ – стоимость изготовления корпусных деталей, руб.;

$C_{од}$ – стоимость изготовления оригинальных деталей, руб.;

$C_{п.д}$ – стоимость покупных деталей, руб.;

$C_{сб.н}$ – полная заработная плата (с начислениями) производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, руб.;

$C_{оп.}$ – общепроизводственные накладные расходы, руб.

Затраты на изготовление оригинальных деталей $C_{од}$ рассчитаем по формуле:

$$C_{од} = C_{пр.н} + C_{мз}, \quad (5.2)$$

где $C_{пр.н}$ – заработная плата производственных рабочих, занятых на изготовлении оригинальных деталей, руб.;

$C_{м}$ – стоимость материала заготовок для изготовления, руб.

Полную заработную плату производственных рабочих $C_{пр.н}$, занятых на изготовлении оригинальных деталей определим по формуле:

$$C_{пр.н} = C_{пр} + C_{д} + C_{соц}, \quad (5.3)$$

где $C_{пр}$ и $C_{д}$ – основная и дополнительная заработная плата

производственных рабочих, руб.;

$C_{соц}$ – начисления по социальному страхованию, руб.

Основную заработную плату производственных рабочих C_{np} определим по формуле:

$$C_{np} = t_{cp} \cdot C_4 \cdot K_{\delta}, \quad (5.4)$$

где t_{cp} – средняя трудоёмкость изготовления отдельных оригинальных деталей, чел-ч.;

C_4 – часовая ставка рабочих, руб.;

K_{δ} – коэффициент, учитывающий доплаты к основной зарплате, равный 1,025...1,030. Принимаем $K_{\delta} = 1,03$.

При изготовлении корпуса измерительного устройства основная заработная плата производственных рабочих C_{np} составит:

$$C_{np} = 2 \cdot 186 \cdot 1,03 = 383 \text{ руб.}$$

При изготовлении второго корпуса измерительного устройства основная заработная плата производственных рабочих C_{np} составит:

$$C_{np} = 2,4 \cdot 186 \cdot 1,03 = 460 \text{ руб.}$$

Расчеты заработной платы рабочих, занятых при изготовлении оставшихся нестандартных деталей установки, производятся аналогично, результаты расчетов приведены в таблице 5.1

Таблица 5.1 Основная заработная плата производственных рабочих

Наименование	Трудоёмкость работ, чел-ч.	Количество	C_{np} , руб.
Корпус передний	2,0	1	383
Корпус плунжера	2,4	1	460,0
Крышка	1,8	1	344
Плунжер	1,6	1	460,0
Сердечник	1,8	1	306,5
Итого			1953,5

Дополнительную заработную плату C_{δ} определим по формуле:

$$C_{\delta} = 3 \dots 12 \cdot \frac{C_{np}}{100}, \quad (5.5)$$

$$C_d = 8 \cdot \frac{1953,5}{100} = 156,3 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию $C_{соц}$ определим по формуле:

$$C_{соц} = R_{соц} \cdot (C_{пр} + C_d) / 100, \quad (5.6)$$

где $R_{соц}$ – процент отчислений на социальное страхование, %. В настоящее время $R_{соц} = 14\%$.

$$C_{соц} = 14 \cdot (1953,3 + 156,3) / 100 = 295,3 \text{ руб.}$$

Тогда полная заработная плата составит:

$$C_{пр.п} = 1953,3 + 156,3 + 295,3 = 2404,9 \text{ руб.}$$

Стоимость материала заготовок $C_{мз}$ для изготовления оригинальных деталей рассчитаем по формуле:

$$C_{мз} = C_3 \cdot Q_3, \quad (5.7)$$

где C_3 – цена 1 кг материала заготовки, руб.;

Q_3 – масса заготовки, кг.

Цена 1 кг материала заготовки (Сталь 45) для изготовления корпуса переднего составляет $C_3 = 60$ руб/кг, $Q_3 = 0,8$ кг.

$$C_{мз} = 60 \cdot 0,8 = 48 \text{ руб.}$$

Цена 1 кг материала заготовки (Сталь 45) для изготовления корпуса плунжера составляет $C_3 = 60$ руб/кг, $Q_3 = 0,9$ кг.

$$C_{мз} = 60 \cdot 0,9 = 54 \text{ руб.}$$

Расчеты стоимости материала заготовок других оригинальных деталей установки производятся аналогично, результаты занесены в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 Стоимость материала заготовок для оригинальных деталей

Наименование	Масса детали, кг	Материал детали	Количество	$C_{мз}$, руб.
Корпус передний	0,8	Сталь 45	1	48
Корпус плунжера	0,9	Сталь 45	1	54
Крышка	0,4	Сталь 45	1	24
Плунжер	0,3	Керамика	1	6
Сердечник	0,20	СЧ 10	1	6
Итого				138

Тогда затраты на изготовление оригинальных деталей C_{od} по формуле (5.2)

составят: $C_{o,d}=2404,9 + 138=2542,9$ руб.

Цены покупных изделий берутся по прейскуранту, к которым относятся: Электромагнитный клапан–5000 руб., Датчик давления – 600 руб., Катушка перемещения индуктивный -800 руб., Сам Вох -60000 руб., Штуцера (2 шт.) – 400 руб.; шланги гидравлические – 2000 р., шланга пневматическая 800 руб., провода с электрическим разъемом -300 руб., блок управления- 10000 руб., пружины(2 шт.)- 200., а также стандартные изделия: болты, винты, шайбы, гайки, прокладки, манжета, стопорное кольцо общая примерная стоимость которых приблизительно составляет 400 руб. Итого 80500 руб.

Полную заработную плату производственных рабочих $C_{сб.н.}$, занятых на сборке конструкции, находим по формуле:

$$C_{сб.н.} = C_{сб.} + C_{д.сб.} + C_{соц.сб.}, \quad (5.8)$$

где $C_{сб}$ и $C_{д.сб}$ – основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих на сборке, руб.;

$C_{соц.сб}$ – начисления по социальному страхованию, руб.

Основную заработную плату рабочих $C_{сб}$, занятых на сборке установки, определим по формуле:

$$C_{сб} = T_{сб} \cdot C_{ч} \cdot k_{д}, \text{ руб.}, \quad (5.9)$$

где $T_{сб}$ – нормативная трудоёмкость сборки, чел-ч.

Нормативную трудоёмкость $T_{сб}$ рассчитаем по формуле:

$$T_{сб} = k_c \cdot \sum t_{сб}, \quad (5.10)$$

где k_c – коэффициент, учитывающий соотношение между полным и оперативным временем сборки, равный 1,08;

$\sum t_{сб}$ - суммарная трудоёмкость сборки составных частей конструкции, чел.-ч.

$$T_{сб} = 1,08 \cdot 1,8 = 1,944 \text{ чел-ч.}$$

$$C_{сб} = 1,944 \cdot 186 \cdot 1,03 = 361,6 \text{ руб.}$$

Дополнительную заработную плату $C_{д.сб}$ находим по формуле:

$$C_{д.сб} = (5 \dots 12) \cdot C_{сб} / 100, \quad (5.11)$$

$$C_{д.сб} = 8 \cdot 361,6 / 100 = 28,9 \text{ руб.}$$

Начисления по социальному страхованию $C_{соц.сб}$ рассчитаем по формуле:

$$C_{соц.сб} = R_{соц} \cdot (C_{сб} + C_{д.сб}) / 100, \quad (5.12)$$

$$C_{соц.сб} = 14 \cdot (361,6 + 28,9) / 100 = 54,7 \text{ руб.}$$

$$C_{сб.н.} = 361,6 + 28,9 + 54,7 = 445,2 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные накладные расходы $C_{он}$ на изготовление определим по формуле:

$$C_{он} = \frac{C'_{np} \cdot R_{он}}{100}, \quad (5.13)$$

где C'_{np} – основная заработная плата рабочих, участвующих в изготовлении установки, руб.;

$R_{он}$ – процент общепроизводственных расходов, равный 15%.

$$C'_{np} = C_{np} + C_{сб}, \quad (5.14)$$

$$C'_{np} = 1953,5 + 361,6 = 2315,1 \text{ руб.}$$

$$C_{он} = \frac{2315,1 \cdot 15}{100} = 347,3 \text{ руб.}$$

Тогда затраты на изготовление конструкции $C_{ц.кон.}$ (себестоимость установки) по формуле (5.1) составят:

$$C_{ц.кон.} = 2542,9 + 80500 + 445,2 + 347,3 = 83835,4 \text{ руб.}$$

Для определения размера капитальных вложений C_M в руб. необходимых для внедрения приспособления, к соответствующим затратам добавляется стоимость монтажа $C_{МОН}$ в руб. конструкции:

$$C_M = C_{ц.кон.} + C_{МОН}, \quad (5.15)$$

$$C_{МОН} = T_{сб} \cdot C_{ч} \cdot K_D, \quad (5.16)$$

где $T_{сб}$ – нормативная трудоемкость сборок конструкции, чел.-час;

$$T_{сб} = K_C \cdot \Sigma t_{сб}, \quad (5.17)$$

где K_C – коэффициент, учитывающий соотношение между полным и оперативным временем сборки и равный 1,08;

Σt_{CB} – суммарная трудоемкость сборки составных частей конструкции, чел.-час.

$$T_{CB} = 1,08 \cdot 1 = 1,08 \text{ чел. час.}$$

$$C_{MOH} = 1,08 \cdot 49,5 \cdot 1,03 = 55,06 \text{ руб.}$$

$$C_M = 83835,4 + 55,06 = 83835,4 \text{ руб.}$$

Таким образом для того чтобы изготовить, собрать и смонтировать измерительное устройство для испытания насос-форсунок Cummins необходимо 83835,4 руб.

5.2 Расчет экономического эффекта

Годовой экономический эффект определяется как разность приведенных затрат по сравниваемым вариантам.

Годовые затраты автотранспортного предприятия на топливо определяются по выражению:

$$П_1 = 0,01 \cdot S \cdot D \cdot C, \quad (5.15)$$

Где S – годовой пробег автомобиля, км;

$D=21$ л/100 км,- расход автомобиля Volvo FL;

$C=25$ руб. – стоимость дизельного топлива.

$$S = B \cdot T \quad (5.16)$$

Где $B=200$ км, - средне суточный пробег автомобиля Volvo FL;

$T=261$ дн. – количество рабочих дней в году.

$S=200 \cdot 261=52200$ км.;

$$П_1 = 0,01 \cdot 52200 \cdot 21 \cdot 25 = 274050 \text{ руб.}$$

Экономический эффект от использования предлагаемого

измерительного устройства достигается за счет снижения расхода топлива двигателя на 3% при точном регулировании насос-форсунки на модернизированном стенде от базового стенда испытанной насос-форсунки

Зная годовые затраты автотранспортного предприятия на топливо при испытании и регулировании насос-форсунки Cummins на базовом стенде, можно рассчитать затраты топлива при использовании модернизированного стенда:

$$P_2 = \frac{97 \cdot P_1}{100} = \frac{97 \cdot 274050}{100} = 265828 \text{ руб.} \quad (5.17)$$

Годовой экономический эффект ΣC определяется по выражению:

$$\Sigma C = P_{31} - P_{32}, \quad (5.20)$$

где P_{31} - затраты при испытании и регулировки насос-форсунки Cummins на базового стенде, руб;

P_{32} - затраты при испытании и регулировки насос-форсунки Cummins на модернизированном стенде, руб.

Подставляя значения, получим:

$$\Sigma C = 274050 - 265828 = 8222 \text{ руб.}$$

Возьмем для автотранспортного предприятия парк за год 10 машин.

Срок окупаемости проекта T (в годах) определяется по выражению:

$$T = \frac{K}{\Sigma C}, \quad (5.21)$$

где K – капитальные вложения, руб.

Подставляя значения, получим

$$T = \frac{8222}{109620} = 0,75 \text{ года.}$$

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В конструктивной части ВКР был модернизирован стенд КИ-15711 с предлагаемым измерительным устройством, который позволит испытывать топливную аппаратуру с более высокой точностью (в частности насос-форсунки Cummins PTD) по разработанной технологии испытаний.

Также были затронуты вопросы безопасности жизнедеятельности при испытаниях и регулировке топливной аппаратуры.

Расчеты показали, что капиталовложения, связанные с модернизацией стенда окупиться по истечению 0,75 года. Экономический эффект от использования предлагаемого измерительного устройства достигается за счет снижения расхода топлива двигателя на 3%, при более точном регулировании ее топливной аппаратуры на модернизированном стенде с разработанным измерительным устройством.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананьин А.Д., Михлин В.М., Габитов И.И., Неговора А.В., Иванов С.А. Диагностика и техническое обслуживание машин: Учебник. – М.: Издательский центр «Академия», – 2008. – 432 с.
2. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т. 3. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 557 с.
3. Бабусенко С. М. Проектирование ремонтных предприятий. – М.: Колос, 1981. – 295 с.
4. Балакин В.И., Еремеев А.Ф., Б.Н. Семенов Б.Н. и др. Топливная аппаратура быстроходных дизелей. – Л.: Изд-во Машиностроение, 1967. – 299 с.
5. Баширов Р.М . Топливные системы для автотракторных дизелей.- Уфа:Гилем, 2005-204с.
6. Булгариев, Г.Г. Методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов и выпускных квалификационных работ (для студентов ИМиТС) /Г.Г. Булгариев, Р.К. Абдрахманов, А.Р. Валиев. – Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2009. – 64 с.
7. Габдрафиков Ф.З Топливные системы автотракторных дизельных двигателей: Учебное пособие. – Уфа: ФГАУ ВПО БашГау, 2007. -195 с.
8. Габитов И.И, Неговора А.В, Грехов Л.В Техническое обслуживание и диагностирование топливной аппаратуры автотракторных дизелей: учебное пособие.- Уфа: Изд-во БГАУ, 2008-240 с.
9. Гражданская оборона на объектах АПК. Дмитриев И. М.- М.: Агропромиздат, 1990.-351с.
10. Дипломное проектирование: Учебно- методическое пособие по специальности «Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе». Под редакцией Хафизова К.А.- Казань.: КГСХА, 2004.-316с. Учебное пособие.
11. Иванов М. Н. Детали машин: Учебник для студентов вузов. – М.: Высш. Шк.,1998. – С. 33-34.
12. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин. Серый Н.С., Смелов А.П., Черкун В.Е.- 4-е изд., перераб. и доп.- М.: Агропромиздат, 1991- 184с.
13. Методические указания к разработке в дипломных проектах раздела «Безопасность и экологичность проекта». Уфа: БГАУ, 2008. 12 с.

14. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта. ОНТП-01-91/РОСАВТОТРАНС – М.: Росавтотранс, 1991. – 89 с.
15. Охрана труда / П.В. Салуянов, Г.Н. Гряник и др.; Под ред. Н.Д.Нагайцева - М: Колос, 1977.
16. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации ППБ-01-93(с изменениями от 25 июля 1995 г., 10 декабря 1997 г., 20 октября 1999 г.) (Приложение 1 к приказу МВД РФ от 14 декабря 1993 г. N 536).
17. Работнов Ю. Н. Сопротивление материалов. – М.: Физматгиз, 1972. – С. 106-109.
18. Ремонт машин ,под редакцией Тельнова Н.Ф.: Агропром-РЗ8 издат, 1992, 560 с: Учебник для студентов вузов.
19. Серый И.С. и др. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин. – М.: Агропромиздат, 1991. – С. 115-121.
20. Справочник инженера по техническому сервису машин и оборудования в АПК.- М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2003.-604с.
21. Текстовые документы. Мудров А.Г.- Казань.: «Школа», 2004.- 144с. Учебное пособие
22. Файнлейб Б.Н. Топливная аппаратура автотракторных дизелей Справочник. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1990. - 352 с.
23. Экологическая безопасность при техническом обслуживании и ремонте автомобильного транспорта. Пахомова В.М., Бунтукова Б.К., Прохоренко Н.Б., Доминова А.И.- Казань.: КГСХА., 2005.- 34с.

СПЕЦИФИКАЦИИ

		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол	Примечание	
Перв. примеч.						Документация			
		A4			ИУНФ 00.00.00 ПЗ	Пояснительная записка			
Справ. №		A1			ИУНФ 04.00.00 СБ	Сборочный чертеж			
						Сборочные единицы			
		A1	1		ИУНФ 05.01.00	Измерительное устройство	1		
Подп. и дата						Детали			
		A3	4		ИУНФ 07.01.05	Стенд для диагностики ТА	1		
Взам. инв. №						Стандартные изделия			
			7			Болт М6х20 ГОСТ 7798-70	5		
Подп. и дата									
			10			Шайба 6 ГОСТ 11371-78	5		
Инв. № подл.									
			11			Шайба 6Н ГОСТ 6402-70	5		
					ВКР 23.03.03.481.18.ИУНФ.06.01.00				
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Лист	Листов
		Разраб.		Маннапов Д.Д.					
		Проб.		Нурмиев А.А.					1
		Н.контр.		Пикциллин Г.В.			Казанский ГАУ каф. ТАиЭУ заочное отделение группа 3451с		
		Утв.		Хафизов К.А.					
Стенд для диагностики топливной аппаратуры с измерительным устройством для насос-форсунок						Формат А4			

Копировал

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание																									
<u>Документация</u>																															
A1			ИУНФ 06.01.00 СБ	Сборочный чертеж																											
<u>Детали</u>																															
A3	1		ИУНФ 06.01.01	Корпус передний	1																										
A4	2		ИУНФ 06.01.01	Штуцер																											
A3	3		ИУНФ 06.01.02	Корпус плунжера	1																										
A4	4		ИУНФ 06.01.03	Крышка	1																										
A4	5		ИУНФ 06.01.04	Поршень	1																										
A4	6		ИУНФ 06.01.05	Толкатель	1																										
ВКР ИУНФ 06.01.00																															
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Изм.</td> <td style="width: 15%;">Лист</td> <td style="width: 20%;">№ докум.</td> <td style="width: 15%;">Подп.</td> <td style="width: 15%;">Дата</td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td></td> <td>Маннапов Д.Д.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td></td> <td>Нурмиев А.А.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td></td> <td>Пикциллинг В.</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td></td> <td>Хафизов К.А.</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>							Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Разраб.		Маннапов Д.Д.			Проб.		Нурмиев А.А.			Н.контр.		Пикциллинг В.			Утв.		Хафизов К.А.		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																											
Разраб.		Маннапов Д.Д.																													
Проб.		Нурмиев А.А.																													
Н.контр.		Пикциллинг В.																													
Утв.		Хафизов К.А.																													
Измерительное устройство для насос-форсунок					Лит.	Лист	Листов																								
					1																										
					Казанский ГАУ каф. ТАиЭУ заочное отделение группа 3451с																										
Копировал					Формат А4																										