



**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 Хуснутдинову Ф.К.

Тема ВКР: ПРОЕКТ ПУНКТА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ  
АВТОМОБИЛЕЙ С РАЗРАБОТКОЙ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ  
ПРЕЦИЗИОННЫХ ПАР

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

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. Аналитическая часть; 2.  
Проектирование пункта технического обслуживания автомобилей; 3.  
Конструкторская часть, 4. Разработка мероприятий по безопасности  
жизнедеятельности и охране окружающей среды; 5. Экономическое  
обоснование

4. Перечень графических материалов: 1. План пункта технического обслуживания автомобилей; 2. Схема испытания прецизионных пар, 3. Сборочный чертеж устройства для испытания прецизионных пар; 4,5 Рабочие чертежи деталей, 6 Порядок проверки форсунок, 7.Экономическое обоснование.

---



---



---



---



---



---



---



---

#### 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 \_\_\_\_\_ (Хуснутдинов Ф.К.)

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ (Нурмиев А.А.)

## **АННОТАЦИЯ**

К выпускной квалификационной работе Хуснутдинова Ф.К. «Проект пункта технического обслуживания автомобилей с разработкой устройства для испытания прецизионных пар».

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 вопроса и обзор существующих конструкций для проверки топливной аппаратуры.

Во втором разделе приведен технологический расчет пункта технического обслуживания автомобилей.

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 Husnutdinov F.K. «The Project of the point of maintenance of cars with the development of a device for testing precision pairs».

The final qualifying work consists of an explanatory note on 63 pages of typewritten text and a graphic part on 7 sheets. The note consists of an introduction, 5 sections, conclusion and includes 11 figures and 6 tables. The list of references contains 23 items.

The first section provides an analysis of the state of the issue and an overview of existing structures for testing fuel equipment.

In the second section technological calculation of point of maintenance of cars is resulted.

The third section provides an analysis of existing structures, a description of the design, carried out structural calculations.

In the fourth section the requirements of labor protection and safety of vital activity in the conditions of operation of equipment with this design are considered and questions of environmental protection are considered.

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

The explanatory note also contains the conclusion, references and specifications.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	10
1.1 Общие сведения технического обслуживания в сельском хозяйстве .....	10
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	18
2.1 Расчет количества ремонтов и технических обслуживаний.....	18
2.2 Определение объёмов ремонтных работ в ПТО.....	19
2.3 Планирование загрузки мастерской .....	21
2.4 Выбор и расчёт организационных режимов.....	22
2.5 Расчёт количества необходимых трудовых кадров.....	25
2.6 Расчёт и подбор ремонтно-технологического оборудования.....	25
2.7 Расчёт производственных площадей.....	26
3. КОНСТРУКТИВНАЯ ЧАСТЬ.....	28
3.1 Обзор существующих конструкций.....	28
3.2 Устройство стенда для испытания форсунок.....	47
3.3 Расчет элементов конструкции .....	50
4. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	54
4.1 Анализ условий труда при работе на автомобиле.....	54
4.2 Расчет параметров безопасности автомобиля .....	55
4.3 Состояние пожарной безопасности на автомобиле.....	58
4.4 Охрана окружающей среды.....	59
4.5 Физическая культура на производстве.....	59
5. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ.....	62
5.1 Экономическое обоснование конструкции .....	62
5.2 Расчет технико-экономических показателей конструкции....	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	67
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	68
СПЕЦИФИКАЦИЯ.....	69

## **ВВЕДЕНИЕ**

Сельское хозяйство - неотъемная отрасль народного хозяйства. Она направлена на обеспечение нужд населения и обеспечением сырьем некоторых отраслей промышленности. Это очень важная отрасль народного хозяйства и она есть в каждой стране мира. Как и в любой другой отрасли промышленности в сельском хозяйстве есть свои проблемы развития отрасли.

В Российской Федерации эксперты агропромышленного бизнеса насчитывают четыре главных проблемы развития сельского хозяйства. Впервых - конечно же, это климат. В Российской Федерации только лишь 30% земель с благоприятным и немного предсказуемым климатом. Неблагополучное влияние климата, же сказывается на урожае, примерно, раз в два-три года.

Второй, не менее важной проблемой сельского хозяйства Российской Федерации является финансирование. Уровень государственной поддержки аграриям намного ниже чем, например, среднеевропейские показатели. И даже те деньги, которые государство уже выделило на поддержку сельского хозяйства, зачастую просто не доходят до сельчан, или же средства используются абсолютно не эффективно.

Третьей проблемой есть устаревшее оборудование на предприятиях и изношенные сельскохозяйственные машины. Фермеры Российской Федерации из-за этой проблемы просто не могут конкурировать со своими западными коллегами. И эта проблема решается только после решения второй проблемы - финансирования.

Четвертая проблема - человеческий фактор. К этой проблемы можно отнести уровень знаний и вопрос управления. Очень важно, что бы руководитель того, или иного предприятия стремился к эффективности его предприятий и с умом относился ко всем вопросам.

Главными факторами развития сельского хозяйства в Российской Федерации являются разнообразие почвенного покрова; в основном равнинный характер территорий; наличие трудовых ресурсов и мощной научной базы; химизация, механизация и автоматизация сельскохозяйственных производств.

Сельское хозяйство как отрасль народного хозяйства очень важна, так как она тесно взаимосвязана с другими отраслями промышленности. К примеру, сахарная, зерноперерабатывающая, молочная и молочно-консервная, плодоовощеконсервная, кондитерская, винодельческая и пивоваренная, легкая — это все те отрасли, которые перерабатывают сырье сельского хозяйства для дальнейшего производства продукции.

Мне кажется, что основная проблема села на сегодняшний день - это его закредитованность и отсутствие финансовых ресурсов, особенно в рамках ВТО и, как ни странно, Таможенного союза. Для всех аграриев Таможенный союз оказался более тяжелым испытанием, нежели ВТО, к которому мы так долго готовились, а Таможенный союз как-то все пропустили незаметно. Хотя он оказался более для нас опасным, и его реалии уже сейчас сказываются на наших сельхозпроизводителях.

Поэтому с учетом всех этих вызовов наша задача обеспечения продовольственной безопасности страны. А это можно достичь лишь благодаря развитию сельского хозяйства.

## **1. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **1.1 Общие сведения технического обслуживания в сельском хозяйстве**

В настоящее время технический сервис в сельском хозяйстве находится на распутье. После долгого кризиса в этой области начинает возрождаться предприятия технического сервиса на частном основе.

В современных условиях рыночной экономики выживают сильнейшие предприятия - те, кто пользуется доверием, заслуженным авторитетом у населения и организаций, и постоянно стремятся усовершенствовать свою работу. Поэтому приоритетными задачами для структур автосервиса будут: улучшение качества обслуживания, освоение дополнительных видов работ и ассортимента товаров, привлечение новых клиентов.

Успех деятельности предприятия технического обслуживания зависит от всестороннего изучения потребностей и потребительской оценки качества выполняемых работ. Современная стратегия развития предприятия предполагает комплексный подход, сочетающий материальные аспекты производства, а также другие менее осязаемые элементы, выходящие за рамки области рациональных мотивов. Речь идет и об оптимизации производственного процесса, и о хорошей рекламе, и о грамотном менеджменте, и о культуре отношений с потребителем. Только стремление к рациональному использованию всех имеющихся в наличии ресурсов, ориентирование на потребителя может привести к запланированным результатам деятельности, что в свою очередь обеспечивает финансовую устойчивость организации на рынке и ее платежеспособность.

С появлением сложной техники проблема обеспечения требуемого уровня ее эксплуатационной надежности стала одной из важнейших. Актуальность ее многократно возросла при переходе сельского хозяйства к комплексной механизации производственных процессов. Академик А.И.Берг отмечал, что "из всех вопросов технического прогресса самым важным вопросом теперь становится проблема надежности". Особо велика

значимость надежности машин в сельском хозяйстве: если в промышленности потери времени из-за пониженной безотказности машин можно в какой-то мере компенсировать в последующей работе, то в сельском хозяйстве, где предметом труда является живая природа, потери времени практически невозможно. Следовательно, каждая приостановка производственного процесса вызывает количественные и качественные потери продукции. Поэтому одновременно с техническим оснащением сельского хозяйства в СССР осуществлялись разработка и внедрение системы технического обслуживания машин.

Первоначальные системы обслуживания были громоздки и сложны. Они насчитывали 6...8, а иногда 11...12 номеров, предусматривали обязательную замену отдельных деталей через определенное время. Но со временем технология обслуживания совершенствовалась и упрощалась. Было убрано требование обязательной замены деталей через определенные сроки, введена кратность сроков проведения разных номеров обслуживания машин. Каждый последующий номер включал все операции предыдущих ступеней.

Первый этап - до 1929 г. Тракторный парк насчитывал около 27 тыс. машин, был разномарочным и состоял в основном из тракторов производства зарубежных фирм. Кадры механизаторов были малоопытны, с низким уровнем технической грамотности. Практически не было инженерных кадров. Ремонтно-обслуживающие воздействия тракторам проводились по потребности.

Второй этап (1929 - 1934 гг.). В сельском хозяйстве появилась техника отечественного производства (Сталинградский и Челябинский заводы). В 1934г. было около 400 тыс. тракторов. Для ремонта, обслуживания и использования техники были созданы машинно-тракторные станции (МТС) и механизированные совхозы. На селе появились новые кадры: трактористы, машинисты, механики, прицепщики. Основной организационной формой использования машин стала бригада. В нее входили бригадир, механик (при наличии в бригаде семи-восьми тракторов), трактористы, прицепщики,

заправщик, учетчик – всего 30...35 человек. Большим достижением этапа следует считать постепенный переход на плановое проведение технических уходов за машинами.

Планово-предупредительная система развивалась в двух направлениях:

1) стремление к жесткой регламентации режимов технического обслуживания без достаточного учета конкретных условий эксплуатации, конструктивных особенностей машин механизмов, деталей без учета его экономической эффективности;

2) сведение технического обслуживания к минимальным, но частым осмотрам в сочетании с ремонтом по потребности.

Такой характер проведения ремонтно-обслуживающих воздействий объясняется общими причинами: недостаточными знаниями об эксплуатационной надежности тракторов, сельхозмашин, слабой технической оснащённостью с.-х.предприятий и МТС, низкой эксплуатационной надежностью машин. Это было и основной причиной введения шести номерной системы ТО тракторов.

Первой работой, посвященной системе технических уходов за сельскохозяйственными машинами, являются

«Правила по уходу за тракторами и их полевому ремонту», опубликованные в 1932 году. Правила были составлены на основе опытно-статистических средних сроков службы деталей и заводских инструкций по эксплуатации отечественных и импортных тракторов. Система технических уходов состояла из восьми ступеней и предполагала принудительную замену деталей.

Третий этап (1935-1952 гг.). В сельском хозяйстве работали около 600 тыс. тракторов и 200 тыс. зерноуборочных комбайнов, в том числе 35 тыс. самоходных. Формировалась инженерная служба, кадры которой для зоны Урала, Сибири, Казахстана готовились в основном в Челябинском институте механизации и электрификации сельского хозяйства. Система обслуживания тракторов предусматривала шесть номеров технических уходов: 1-2 -

ежедневные уходы; 3 - 6 - периодические, проводимые после выработки трактором определенного количества гектаров мягкой пахоты. Сложность системы обслуживания стала причиной несвоевременного и неполного выполнения техуходов, нарушения периодичности проведения их главных операций.

Четвертый этап (1952-1964 гг.) характеризуется практически полной заменой тракторного и комбайнового парка новыми, более сложными по конструкции тракторами и самоходными комбайнами, оснащенными гидравликой, позволяющей одному водителю управлять прицепными и навесными машинами. Количество тракторов в этот период возросло до 1122 тыс., комбайнов — до 500 тыс., грузовых автомобилей было 800 тыс., сельскохозяйственных машин — более 4000 тыс. Наметилась тенденция сокращения количества обслуживающего персонала, особенно за счет сокращения прицепщиков.

В 1952 г. Министерство сельского хозяйства СССР ввело четырех номерную систему технического обслуживания, которая просуществовала до 1961 года, когда была введена двух номерная система технических уходов, действовавшая до 1965 г. В конце этого периода произошла реорганизация МТС. Машинно-тракторный парк был передан колхозам и совхозам. На базе МТС была создана «Сельхозтехника», в обязанности которой входило комплексное обслуживание машинного парка колхозов и совхозов на договорной основе. Принципиально важно, что с этого момента в лице «Сельхозтехники» появилось предприятие, где машины стали предметом, а не средством труда, как было при МТС. Появились противоречия: «Сельхозтехника» была заинтересована в проведении как можно больше дорогих ремонтов, мало отвечая за безотказность их при работе.

Для совхозов и колхозов машинно-тракторный парк был средством производства как можно большего количества продукции с как можно меньшей себестоимостью и удельной трудоемкостью. При разработке Правил техухода за тракторами и самоходными шасси 1964 года были

использованы результаты научных исследований ГОСНИТИ, машиноиспытательных станций и опорных пунктов. Однако этих исследований было выполнено мало, а применяемые методы определения периодичности техуходов ничем не отличались от прежних. Первая попытка научно обосновать рациональный метод построения систем технического ухода за тракторами сельскохозяйственного назначения была сделана Г.В. Веденяпиным в 1955 г., до настоящего времени эта работа остается наиболее важной в области технического обслуживания машин. А.М. Плаксиным впервые была разработана классификация систем технического обслуживания. В качестве главного признака, положенного в основу классификации, был принят признак обязательности применения операций определенной качественной направленности. В связи с этим все операции технического ухода отнесены к двум группам:

- а) операции смены узлов и деталей;
- б) операции, не связанные со сменой узлов (очистка, смазка, проверка состояния и регулировка механизмов, крепежные работы).

Системы технического ухода были разделены на три класса:

- 1) система с обязательной периодической сменой узлов;
- 2) система с обязательным периодическим проведением операций второй группы;
- 3) системы с обязательным периодическим применением обеих групп операций (смешанные).

Пятый этап - 1965-1984 гг. Произошло практически двойное переоснащение машинно-тракторного парка. Первое десятилетие эксплуатировались тракторы К-700, Т-4, ДТ-75, МТЗ-80, комбайны СК-3, СК-4, СКД-5. Во втором десятилетии основу тракторного парка (более 2,5 млн. шт.) составили К-701, К-700А, Т-4А, ДТ-75М, МТЗ-80, Т-150К, комбайнового (около 860 тыс.) -СКД-5,СКД-6, СК-5, СК-6.

Новые правила технического обслуживания тракторов, включающие трехномерную систему (ТО-1, ТО-2, ТО-3), были введены с 1 января 1965 г.

В них установлена единая периодичность для всех типов и марок тракторов, для всех зон страны (с некоторыми поправками по периодичности замены ряда составных частей - гусениц, резины и других). Все предыдущие системы технических уходов имели ряд крупных недостатков: проведение уходов возлагалось на трактористов, ежесменные обслуживания были громоздкими. Новая система технического обслуживания предусматривала выполнение операций по обслуживанию в определенные сроки, а ремонт машин - по потребности, в зависимости от технического состояния и установленных межремонтных сроков. Кроме номерных технических уходов, предусматривается проведение сезонного обслуживания, связанного с подготовкой тракторов к зимней и летней эксплуатации.

Однако трех номерная система сама по себе мало, что изменила бы в вопросе обеспечения надежности машин, если бы новые правила не предусматривали организацию специализированного технического обслуживания мастерами-наладчиками. Резкое уменьшение персонала, обслуживающего агрегаты, относительное уменьшение механизаторов (соотношение между численностью механизаторов и энергетических мобильных машин - тракторов, комбайнов, автомобилей), рост конструктивной сложности машин (в 1,5...3,0 раза увеличилось количество регулировок, точек смазки, очистки и др.), повышенная требовательность и чувствительность механизмов машин к качеству ТО и точности регулировок обусловили обязательное высококвалифицированное обслуживание. Это могут обеспечить только специалисты, имеющие необходимое технологическое оборудование, стационарные и передвижные посты для технического обслуживания машин. Внедрение такой службы в хозяйствах показало высокую их эффективность. Но повсеместного внедрения специализированного технического обслуживания тракторов в полном объеме по различным субъективным и объективным причинам не произошло и до настоящего времени.

В 1981 г. был принят ГОСТ 20793-81 на техническое обслуживание, где предусматривалось проведение технических обслуживания тракторам периодичностью: ТО-1 через 125 мото-ч; ТО-2 через 500 и ТО-3 через 1000 мото-ч.

Шестой этап - с 1984 г. по настоящее время. Предыдущие системы технического обслуживания регламентировали в основном содержание обслуживания тракторов, комбайнов, автомобилей, сложных сельхозмашин.

Основное достоинство системы планово предупредительных работ ППРЭСх — ее плановость, она устанавливает следующие виды обслуживания и ремонтов.

Техническое обслуживание — комплекс работ для поддержания исправного состояния и работоспособности электрооборудования в процессе эксплуатации. Техническое обслуживание подразделяется на два вида: производственное и межремонтное. Производственное техническое обслуживание осуществляют в процессе эксплуатации персонал, обслуживающий рабочие машины, и дежурные электромонтеры. При этом очищают оборудование от пыли и грязи, регулируют крепления и т. п. Электромонтеры контролируют выполнение, производственными рабочими правил эксплуатации оборудования и при необходимости проверяют и регулируют электрооборудование, осматривают его и устраняют обнаруженные мелкие неисправности.

Межремонтное техническое обслуживание (ТО) выполняют электромонтеры электротехнической службы. В объем ТО входят операции производственного технического обслуживания, а также проверка заземления, степени нагрева (корпус, контактные кольца, подшипники), отсутствия ненормальных шумов при работе, центровки привода, работы и при необходимости регулировка электрооборудования и его пускозащитной аппаратуры, измерительных приборов, выявление и устранение мелких неисправностей.

Текущий ремонт (ТР) — основной профилактический вид ремонта, обеспечивающий долговечность и безотказность работы электрооборудования. Путем чистки, проверки, замены быстроизнашивающихся частей и наладки оборудование поддерживают в работоспособном состоянии до следующего планового ремонта. В объем ТР электрических машин входят операции ТО, демонтаж, транспортировка, дефектация, разборка электрооборудования и его ремонт, кроме ремонта базовых узлов (обмотки, активная сталь и т. п.).

Капитальный ремонт (КР) — наиболее сложный и полный по объему вид ремонта. При этом электрооборудование полностью разбирают, ремонтируют, включая базовые узлы, например обмотки машин и аппаратов, при необходимости модернизируют с целью повышения эксплуатационной надежности электрооборудования.

Ремонтные мастерские официальных дилеров в России, специализируются на одной или нескольких марках автомобилей, что способствует улучшению качества обслуживания и так же увеличению затрат на приобретение узко специализированных приспособлений. Но в связи с тем, что в штат таких мастерских, редко набирают мастеров высшего класса дороговизной обслуживания, сохраняется система частных сервисов которые являются более универсальными. И специально для частных сервисов производится необходимое универсальное оборудование, которое помогает обслуживать и ремонтировать любую машину.

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 2.1 Расчет количества ремонтов и технических обслуживаний.

Количество работ по техническому обслуживанию и ремонту производится с учетом наработки на каждый объект отдельно на расчетный период времени.

Определение количества ремонтов и технических обслуживаний для тракторов

В большинстве случаев наработка от последнего (предыдущего) ремонта неизвестна.

В этом случае количество ремонтов и ТО [3] определяют по упрощенным формулам:

$$\begin{aligned} n_{кр} &= \frac{Q_{\Pi} \times N_{\text{м}}}{q_{кр}}; \\ n_{тр} &= \frac{Q_{\Pi} \times N_{\text{м}}}{q_{тр}} - n_{кр}; \\ n_{\text{ТО-3}} &= \frac{Q_{\Pi} \times N_{\text{м}}}{q_{\text{ТО-3}}} - n_{кр} - n_{тр}; \end{aligned} \quad (2.1, 2.2, 2.3)$$

где  $Q_{\Pi}$  – планируемая ожидаемая среднегодовая наработка на один трактор, у.э.га;

$q_{кр}$ ,  $q_{тр}$ ,  $q_{\text{то-3}}$  – соответственно периодичность проведения ремонтных и обслуживающих работ;

$N_{\text{м}}$  – годовая программа, шт.

При ориентировочных расчетах для автомобилей количество ремонтов и технических обслуживаний [3] производят по формулам:

$$\begin{aligned} n_{кр} &= \frac{Q_{\Pi} \times N_{\text{м}}}{q_{кр}}; \\ n_{\text{ТО-2}} &= \frac{Q_{\Pi} \times N_{\text{м}}}{q_{\text{ТО-2}}} - n_{кр}, \end{aligned} \quad (2.4, 2.5)$$

где  $Q_{\Pi}$  – планируемый среднегодовой пробег автомобиля, км;

$Q_{\text{ТО-2}}$  – периодичность проведения технического обслуживания номер два, км.

Для автомобилей количество текущих ремонтов не планируется, а определяется сразу общая годовая трудоемкость [3] по формуле:

$$T_{TP} = \frac{Q_{II} \cdot N_M \cdot t_T}{1000}, \quad (2.6)$$

где  $t_T$  – удельная суммарная трудоемкость, чел·ч / 1000 км.

Число капитальных ремонтов технических обслуживаний и годовая трудоемкость приведена в таблице 2.1.

Для простых сельскохозяйственных машин планируют проведение ежегодных текущих ремонтов [3] по формуле:

$$n_{TP} = M \cdot R_{OXJ}, \quad (2.7)$$

где  $M$  – среднегодовое списочное количество плугов или сеялок, шт;

$R_{OXJ}$  – коэффициент охвата текущим ремонтом плугов или сеялок.

$R_{OXJ} = 0,80$ .

Числовые значения приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1- Количество ремонтов и технических обслуживаний и их трудоемкость.

Марка машины	Количество КР, шт.	Количество ТР, шт.	Количество ТО, шт.	Общая трудоемкость КР, чел.*час	Общая трудоемкость ТР, чел.*час	Общая трудоемкость ТО, чел.*час
ДТ-75М	10	2	7	11476	12710	1278
МТЗ-82	15	8	15	12170	12420	1438
ДОН-1500А	8	3	-	1600	11200	-
КамАЗ	7	-	-	11530	15100	-
ГАЗ	6	-	-	11520	15100	-

## 2.2 Определение объемов ремонтных работ в ПТО

Объем основных работ в ЦРМ [3] выражается трудоемкостью:

$$T_{осн} = T_{тр} + T_{авт} + T_{ком} + T_{схм} \quad (2.8)$$

где  $T_{тр}$ ,  $T_{авт}$ ,  $T_{ком}$ ,  $T_{схм}$  – соответственно годовая трудоёмкость  
ремонта и ТО тракторов, автомобилей, комбайнов и СХМ чел. – час.;

Годовая трудоёмкость объектов ремонта тракторов, автомобилей, комбайнов, СХМ [3] определяются по выражению:

$$T_o = T_i \cdot n_i, \quad (2.9)$$

где  $T_i$  – трудоёмкость одного текущего ремонта или  
ТО трактора, автомобиля, СХМ, комбайнов, чел. – час.;

$n_i$  – количество ремонтов или соответствующего ТО  
тракторов, автомобилей, комбайнов, СХМ, чел. – час.

Для тракторов полная трудоёмкость [3] равна:

$$T_{тр} = T_{кр} \cdot n_{кр} + T_{тр} \cdot n_{тр} + T_{то} \cdot n_{то} \quad (2.10)$$

Для автомобилей годовая трудоёмкость [3] равна:

$$T_{авт} = T_{кр} \cdot n_{кр} + T_{тр.а} \cdot n_{тр} + T_{то} \cdot n_{то} \dots\dots\dots(2.11)$$

где  $T_{тр.а}$  – трудоёмкость годового текущего ремонта  
автомобилей, определяется на каждые 1000 км пробега, чел. – час.

Для комбайнов годовая трудоёмкость [3] равна:

$$T_{ком} = T_{кр} \cdot n_{кр} + T_{тр.а} \cdot n_{тр} + T_{то} \cdot n_{то} \quad (2.12)$$

Для СХМ годовая трудоёмкость [3] определяется:

$$T_{схм} = T_{пл} + T_c \quad (2.13)$$

$$T_{пл} = 1,1 \cdot T_{тр} \cdot n_{тр}, \quad (2.14)$$

$$T_c = 1,1 \cdot T_{тр} \cdot n_{тр} \quad (2.15)$$

Годовая трудоёмкость капитальных ремонтов равна:

$$\sum T_{кр} = 7301 \text{ чел.} \cdot \text{ч};$$

Годовая трудоёмкость текущих ремонтов равна:

$$\sum T_{тр} = 14520 \text{ чел.} \cdot \text{ч};$$

Годовая трудоёмкость проведения ТО равна:

$$\sum T_{то} = 702 \text{ чел.} \cdot \text{ч};$$

### Определение трудоемкости ремонтных работ

Трудоемкость ремонтных работ [3] определяется как сумма суммарных трудоемкостей по всем видам работ и ТО:

$$\sum T_{\text{рем. раб.}} = \sum T_{\text{кр}} + \sum T_{\text{тр}} + \sum T_{\text{то}} \quad (2.16)$$

$$\sum T_{\text{рем. раб.}} = 7301 + 14520 + 702 = 23023 \text{ чел} \cdot \text{час}$$

Объем дополнительных работ определяется как процент от общего объема ремонтных работ  $\sum T_{\text{рем. раб.}}$ .

Определение общей годовой трудоемкости ремонтной мастерской [3]:

$$\sum T_{\text{общ}} = \sum T_{\text{рем. раб}} + \sum T_{\text{доп. раб}} \quad (2.17)$$

$$T_{\text{общ}} = 23023 + 7238 = 30261 \text{ чел} \cdot \text{ч.}$$

### 2.3 Планирование загрузки мастерской

Для планирования загрузки мастерской можно воспользоваться графическим и табличным способами.

При составлении плана-графика ремонтов их необходимо распределить по отдельным видам работ. такое решение данной проблемы приведена в таблице 2.2, где приводятся распределительные данные в процентах.

По оси ординат откладывается явочное количество производственных рабочих [3], которое определяется как частное от деления планируемой трудоемкости в данном месяце на номинальный фонд времени этого месяца:

$$P = \frac{T_M}{\Phi_M}, \quad (2.18)$$

где  $T_M$  – трудоемкость за конкретный месяц, чел·ч;

$\Phi_M$  – номинальный фонд времени мастерской за этот же месяц, ч.

Все данные берутся из справочника.

Среднегодовое количество рабочих по отдельным видам работ и в целом по мастерской [3] определяется по формуле:

$$P_{\text{ср}} = \frac{T_{\text{год}}}{\Phi_{\text{год}}}, \quad (2.19)$$

где  $T_{год}$  – трудоемкость годовая поотдельным видам работ или в целом по мастерской, чел·ч;

$\Phi_{год}$  – годовой фонд времени мастерской, ч.

$$P_{cp} = \frac{30261}{1976} = 15.31 \text{ чел.}, \text{ принимаем } P_{cp} = 16 \text{ чел.}$$

Таблица 2.2- Распределение трудоемкости работ по отделениям ремонтной мастерской в процентах.

Наименование машин или вид работ	Станочные			Слесарные			Кузнечные			Сварочные			Малярные			Жестяночные		
	КР	ТР	ТО	КР	ТР	ТО	КР	ТР	ТО	КР	ТР	ТО	КР	ТР	ТО	КР	ТР	ТО
ДТ – 75М	5	5	5	2,5	2,5	77	7	7	3	2,5	2,5	3	1,5	1,5	-	1,5	1,5	-
МТЗ-82	5	5	5	2,5	2,5	77	7	7	3	2,5	2,5	3	1,5	1,5	-	1,5	1,5	-
ДОН-1500А	10	10	15	69	69	77	3	3	3	4	4	3	8	8	-	6	6	-
КАМАЗ-	15	15	15	62	62	77	5	5	3	3	3	3	10	10	-	5	5	-
ГАЗ	15	15	15	62	62	77	5	5	3	3	3	3	10	10	-	5	5	-
Изготовление запасных частей	80			10			5			5			-			-		
Ремонт собственного оборудования	20			71			4			3			-			-		
Ремонт и изготовление инструментов и приспособлений	30			60			5			5			-			-		

Степень неравномерности загрузки мастерской по отдельным видам работ [3] оценивают по формуле:

$$\Delta P = \frac{P_{MAX} - P_{MIN}}{P_{CP}} \cdot 100\%, \quad (2.20)$$

где  $\Delta P$  – показатель неравномерности загрузки, %;

$P_{MAX}$ ,  $P_{MIN}$ ,  $P_{CP}$  – соответственно максимальное, минимальное и среднее количество рабочих, определяемое из графика загрузки мастерской.

При не превышении этой величины 20% , считается, что график составлен удовлетворительно, и в этом случае не придётся в течение года принимать и увольнять рабочих из-за неравномерной загрузки мастерской.

$$\Delta P = \frac{17.9 - 14.8}{15.31} \cdot 100\% = 20\%.$$

Следовательно, график составлен удовлетворительно.

## 2.4 Выбор и расчёт организационных режимов

Расчет фондов времени

Номинальный фонд времени [3] определяется по формуле:

$$\Phi_H = D_p \cdot t_{CM} \quad , \quad (2.21)$$

где  $\Phi_H$  – номинальный годовой фонд времени работы, ч;

$D_p$  – количество рабочих дней в году при пятидневной неделе 253 дня ;

$t_{CM}$  – продолжительность смены, ч (при пятидневной неделе  $t_{CM} = 8$  ч).

$$\Phi_H = 247 \cdot 8 = 1976 \text{ ч}$$

Действительный годовой фонд времени рабочего [3] определяют по формуле:

$$\Phi_{op} = (\Phi_H - K_o \cdot t_{CM}) \cdot h_p, \quad (2.22)$$

где  $K_o$  – общее число рабочих дней отпуска;

$h_p$  – коэффициент потерь рабочего времени.

Значения  $K_o$  и  $\eta_p$  приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3- Значения  $K_o$  и  $\eta_p$

Категория специальности	Специальность рабочего	$K_o$ , дней	$\eta_p$	$\Phi_{д.р.}$ , ч
I	Кузнец, медник, электрогазосварщик, аккумуляторщик, маляр	24	0,88	1570
II	Мойщик, вулканизаторщик, гальваник, испытатель	24	0,89	1588
III	Слесарь, токарь, плотник	24	0,9	1606

Действительный годовой фонд времени оборудования [3] определяется по формуле:

$$\Phi_{до} = \Phi_H \cdot h_o \cdot n_c, \quad (2.23)$$

где  $n_c$  – число смен;

$h_o$  – коэффициент использования оборудования (при односменной работе

$h_o = 0,97 \dots 0,98$ ).

$$\Phi_{до} = 1976 \cdot 0,98 \cdot 1 = 1936,48 \text{ ч.}$$

Определение такта ремонта.

Одним из основных параметров производственного процесса ремонта

машин является такт ремонта.

Общий такт ремонта [3] определяют по формуле:

$$\tau = \frac{\Phi_H}{N_{PP}}, \quad (2.24)$$

где  $\Phi_H$  – годовой фонд времени мастерской, ч;

$N_{PP}$  – программа мастерской в приведенных ремонтах.

Поскольку в ремонтных мастерских общего назначения ремонтируются машины разных марок, следует привести весь объем ремонтных работ к одной марке [3], преобладающей в программе (МТЗ):

$$N_{PP} = \frac{T_{ОБЩ}}{T_{МТЗ}}, \quad (2.25)$$

где  $T_{ОБЩ}$  – общая трудоемкость помастерской, чел.·ч;

$T_{МТЗ-82}$  – трудоемкость ремонта той марки машины, к которой приводит вся программа, чел. – ч.

$$N_{PP} = \frac{30261}{310} = 98$$

Отсюда,

$$\tau = \frac{1976}{98} = 20.1 \text{ ч.}$$

Определение фронта ремонта

Расчетное количество рабочих на каждом рабочем месте [3] определяется по формуле:

$$P_{p.m.} = \frac{T_{p.m.}}{\tau}, \quad (2.26)$$

где  $T_{p.m.}$  – трудоёмкость работ на определенном рабочем месте, чел. – час.

Загрузка рабочего составит:

$$Z_p = \frac{P_{p.m.}}{P_{np}} \cdot 100\%, \quad (2.27)$$

где  $P_{p.m}$  – расчетное количество рабочих, чел.,

$P_{пр}$  – принятое количество рабочих, чел.

Общая продолжительность времени ремонтного цикла  $t$  с учетом времени на контроль, транспортирование и прочее [3] составит:

$$t = 1,10 \dots 1,15 \cdot t_{ц}, \quad (2.28)$$

Число объектов одновременно находящихся в ремонте [3] определяется по формуле:

$$f = \frac{t}{\tau}, \quad (2.29)$$

при составлении графика ремонтного цикла нужно по возможности стремиться к минимальному значению длительности ремонтного цикла.

$$f = \frac{88 \cdot 1,15}{20,1} = 5.$$

Принимаем фронт ремонта равный 5.

## 2.5 Расчёт количества необходимых трудовых кадров

Списочное число основных производственных рабочих по участкам [3] определяют по формуле:

$$P_{уч}^{сп} = \frac{T_{уч}}{\Phi_{д.р.} \cdot K}, \quad (2.30)$$

где  $T_{уч}$  – трудоемкость работ по участку или рабочему месту, чел. · ч;

$\Phi_{д.р.}$  – действительный фонд времени рабочего, ч;

$K$  – коэффициент перевыполнения норм выработки, равный 1,05...1,15.

Численность вспомогательных рабочих принимают в размере 10...15% численности основных производственных рабочих.

Принимаем количество ИТР 3 человек, МОП-1, слесарей 2, токаря 1, жестянщик 1, сварщик 2.

## 2.6 Расчёт и подбор ремонтно-технологического оборудования

Количество металлорежущих станков [3] определяется по формуле:

$$S_{см} = \frac{T_{см} \cdot K_n}{\Phi_{д.о.} \cdot \eta_3}, \quad (2.31)$$

где  $T_{cm}$  – годовая трудоемкость станочных работ, ч;

$K_n$  – коэффициент неравномерности загрузки предприятия, равный 1,0...1,3;

$\Phi_{d.o.}$  – действительный фонд времени станка, ч;

$\eta_z$  – коэффициент загрузки станка, равный 0,85...0,90.

$$S_{cm} = \frac{5587 \cdot 1,1}{1897 \cdot 0,86} = 3,12.$$

В целесообразности принимаем количество станков = 5.

Число моечных машин [3] определяют по формуле:

$$S_m = \frac{Q}{\Phi_{d.o.} \cdot q \cdot \eta_m \cdot \eta_t}, \quad (2.32)$$

где  $Q$  – общая масса деталей, подлежащих мойке за планируемый период, т;

$q$  – производительность моечной машины, т / ч;

$\eta_m$  – коэффициент загрузки моечной машины по массе, равный 0,6...0,8;

$\eta_t$  – коэффициент использования моечной машины по времени, равный 0,8...0,9.

Количество стендов для обкатки двигателей [3] определяют по формуле:

$$S_{об} = \frac{N_d \cdot t_u \cdot c}{\Phi_{d.o.} \cdot \eta_u}, \quad (2.33)$$

где  $N_d$  – годовая программа ремонта двигателей, ед.  $N_d = 25$  шт.;

$t_u$  – продолжительность обкатки и испытания одного двигателя, ч,

$t_m = 11,5$  ч;

$c$  – коэффициент повторности обкатки, равный 1,15;

$\eta_u$  – коэффициент использования стендов, равный 0,95.

$$S_{об} = \frac{25 \cdot 11,5 \cdot 1,15}{1952 \cdot 0,95} = 0,17.$$

Принимаем количество стендов – 1 шт.

## 2.7 Расчёт производственных площадей

Расчет производственных площадей участков мойки, разборочно-моечного, сборки, окраски, технической диагностики машин [4] проводится по формуле:

$$F_{\text{уч}} = (F_{\text{об}} + F_{\text{м}}) \cdot \sigma, \quad (2.34)$$

где  $F_{\text{об}}$ ,  $F_{\text{м}}$  – площади, занимаемые оборудованием и машинами,  $\text{м}^2$ ;  
 $\sigma$  – коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы.

Площади остальных участков [4] рассчитывают по формуле:

$$F_{\text{уч}} = F_{\text{об}} \cdot \sigma \quad (2.35)$$

Площади складов материалов и запасных частей [4] рассчитывают исходя из количества материалов и запасных частей, подлежащих хранению на них, по формуле:

$$Q = \frac{Q_r \cdot t_m}{12}, \quad (2.36)$$

где  $Q_r$  – годовая потребность ремонтного предприятия в материалах и запасных частях, т.;

$t_m$  – срок хранения материалов и запасных частей, мес.

Площади этих складов [4] рассчитывают по формуле:

$$F = \frac{Q}{q_n \cdot k_n}, \quad (2.37)$$

где  $q_n$  – допустимая нагрузка на  $1 \text{ м}^2$  площади склада, равная  $0,5 \dots 2,0 \text{ т.}$ ;

$k_n$  – коэффициент, учитывающий увеличение площади за счет разрывов и проходов, равный  $0,3$ .

Определяем площадь склада материалов и запасных частей:

$$Q_{\text{мат.}} = \frac{(0,075 \cdot (7 \cdot 5,5 + 12,3 + 13 \cdot 5,92) + (15 \cdot 4,3 + 17 \cdot 2,9) \cdot 0,125) \cdot 2}{12} = 3,6$$

$$Q_{\text{мат}} = \frac{0,2 \cdot (7 \cdot 5,5 + 12 \cdot 3 + 13 \cdot 5,92 + 15 \cdot 4,3 + 17 \cdot 2,9) \cdot 2}{12} = 7,24.$$

$$\Sigma Q = 3,6 + 7,24 = 10,84.$$

Определяем площадь складов:

$$F = \frac{11,74}{1,5 \cdot 0,29} = 23,4 \text{ м}^2$$

### 3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

#### 3.1 Обзор существующих конструкций

Техническое состояние плунжерных пар и пар нагнетательных клапанов проверяют на двигателе при помощи приспособления КИ-4802. (рис 3.1) Оно состоит из корпуса 3 с рукояткой 4, внутри которой размещен предохранительный клапан топливопровода 2 высокого давления и манометра со шкалой до 40 МПа. Предохранительный клапан приспособления проверяют и регулируют в мастерской на приборе КИ-562 так, чтобы он открывался при давлении 30...32 МПа. Топливопровод 2 прибора поочередно присоединяют к штуцеру высокого давления проверяемой секции топливного насоса и включают подачу топлива. Прокручивая коленчатый вал двигателя пусковым устройством, следят за положением стрелки манометра.

Если манометр показывает давление менее 25 МПа в двигателе с разделенными камерами сгорания или менее 30 МПа в двигателе с непосредственным впрыском, то плунжерные пары изношены и требуют замены.

Затем проверяют состояние нагнетательного клапана. Прекратив прокручивание вала, секундомером 5 измеряют время падения давления по манометру от 15 до 10 МПа. Если оно составляет менее 10 с, нагнетательный клапан необходимо заменить. Если при проверке в топливном насосе оказались изношенными хотя бы одна плунжерная пара или один нагнетательный клапан, то такой насос подлежит замене или ремонту.

Универсальное приспособление КИ-16301А позволяет определять состояние прецизионных пар топливного насоса, форсунок, давление в главной масляной магистрали двигателя и загрязненность основного фильтра

					ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00.00 ПЗ		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		Хуснутдинов			<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Нурмиев А.А.					
<i>Реценз.</i>					Казанский ГАУ каф. ТАиЭУ		
<i>Н. контр.</i>		Пикмуллин Г.В.					
<i>Утв.</i>		Хафизов К.А.					



Для создания испытательного давления необходимо привести плунжер при помощи приводной ручки в возвратно-поступательное движение со скоростью 30-40 качков в минуту. При этом под действием разрежения топливо из резервуара по трубке поступает в полость плунжерной пары и через нагнетательный клапан поступает к переходнику.

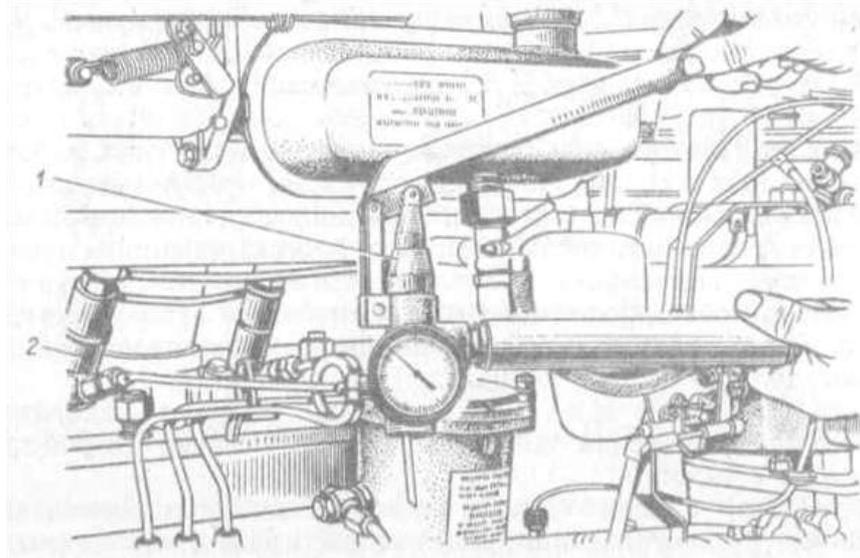


Рисунок 3.2 – проверка форсунок с помощью КИ-16301А



Рисунок 3.3- Универсальное приспособление КИ-16301М

Форсунки, устанавливаемые на один дизель, должны иметь одинаковое давление начала впрыска, а также величину подъема иглы распылителя, качество распыла и производительность. В противном случае цилиндры дизеля будут работать неравномерно, т. е. мощность, вырабатываемая

					ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

отдельными цилиндрами, не будет одинаковой. Последнее приводит к неравномерной работе дизеля, быстрому его износу, падению мощности и ухудшению экономичности. Поэтому при проверке форсунки комплектуют по одинаковым показателям.

Производительность форсунки характеризуется количеством топлива, впрыснутого в атмосферу (в мерный сосуд), при ее работе от одной секции насоса, который отрегулирован на полную подачу и работает на скоростном режиме, соответствующем максимальной мощности двигателя.

Производительность зависит от: давления впрыска, величины подъема иглы, диаметра отверстия и штифта иглы распылителя. Поэтому перед проверкой производительности форсунку регулируют на давление начала впрыска, на величину подъема иглы и, если необходимо, тщательно промывают и очищают.

Производительность форсунки определяют замером расхода топлива на специальном регулировочном стенде СДТА-1 или на стенде КО-1608 с, действующим топливным насосом, затем сравнивают производительности испытываемой и эталонной форсунок. Допускается отклонение производительности проверяемой форсунки от эталонной на 1 — 1,5%. При большем отклонении пару распылитель — игла заменяют, если невозможно восстановить нормальную производительность промывкой, очисткой (в частности, для форсунки дизеля КДМ-100), регулировкой величины подъема иглы (0,20—0,25 мм).

Производительность эталонной форсунки устанавливают, исходя из номинальной производительности насосного элемента, данной в таблице 9.

Проверка и регулировка топливных насосов. В топливных насосах регулируют:

1. момент начала действия регулятора;
2. максимальную подачу и равномерность подачи топлива секциями насоса;
3. подачу топлива на минимальных оборотах вала насоса;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

4. момент начала впрыска;
5. ограничение разносных оборотов.

Помимо перечисленных регулировок, у топливного насоса проверяют: давление нагнетания топлива в магистрали низкого давления, герметичность пар плунжер — гильза и обратный клапан — седло, гидравлическое сопротивление топливопроводов высокого давления и производительность подкачивающего насоса (помпы). Все эти проверочные и регулировочные операции проводят в строго определенной последовательности. Но на практике часто возникает необходимость повторения одной или нескольких регулировочных операций. Это объясняется тем, что изменение одной регулировки вызывает необходимость в дополнительном корректировании другой. Важной заключительной операцией по проверке и регулировке топливной аппаратуры является установка топливного насоса на двигатель, включая связанные с этим проверочные, а иногда и регулировочные операции.

Техника проверки и регулирования топливных насосов типа ТП-8,5ХЮ и насосов дизеля КДМ-100 различна. Двух плунжерные топливные насосы 2ТН-8,5Х10, представляющие собой двухсекционную модель насоса 4ТН-8,5Х10, а также насосы типа ТН-8,5ХЮ проверяют и регулируют аналогично. Поэтому отдельно рассматривается техника проверки и регулировки насосов 4ТН-8,5ХЮ и насосов дизеля КДМ-100. Кроме того, отдельно поясняются особенности проверки, регулировки, а также установки на дизель других насосов и их регуляторов.

Лабораторию для проверки и регулировки топливной аппаратуры оборудуют специальными приборами и стендами. Рассмотрим вначале устройство и действие основного оборудования лаборатории, используемого при регулировке насосов.

					ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

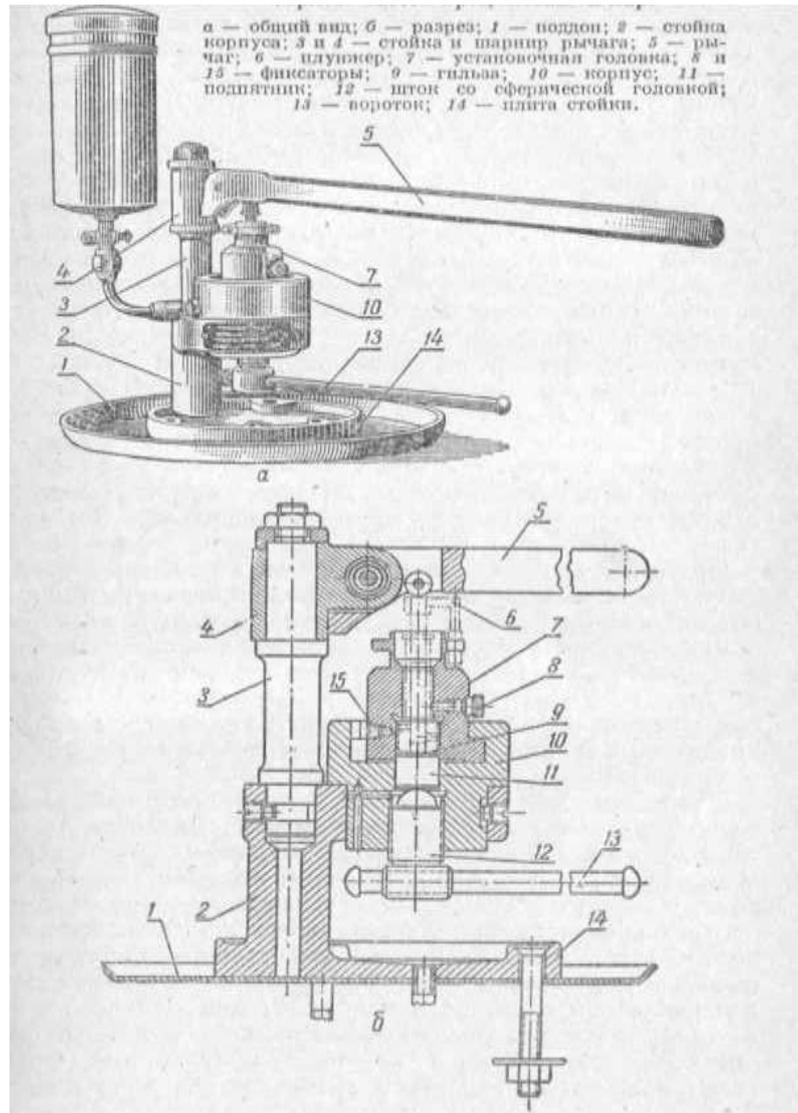


Рисунок 3.4- Прибор КП-1640А для проверки герметичности прецизионных пар

Прибор КП-1640А (рис. 3.4) служит для проверки герметичности прецизионных пар плунжер — гильза и обратный клапан — седло. Он состоит из корпуса 10, прикрепленного при помощи стойки 2 и плиты 14 к столу.

В корпусе сделан вертикальный колодец. В него вставлен подпятник 11, верхний торец которого тщательно обработан. Подпятник поддерживается штоком 12 со сферической головкой. Установочную головку 7 вместе с испытываемой плунжерной парой закрепляют на корпусе сверху. Винтом 8 стопорят в головке гильзу насоса типа ТН-8,5Х 10, а винтом 15 — гильзу насоса дизеля КДМ-100. Перед началом опрессовки открывают кран

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00.00 ПЗ

Лист

бачка, поднимают плунжер, и тогда топливо заполняет всю полость гильзы. Затем плунжер опускают в гильзу и на его подпятник устанавливают поворотный рычаг 5.

Вес рычага создает определенное давление в замкнутом пространстве под плунжером. Для плунжеров диаметром 10 мм (КДМ-100) это давление равно  $16 \text{ кГ/см}^2$ , а для плунжеров диаметром 8,5 мм —  $22 \text{ кГ/см}^2$ .

Поскольку между плунжером и гильзой есть зазор, то из этого пространства топливо под давлением вытекает наружу, и рычаг вместе с плунжером, плавно опускаются. В момент, когда плунжер' подойдет своей отсечной кромкой к выпускному отверстию в гильзе, топливо свободно выходит из пространства под плунжером, что сопровождается быстрым опусканием («сбросом») рычага. По времени удержания давления можно судить о степени износа плунжерной пары; чем меньше время падения давления, тем больше изношена пара. Эти показатели получают на приборе КП-1640А при таком взаимном положении плунжера и гильзы, когда плунжер повернут относительно выпускного окна в гильзе на  $60^\circ$  от положения, соответствующего нулевой подаче в сторону ее увеличения. Для характеристики износа пары установлены технические нормы, позволяющие определить ее пригодность к дальнейшей эксплуатации. Кроме того, эти нормы дают возможность сгруппировать плунжерные пары, имеющие приблизительно одинаковую изношенность, и при сборке топливных насосов устанавливать комплектно пары одинаковой герметичности. Комплектовка пар имеет большое практическое значение, так как близкие по герметичности плунжерные пары во время эксплуатации будут иметь примерно одинаковую интенсивность износа, а значит, во время работы секции насоса будут более равномерно подавать топливо к цилиндрам и, кроме того, потребуют одинаковую периодичность регулировки.

Плунжерные пары по величине износа разделены на пять групп. К первой группе относятся те, которые удерживают давление в течение 66—41 сек, ко второй — 40—21 сек, к третьей — 20—11 сек, к четвертой — 10—5

					ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



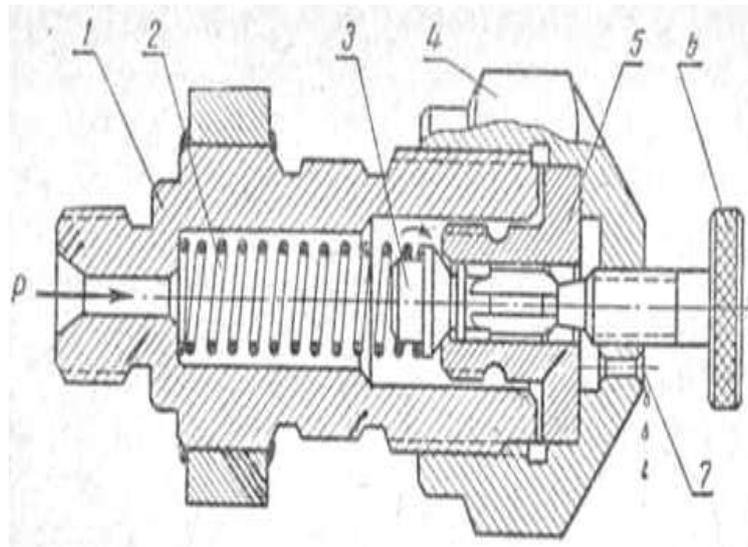


Рисунок 3.5- приспособление к прибору КП-1640А для проверки плотности прецизионной пары (обратный клапан- седло): 1- корпус; 2- пружина клапана; 3- клапан; 4- стяжная муфта; 5- седло; 6- винт; 7- сливное отверстие

В обоих случаях в замкнутую полость над клапаном нагнетается под определенным давлением топливо, единственным местом для выхода которого наружу являются зазоры между деталями проверяемой пары. Показателем герметичности служит время падения давления топлива в паре.

Для определения плотности прилегания запорного клапана к седлу необходимо нагнетательным рычагом прибора КП-1609А довести давление топлива в полости обратного клапана до  $150 \text{ кг/см}^2$ , контролируя его по манометру. Прекратив нагнетание, нужно следить за смещением стрелки манометра, характеризующим скорость падения давления. У исправной пары эта скорость не должна быть более  $20 \text{ кг/см}^2$  за минуту. В противном случае проверяемую пару либо дополнительно притирают для улучшения ее плотности, либо выбраковывают. Скорость падения давления определяют с помощью секундомера. В случае проблем с давлением светозвуковой оповещатель на стенде подаст сигнал.

Чтобы проверить герметичность разгрузочного пояса, под запорный клапан подкладывают конусную шайбу с прорезью для прохода топлива.

					ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Толщина шайбы должна быть 0,2—0,5 мм. При испытании разгрузочного пояска создается первоначальное давление топлива 150 кГ/см<sup>2</sup>. Время падения давления от 150 до 20 кГ/см<sup>2</sup> должно быть не менее 4—5 сек. В противном случае клапан и седло выбраковывают.

Стенд КО-1608 служит для проверки и регулировки топливных насосов и регуляторов. На нем можно испытывать подкачивающие насосы и топливные фильтры. На литом чугунном столе 2 (рис. 3.6) стенда закреплены: кронштейн 3, на котором устанавливают топливные насосы типа ТН-8,5Х10, и кронштейн 15 для топливного насоса дизеля КДМ-100. Кулачковый вал насоса получает вращение от электродвигателя 21 через механизм привода.

От шкива электродвигателя вращение передается клиновидным ремнем вариатору 22, который предназначен для бесступенчатого изменения оборотов вала насоса. Вращением маховичка, закрепленного на червячном валу, смещают диски каждого шкива. Благодаря этому диаметры окружностей, на которых уложен клиновидный ремень, изменяются: у ведущей пары диаметр уменьшается, а у ведомой увеличивается, или наоборот. Таким образом, передаточное число вариатора плавно изменяется, и вал ведомой пары постепенно замедляет или ускоряет свое вращение при постоянных оборотах вала электродвигателя.

Таким способом можно изменить частоту вращения от 200 до 900 об/мин. Клиноременной передачей вращение передается валу насоса, установленного на стенде. Скорость вращения вала контролируют приставным тахометром. Для нагнетания топлива в магистрали стенда служит подкачивающий насос.

На столе стенда закреплена рама 8, на верхней полке которой предусмотрены отверстия для форсунок 11. На средней полке рамы устанавливают мерные алюминиевые стаканы 7 для сбора топлива, впрыскиваемого каждой форсункой. Топливо впрыскивается в полость глушителей 9, где собирается в струю, вытекающую через отверстие в дне

					ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

глушителей. Затем оно стекает в поворотные лотки 10 и в зависимости от положения рукоятки 6 поворотной оси направляется либо в мерные стаканы, либо в общий, желоб. По трубке топливо попадает в нижний бак 2, а отсюда подкачивающим насосом нагнетается в верхний топливный бак 5. В тех случаях, когда при работе насоса не требуется замерять количество (расход) топлива, впрыскиваемого форсункой, рукоятку 6 устанавливают так, чтобы лотки сливали топливо в общий желоб.

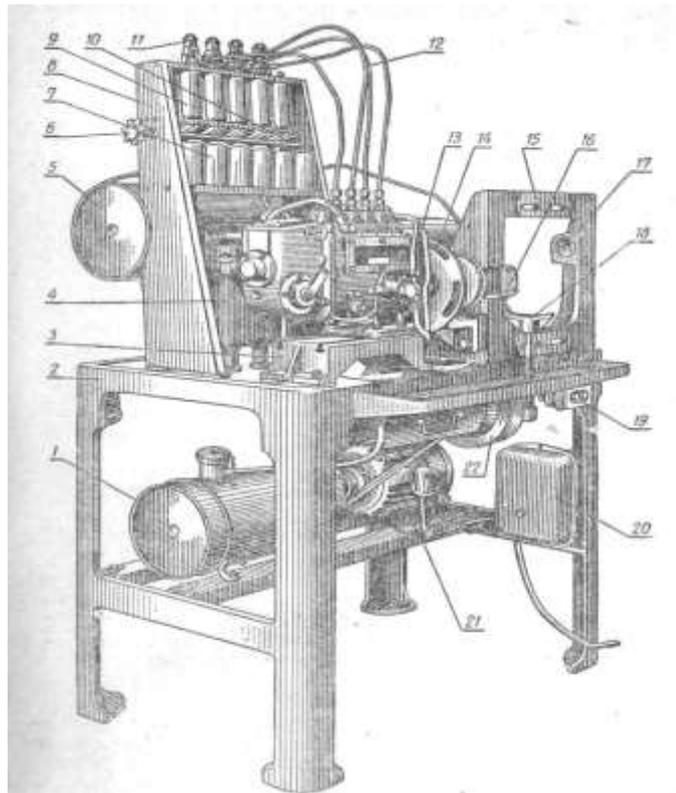


Рисунок 3.6- Стенд КО-108 для испытания и регулирования топливной аппаратуры дизелей: 1 и 5- нижний и верхний баки; 2 стол; 3 и 15- кронштейны; 4- топливный фильтр; 6- рукоятка лотков; 7- мерный стакан; 8- рама; 9- глушитель; 10- лоток; 11- форсунка; 12- топливопровод высокого давления; 13 – насос; 14- сетчатый диск; 16- гнездо для крепления помпы насосов типа 4ТН-8,5Х10 при испытании; 17 – форсункодержатель; 18- дополнительная опора; 19- кнопка магнитного пускателя; 20- магнитный пускатель электродвигателя; 21 электродвигатель; 22- вариатор.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Для замера расхода топлива рукоятку поворачивают в такое положение, чтобы топливо из глушителей сливалось в мерные стаканы. При замене глушителя это учитывается. Далее, через определенное время работы стенда стаканы с топливом взвешивают и, чтобы получить чистый вес топлива, из общего веса вычитают вес стаканов. Цифру, обозначающую вес стакана, ставят керном на его корпусе. Для уменьшения погрешности замера расхода топлива стаканы в комплекте подбирают одинаковыми по весу (разница в весе не должна превышать 0,2 г).

Топливная магистраль стенда состоит из верхнего бака 5, распределителя с манометром, фильтра 4 и нижнего бака 1. Из верхнего бака топливо самотеком поступает к распределителю и далее к подкачивающей помпе проверяемого насоса. Помпа нагнетает топливо в корпус фильтра 4-, снабженного вентилем для удаления из магистрали воздуха. От распределителя топливо подается в П-образный канал насоса. Часть топлива, прошедшего через перепускной клапан, возвращается по трубке к подкачивающей помпе.

Для монтажа системы низкого давления стенда есть комплект трубок с наконечниками и штуцерами.

Магистраль высокого давления представлена обычными трубками 12 высокого давления, соединяющими секции насоса с форсунками.

Для проверки и регулировки начала впрыска форсунку устанавливают в специальное гнездо — форсунко-держатель (форсунку дизеля КДМ-100 закрепляют в гнезде 17). Для контроля используют исправную или эталонную форсунку. Трубкой высокого давления эту форсунку соединяют с одной из секций насоса. Форсунку устанавливают в горизонтальном положении распылителем в сторону диска, закрепленного на валу насоса.

На диске есть окна, закрытые металлической сеткой, а на его ободке — шкала, каждое деление которой соответствует 1° поворота кулачкового вала. При проверке угла опережения впрыска сетки окон замазывают солидолом, а затем при работающем насосе, когда диск вращается вместе с его валом,

					ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

впрыскивают топливо из форсунки непосредственно на сетку диска. Силой струи часть солидола смывается с сетки, оставляя на ней след. По расположению следа определяют угол опережения впрыска и его продолжительность в градусах поворота кулачкового вала. В комплекте стенда есть три таких диска для насосов 4ТН-8,5Х10, 1ТН-8.5ХЮ и КДМ-100. Диск для насоса 4ТН-8,5ХЮ устанавливают на кулачковый вал вместо шлицевой втулки, его ступица снабжена шпоночной канавкой. Диск для насоса 1ТН-8,5ХЮ оборудован ступицей с фланцем, посредством которого его крепят к шестерне насоса. Диск для насоса дизеля КДМ-100 приклепывают к шкиву привода, а шкив прикрепляют специальными болтами к шестерне насоса. Чтобы обеспечить правильное соединение шкива с шестерней, на шкиве предусмотрено отверстие под установочный винт, а на шестерне — метка С.

В настоящее время вместо стенда КО-1608 промышленность освоила выпуск нового стенда СДТА-1.

Стенд СДТА-1 предназначен для испытания и регулировки топливных насосов и регуляторов, для проверки производительности подкачивающих насосов, а также для контроля за герметичностью и гидравлическим сопротивлением топливных фильтров. Общий вид стенда показан на рисунке 3.7. Топливный насос устанавливают на кронштейне 11, прикрепленном к столу стенда.

Вал насоса соединяют при помощи муфты с ведущим палом стенда. Для включения и остановки вала служит магнитный пускатель 1, управляющий электродвигателем. Маховичком 2 регулируют обороты вала насоса, используя для этого указатель дистанционного электрического тахометра. Топливная магистраль низкого давления подключена к распределителю (блок кранов, управляемых рукоятками). Блоки кранов используют при сборке магистралей для испытания различных агрегатов топливоподающей системы дизеля.

					ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Форсунка, соединенная с насосом топливопроводами высокого давления, подает топливо через глушители в мерные колбы 8 с делениями, позволяющими определить производительность каждой насосной секции в объемных единицах за определенный промежуток времени или число циклов (впрысков). Для установки требуемого числа циклов работы насоса служит специальный автомат, рукоятка 4 которого со стрелкой и шкалой вынесена на лицевую панель.

Момент впрыска топлива форсункой определяется при помощи стробоскопического устройства, световой импульс которого в виде искровой нити от лампы 14 (рис. 17) подается на шкалу с делениями в градусах поворота вала насоса. Таким способом определяют момент впрыска и угол опережения каждой форсунки. Для включения импульса служат выключатели (тумблеры), расположенные на лицевой панели. Чтобы определить момент впрыска каждой секции, надо включить тумблер против соответствующей форсунки.

Кинематическая схема стенда показана на рисунке 3.8. Электродвигатель 1 мощностью 1,7 кВт, 930 об/мин передает вращение через шкивы 2, 3 к 4 вариатору. Вариатор состоит из двух шкивов 8 и 9, жестко закрепленных на валу, и блока шкивов 7, которые могут перемещаться в осевом направлении и изменять диаметр ручья для клиновидных ремней, а также передаточное число привода. Шкивы 7 перемещаются как одно целое под действием маховичка 5 ручного управления. Вариатор позволяет плавно изменять обороты вала 12, связанного с валом насоса, от 120 до 1300 об/мин.

Вал 12 вращает кулачковый вал привода подкачивающего насоса 10, закрепленного на кронштейне. Кроме того, цепной передачей от вала 12 вращение передается двухступенчатому червячному редуктору 18, а от него — автомату 17 для установки числа циклов замера расхода топлива. Замер начинается с момента нажатия на рукоятку 16, которая связана системой рычагов 13 с заслонкой глушителей 20 форсунок. По истечении установленного числа циклов автомат 27 обратным смещением заслонки

					ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



отсчета количества впрыснутого топлива колбы поворачивают рукояткой. Слитое из колб топливо перетекает в нижний бак 1.

Распределитель стенда снабжен тремя кранами. Для выполнения регулировок стенд оборудован комплектом специального инструмента, который хранится в выдвижном ящике стола.

Проверка производительности насосной секции. Производительность секции характеризуется количеством топлива в граммах или кубических сантиметрах, собранного в мерные стаканы в течение одной минуты работы насоса при установленных оборотах вала насоса и полном или промежуточном положении рейки, регулирующей топливоподачу. Для получения этого показателя включают стенд, устанавливая вариатором требуемые по условиям опыта обороты вала насоса и включают подачу топлива перемещением рейки или рычага регулятора. После того как насос работает несколько минут, включают секундомер одновременно с поворотом лотков для сбора топлива в мерные стаканы или мензурки. Через минуту выключают секундомер одновременно с поворотом лотков для слива топлива в бак. Затем, взвешивая или отсчитывая деления по уровню в мензурке, определяют вес или объем топлива. Опыты повторяют несколько раз до получения стабильных результатов и по данным нескольких замеров подсчитывают среднюю величину производительности. После каждого взвешивания топливо из стакана сливают в бак (через сливной желоб). Вытирать стаканы нельзя, остатки топлива стряхивают с опрокинутых стаканов.

Продолжительность каждого опыта — не менее 1 мин. Однако для большей точности результатов, особенно при небольшой подаче, устанавливаемой рейкой, каждый опыт продлевают до 2—3 мин (исходя из емкости мерных стаканов или мензурок).

Чтобы определить производительность, надо полученный вес топлива в граммах разделить на продолжительность замера в минутах.

					ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

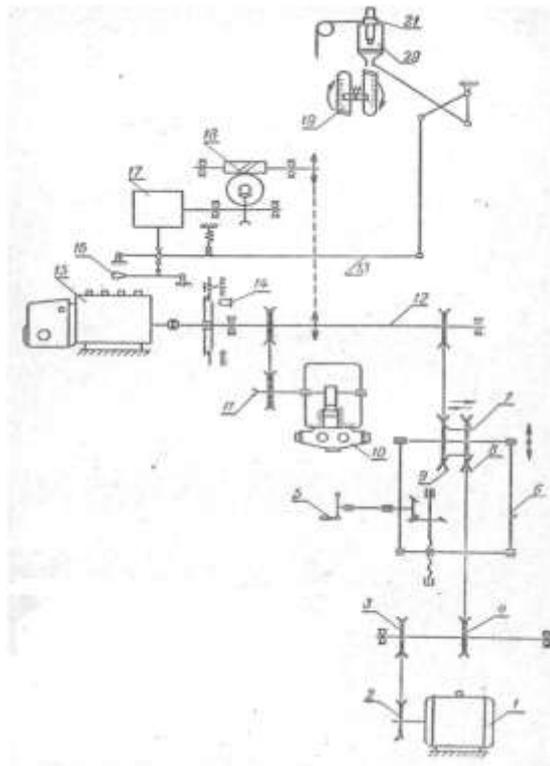


Рисунок 3.8. Кинематическая схема стенда СДТА-1

По окончании опытов вначале выключают подачу перемещением рейки или рычага регулятора, а затем, нажимая на красную кнопку магнитного пускателя, останавливают стенд.

Для получения правильных показателей производительности замеры следует проводить в одинаковых условиях. Количество топлива в баке стенда поддерживают на одном уровне, так как изменение уровня топлива на 50 мм оказывает значительное влияние как на работу всей аппаратуры, так и на производительность секции. Топливо должно быть одинакового качества (вязкости) и иметь постоянную температуру 20° С. Последняя влияет не только на вязкость топлива, но и на состояние топливной аппаратуры: изменяются размеры деталей и зазоры в сопряжениях, особенно зазоры в прецизионных парах. Для определения производительности необходимо точно взвешивать пробы топлива, устанавливать обороты вала насоса, определять время опыта. Форсунки должны быть нормально отрегулированы, а топливопроводы высокого давления должны быть одинаковой длины и постоянного гидравлического сопротивления. Если

					ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

получены нестабильные показания производительности, необходимо убедиться в том, что все условия испытаний соблюдены.

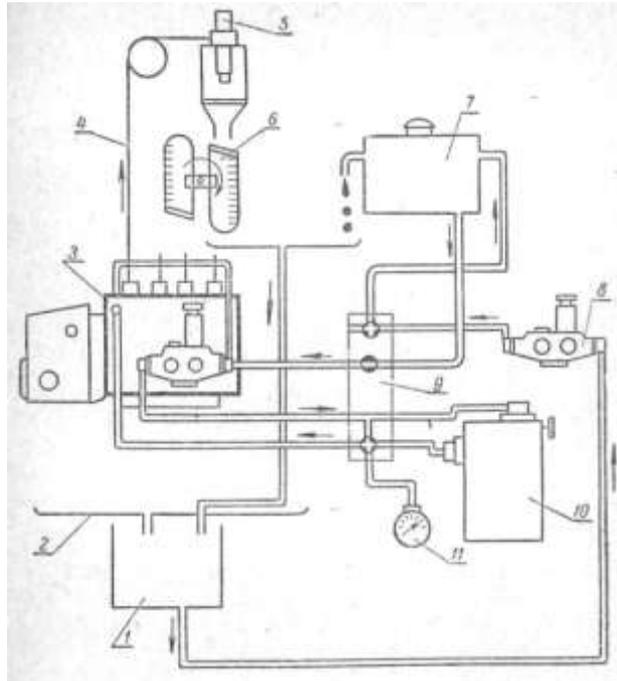


Рисунок 3.9- Топливная система стенда СДТА-1: 1 и 7 нижний и верхний баки; 2- стол; 3- топливный насос; 4- топливопровод высокого давления; 5- форсунка; 6- мерные колбы; 8- подкачивающий насос; 9- распределитель топлива; 10- топливный фильтр; 11- манометр.

**Проверка производительности форсунок** необходима для того, чтобы подобрать комплекты форсунок, близких по производительности.

Предварительно проверяют и устанавливают производительность выбранной секции без форсунки. При этом рейку насоса закрепляют в таком положении, при котором подача топлива через топливопровод высокого давления равна номинальной при частоте вращения кулачкового вала, соответствующей тоже номинальным оборотам. Для двигателя СМД-14А с топливным насосом Л4ТН-8,5хЮТ находим в вертикальной графе 4 номинальное число оборотов 860— 870 об/мин и в графах 5 и 6 — соответствующую производительность насосного элемента 70 г/мин или 83 см<sup>3</sup>/мин при удельном весе топлива 0,85.

Затем форсунки соединяют топливопроводами с секциями топливного насоса и «обкатывают» их на стенде в течение 10—15 мин при номинальных

					ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

оборотах вала насоса и полностью включенной подаче топлива. Производительность всех форсунок проверяют при их работе от одной секции топливного насоса и при соединении форсунок с секцией одним и тем же топливопроводом, чтобы исключить влияние особенностей отдельных секций и топливопроводов.

В комплект для установки на один дизель подбирают форсунки, отклонение в производительности которых составляет не более 2,5%.

**Регулировка перепускного клапана.** Помимо определения производительности подкачивающего насоса, сопротивления фильтров и проверки общего технического Состояния, необходимо отрегулировать перепускной клапан. От действия перепускного клапана зависит давление в П-образном канале насоса. Нормальное давление обеспечивает бесперебойную подачу топлива в надплунжерные пространства при разных подачах топлива насосными секциями.

При исправном подкачивающем насосе давление перепуска клапана может изменяться вследствие уменьшения жесткости пружины. В клапане не предусмотрено специальное устройство для восстановления нормальной жесткости. Однако в условиях эксплуатации, когда необходимо увеличить предварительное сжатие пружины 6 (рис. 3.10), под ее основание подкладывают шайбу. Давление перепуска при этом возрастает. Когда требуется уменьшить предварительное сжатие, можно подкладывать дополнительные шайбы под пробку 5 или снимать шайбы из-под основания пружины. Давление срабатывания определяют на работающем насосе при помощи манометра стенда. Манометр включен в магистраль низкого давления перед клапаном. Перед регулировкой перепускного клапана надо убедиться в том, что подкачивающий насос, топливные фильтры и топливопроводы исправны и отвечают техническим требованиям.

					ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

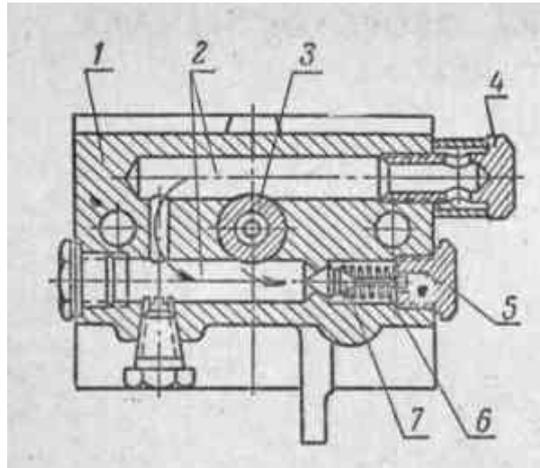


Рисунок 3.10 Перепускной клапан в П-образном канале топливного насоса типа 1ТН-8,5Х10А дизеля Д-20: 1- головка насоса; 2- канал; 3- плунжерная пара; 4- топливоподводящий штуцер; 5- пробка перепускного клапана; 6- пружина перепускного клапана; 7- запорная игла.

Давление срабатывания перепускного клапана надо проверить при номинальных оборотах вала насоса и полной подаче топлива.

Топливный шестеренчатый насос дизеля КДМ-100 вместо перепускного снабжен редукционным клапаном. Давление срабатывания этого клапана устанавливают на заводе и в эксплуатационных условиях не регулируют. Если при проверке насосов обнаружат, что пружина клапана не обеспечивает нормального давления срабатывания, ее заменяют. У насосов некоторых типов как перепускной, так и редукционные клапаны отсутствуют.

### 3.2 Устройство стенда для испытания форсунок

Предлагаемый настольный стенд для испытания прецизионных пар дизелей намного снижает трудоемкость диагностики топливной аппаратуры. Главная отличительная особенность разрабатываемой конструкции низкая себестоимость изготовления и широкие возможности проверки неисправности топливной аппаратуры на месте.

Определение технического состояния элементов дизельной топливной

					ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

аппаратуры высокого давления, а именно плунжерной пары, нагнетательного клапана топливного насоса высокого давления (ТНВД) и форсунки по параметрам давления играет важную роль как при эксплуатации, так и при техническом обслуживании дизелей. Если контролируемое давление, характеризующее техническое состояние плунжерной пары, нагнетательного клапана ТНВД и форсунки достигает предельного значения, то это приводит к ухудшению технико-экономических показателей дизеля - снижению мощности, увеличению удельного расхода топлива, дымности и токсичности отработавших газов.

Задача конструкторской части заключается в создании устройства для диагностирования прецизионных пар топливного насоса и форсунок дизеля, которое обеспечило бы достаточно высокую надежность работы, невысокую трудоемкость диагностических работ при измерении давления испытательной жидкости путем уменьшения возможности попадания воздуха в устройство, а также имело бы невысокую материалоемкость и небольшой вес. Конструкция устройства и его работа поясняются рисунками: 3.11 представлена схема устройства. Устройство по настоящему изобретению содержит специальный корпус, внутри задней части 1 которого размещен плунжерный насос, имеющий корпус-втулку 2 и установленный в ней плунжер 3. Полость питания плунжерного насоса (не обозначена) сообщена с радиальным каналом 4, выполненным во втулке-корпусе 2 и задней части 1 и выходящим на поверхность последней. Передняя часть специального корпуса выполнена в виде полого штуцера 5, посредством резьбы ввернутого в заднюю часть 1 и выполненного с каналом 6 высокого давления. Канал 6 сообщен с полостью 7 нагнетания (надплунжерным пространством) плунжерного насоса через полость штуцера 5 и нагнетательный клапан 8, прижимаемый к своей седловине 9 пружиной 10, расположенной в полости штуцера 5. Когда штуцер 5 ввернут в заднюю часть 1, сопряжения торцевой поверхности штуцера 5 с седловиной 9 и корпуса-втулки 2 с задней частью 1 уплотнены посредством уплотнительных шайб 11 и 12 соответственно.

					ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Привод плунжерного насоса выполнен в виде рычага 13 и жестко соединенного с ним кулачкового элемента в виде кулачка 14, вал 15 которого поворотно установлен в щечках 16 на заднем конце задней части 1. Кулачок 14 установлен во взаимодействии с упорной шайбой 17, жестко соединенной с задним концом плунжера 3. Для возврата плунжера 3 в исходное (заднее) положение предусмотрен пружинный механизм, включающий в себя размещенные в задней части 1 пружину 18 и упорную втулку 19, соединенную с задним участком втулки-корпуса 2 посредством резьбы. Одним концом пружина 18 упирается в шайбу 17, а другим - в упорный поясок втулки 19. Резьбовое соединение втулки 19 с втулкой-корпусом 2 обеспечивает возможность осевого перемещения втулки 19 относительно корпуса-втулки 2, что позволяет регулировать степень сжатия пружины 18. Устройство снабжено также рукояткой 20, прикрепленной к корпусу в месте выхода канала 4 на поверхность задней части 1 корпуса. Рукоятка 20 выполнена со сквозным внутренним каналом 21, имеющим Г-образную форму. Один конец канала 21 соединен с каналом 4, а другой - с выходным концом всасывающего трубопровода 22, входной конец которого предназначен для подключения к выходу топливного фильтра 23 дизеля при помощи присоединительного штуцера 24. Таким образом, через трубопровод 22 и канал 21 предложенное устройство обеспечивает подключение полости питания плунжерного насоса к выходу топливного фильтра, являющегося элементом топливной системы низкого давления дизеля. На переднем конце штуцера 5 имеется резьба для подсоединения к нему (с помощью накидной гайки) нагнетательного трубопровода (рукава) 25, подключаемого посредством соответствующего штуцера к диагностируемым органам дизеля для подачи в них испытательной жидкости. Трубопровод 25 снабжен предохранительным клапаном 26, сливное отверстие которого (на чертежах не обозначено) посредством сливного трубопровода 27 сообщено в процессе диагностирования со сливной полостью 28 ТНВД 29 дизеля. К каналу 6 через полость штуцера 5 подключен манометр 30 для измерения

					ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

давления испытательной жидкости в процессе диагностирования

С помощью рычага 13 накачивают топливо в полость штуцера 32 до давления  $160 \text{ кгс/см}^2$  и по времени падения давления от  $150$  до  $100 \text{ кгс/см}^2$  оценивают техническое состояние нагнетательного клапана (не показан) ТНВД 29. Затем откручивают штуцер 32 из корпуса ТНВД 29, извлекают нагнетательный клапан с пружиной (не показаны) и вворачивают штуцер 32 на свое место в корпус ТНВД 29. Рычагом 13 накачивают топливо в полость штуцера 32 (плунжерной пары) вплоть до давления  $350 \text{ кгс/см}^2$ . По развиваемому давлению в полости штуцера 32 (плунжерной пары) оценивают техническое состояние плунжерной пары ТНВД 29 (не показана).

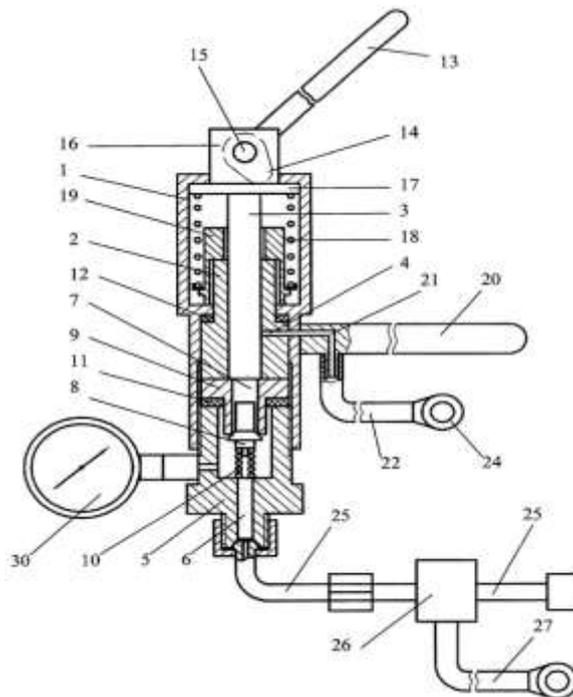


Рисунок 3.11-Стенд для испытания прецизионных пар

### 3.3 Расчет элементов конструкции

Расчет рукоятки стенда проверки прецизионных пар на изгиб.

К концу стержня диаметром  $d=10$  мм и длиной  $L=175$  мм приложена сила  $P=200$  Н. Материал стержня - сталь 35.

Для упрощения расчетов нагрузку  $P$  приложим к центру стержня.

					ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Исходные данные:

$$L = 175 \text{ мм}$$

$$L_1 = 21 \text{ мм}$$

$$P = 200 \text{ Н}$$

Определение опорных реакций от усилия  $P$ . Составим уравнение моментов относительно точки  $A$  [2]:

$$\sum M_A = P \cdot l_1 - R_B \cdot l = 0; \quad (3.1)$$

$$R_B = \frac{P \cdot l_1}{l}; \quad (3.2)$$

$$R_B = \frac{200 \cdot 0,021}{0,175} = 24 \text{ Н.}$$

Определяем величину моментов и строим эпюру рисунок 3.12.

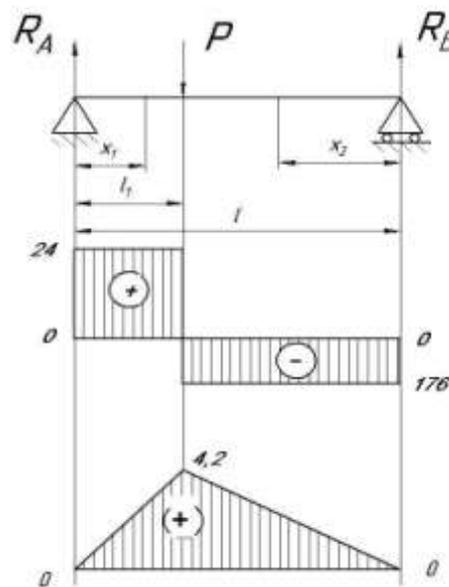


Рисунок 3.12 - Расчетная схема рукоятки стенда проверки прецизионных пар на изгиб

Момент от силы  $P$  в сечении равен [2]:

$$M = P \cdot l_1; \quad (3.3)$$

$$M = 200 \cdot 0,021 = 4,2 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}$$

из условия прочности

$$\frac{M_Z}{W} \leq \sigma; \quad (3.4)$$

					ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$M_z = M_y.$$

Определяем момент сопротивления для стали Ст-3  $[\sigma] = 160$  МПа

$$W_z = \frac{M_z}{\sigma} \quad (3.5)$$

$$W_z = \frac{4,2}{160000000} = 2,6 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2.$$

Расчет резьбового соединения.

В данной конструкции имеется несколько крепежно-резьбовых соединений, например резьба М40.

Определим силу затяжки резьбы М40, при которой эквивалентное напряжение в стержне равно пределу текучести:

$$F_{зат} = \frac{\pi \cdot d_1^2 \cdot \sigma_{экр}}{4 \cdot 1,3}, \quad (3.6)$$

где  $d_1$  – внутренний диаметр резьбы, мм;

$\sigma_{экр} = 600$  МПа- эквивалентное напряжение в стержне.

$$F_{зат} = \frac{3,14 \cdot 0,04^2 \cdot 200000000}{4 \cdot 1,3} = 193230 \text{ Н}$$

Напряжение стержня в резьбе:

$$\sigma_{см} = \frac{F}{\pi \cdot d^2 \cdot h \cdot z}, \quad (3.7)$$

где  $d_2$  – средний диаметр резьбы, мм;

$h$  – высота профиля, мм;

$z$  – число витков.

$$\sigma_{см} = \frac{193230}{3,14 \cdot 38,42 \cdot 5,31 \cdot 0,744} = 405,43 \text{ МПа}$$

Допустимое напряжение смятия  $[\sigma]_{см}$ :

$$\sigma_{см} = 0,8 \cdot \sigma_m \text{ МПа}; \quad (3.8)$$

$$\sigma_{см} = 0,8 \cdot 600 = 480 \text{ МПа.}$$

Проверим условие прочности из условия, что  $\sigma_{см} < \sigma_{см}^-$ :

					ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$405,43 < 480 \text{ МПа}$$

Расчёт сварочного соединения корпуса.

Требуется произвести расчет сварного соединения на прочность при нагрузке на изгиб и кручение. Допускаемое напряжение в швах при ручной дуговой и газовой сваркой [11]:

$$[\sigma] = \sigma_T / s \quad (3.14)$$

Для металлических конструкций запас прочности  $s = 1.4 \dots 1.6$

Проверка прочности при суммарной нагрузке:

$$\sigma = \frac{6T}{\delta b^2} + \frac{F}{\delta \times b} \leq \sigma, \quad (3.15)$$

где  $T$  – нагрузка на кручение  $\text{Н}\cdot\text{мм}$  ;

$F$  – нагрузка на изгиб  $\text{Н}$  ;

$\delta$  – толщина свариваемой детали  $\text{мм}$  ;

$b$  – ширина длина свариваемой детали  $\text{мм}$

Находим допустимые напряжения для материала – Ст3 ( $\sigma_T = 220 \text{ МПа}$ )

$$[\sigma] = 220 / 1,4 = 157 \text{ МПа}$$

Сварной шов выполняется по периметру кругового профиля. За длину свариваемой детали следует принять радиус привариваемой части корпуса, помноженный на  $2\pi$ .

Расчитаем сварной шов верхней части корпуса [11]:

$$b = 2 \times 3,14 \times 23 = 144,5 \text{ (мм)}.$$

Примем  $T = 0,2 \cdot 10^6 \text{ Н}\cdot\text{мм}$ ;  $F = 2000 \text{ Н}$ ;  $b = 144,5 \text{ мм}$ ;  $\delta = 5 \text{ мм}$ .

$$\sigma = \frac{6 \cdot 0,2 \cdot 10^6}{5 \cdot 144,5^2} + \frac{2000}{5 \cdot 144,5} = 11,5.$$

Проверяем условие прочности:

$11,5 \text{ МПа} \leq 157 \text{ МПа}$ , условие выполняется.

## **4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

### **4.1 Анализ условий труда при работе на автомобиле**

При эксплуатации автомобиля, оснащенного дизельным двигателем, следует учитывать наличие вредных веществ в отработавших газах. Состав отработавших газов дизельного двигателя зависит от совершенства его рабочего процесса, сорта применяемого топлива и масла и от режима работы двигателя. Отработавшие газы, выделяемые двигателем, содержат чрезвычайно вредные для здоровья человека вещества. К ним относятся: окись углерода, формальдегид и др.

При применении легких топлив, легко воспламеняющихся от постороннего источника тепла (искры, пламени), следует помнить, что легкие топлива (бензины) трудно воспламеняются в цилиндрах двигателя, но легко воспламеняются от открытого пламени. В связи с этим водитель должен избегать подогрева двигателя, его картера, маслопроводов, топливопроводов и других деталей двигателя открытым пламенем [14].

При работе на автомобиле имеется ряд серьезных опасностей, которые могут повлечь за собой несчастный случай или травматизм.

Попадание жидких нефтепродуктов через органы пищеварения возможно при несоблюдении личной гигиены самим работающим. Например, часто можно видеть, как водитель автомобиля, опустив в бензобак резиновую трубку, засасывает в нее ртом бензин, чтобы создать сифон и этим способом перелить бензин в другую емкость. Этот кратковременный и на первый взгляд безобидный прием может привести к очень тяжелым последствиям – к отравлению или воспалению легких. Для переливания бензина из одной емкости в другую есть специальное устройство, так называемый ручной резиновый насос для перекачки бензина. Насос состоит

из резинового баллона, всасывающего клапана, нагнетательного клапана, длинного всасывающего резинового и короткого резинового шлангов [16].

В организме нет условий для накапливания бензина, и он может быстро выделиться через легкие. Поэтому при попадании небольшого количества чистого бензина на кожу не обнаруживается каких-либо последствий. Однако необходимо помнить, что вместе с бензином через неповрежденную кожу в организм могут проникнуть различные ядовитые вещества, растворенные в нем, например, тетраэтилсвинец, способный вызвать даже тяжелые заболевания. Наибольший вред могут принести керосин и дизельное топливо, когда ими смочена значительная поверхность тела. Это может случиться, если облита одежда.

Мазуты и масла при нормальных температурных условиях практически не испаряются и поэтому не могут создавать опасных концентраций паров с воздухом. Все смазочные масла и мазуты представляют реальную опасность растениям при попадании их в почву. Почва становится на длительное время нежизнеспособной. Кроме того, при воздействии солнечной радиации на почву, загрязненную нефтепродуктами, они испаряются и создают масляный туман, такой же, как и при разбрызгивании и испарении нагретого в картере двигателя масла. Органы дыхания человека, особенно его легкие, очень чувствительны к ядовитому воздействию масляных паров и масляного тумана.

Эта опасность от масел значительно увеличивается, если в масле имеются присадки сернистых соединений.

## **4.2 Расчет параметров безопасности автомобиля**

К параметрам безопасности автомобиля относятся:

- продольная, поперечная и динамическая боковая устойчивость;
- максимальная скорость движения автомобиля по окружности, при которой происходит занос;

- критическая скорость, при которой возможно опрокидывание при осуществлении поворота;
- остановочный путь.

Под устойчивостью понимается способность автомобиля выдерживать заданное направление движения в разнообразных дорожных условиях без опрокидывания, бокового скольжения и заноса.

Потеря устойчивости происходит при движении с недопустимым поперечным или продольным уклоном, под воздействием центробежных сил и других возмущающих сил на поворотах и заносах.

Продольная устойчивость обеспечивается, если удерживающий момент силы  $G \cdot a \cdot \cos \alpha$ , будет больше опрокидывающего момента силы  $G \cdot h_{\text{цт}} \cdot \sin \alpha$ .

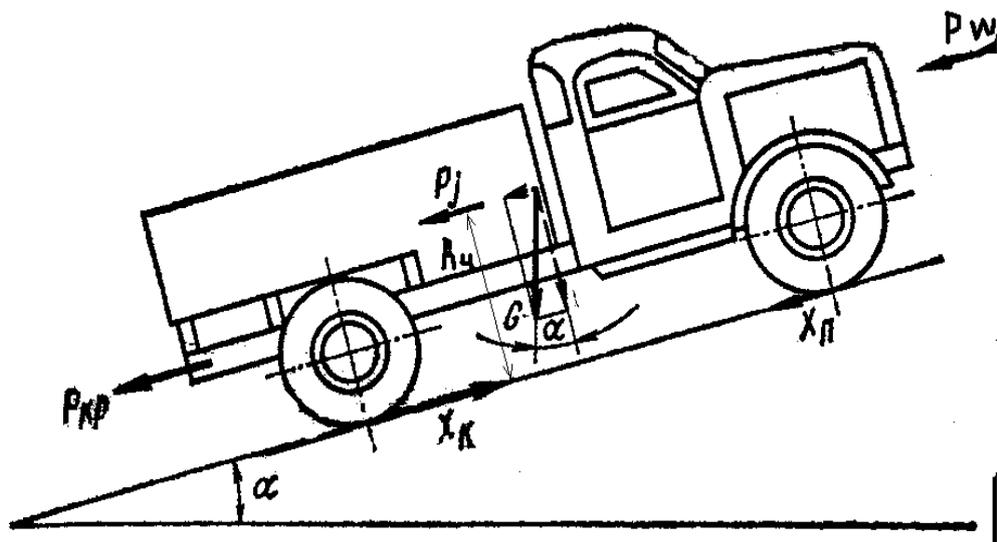


Рисунок 4.1 - Продольная устойчивость автомобиля

Критерием продольной устойчивости служат предельные значения углов подъема  $\alpha_n$  и уклон  $\alpha_y$ .

Угол подъема, в котором возникает вероятность опрокидывания [14]:

$$h_n = \arctg \cdot \frac{a}{h_{\text{цт}}}, \quad (4.1)$$

где  $a$  - продольная координата центра масс машин,  $a = 1,55$  м;

$h_{\text{цт}}$  - высота расположения центра массы машины над поверхностью дороги,  $h_{\text{цт}} = 1,12$  м [2];

$$h_n = \operatorname{arctg} \cdot \frac{1,55}{1,12} = 44^\circ.$$

Угол уклона, при котором возникает вероятность опрокидывания:

$$\alpha_y = \operatorname{arctg} \cdot \frac{(L - \alpha)}{h_{\text{ЦГ}}} \quad (4.2)$$

где  $L$  - продольная база машины,  $L = 6,3$  м

$$\alpha_y = \operatorname{arctg} \cdot \frac{(3,5 - 1,55)}{1,12} = 51^\circ$$

Поперечная устойчивость автомобиля обеспечивается в том случае, если удерживающий момент  $G \cdot \frac{B}{2} \cdot \cos \beta$  больше опрокидывающей силы  $G \cdot h_{\text{ЦГ}} \cdot \sin \beta$ . Для автомобиля наиболее опасно поперечное опрокидывание.

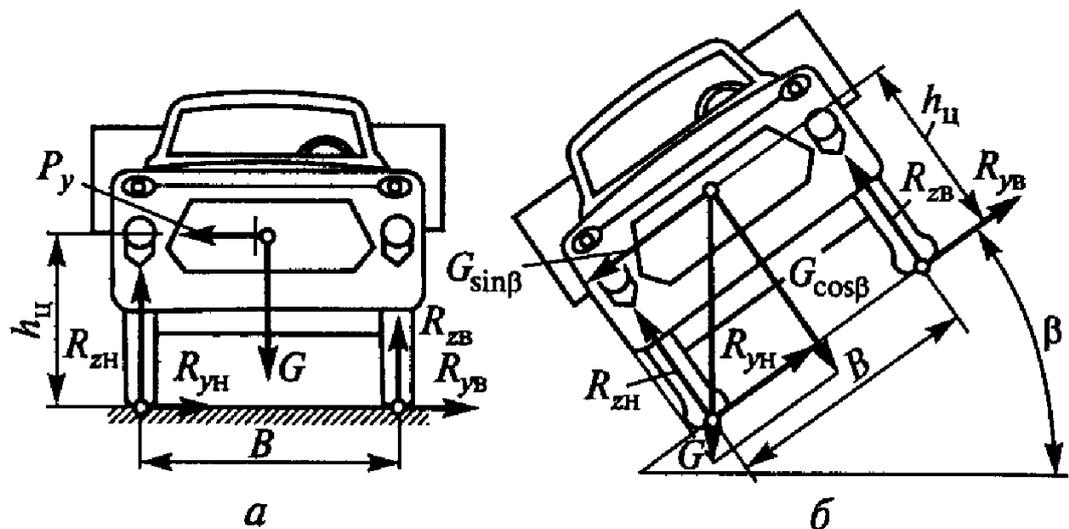


Рисунок 4.2 - Поперечная устойчивость автомобиля.

Поперечная устойчивость определяется статическим углом  $\beta$ , уклона, при котором машина стоит, не опрокидывается и не сползает. Статический угол уклона:

$$\beta_o = \operatorname{arctg} 0,5 \cdot \frac{B}{h_{\text{ЦГ}}}, \quad (4.3)$$

где  $B$  – ширина колеи транспортного средства  $B = 1,33$  м.

$$\beta_o = \arctg 0,5 \cdot \frac{1,95}{1,12} = 39^\circ$$

Статический угол поперечного уклона, при котором возможно сползание машины:

$$\beta_c = \arctg \varphi, \quad (4.4)$$

где  $\varphi$  - коэффициент сцепления с дорогой в боковом направлении; от механических свойств дороги и конструкции двигателя,  $\varphi = 0,6..0,75$  (асфальтированное шоссе) [14], принимаем  $\varphi = 0,7$ .

### 4.3 Состояние пожарной безопасности на автомобиле

Автомобиль должен быть оборудован огнетушителем и инструментом для выполнения специальных работ.

В случае возникновения пожара во время движения автомобиля его следует немедленно остановить, выключить зажигание, высадить пассажиров. Используя бортовые средства огнетушения, приложить все усилия для ликвидации первоначального очага пожара. При содействии прохожих или местных жителей сообщить о происшествии на автотранспортное предприятие или в пожарную команду. По прибытии пожарной команды водитель обязан действовать по указанию командира пожарной команды.

При повреждении автомобиля в результате дорожно-транспортного происшествия необходимо выключить зажигание, высадить пассажиров и принять необходимые меры, связанные с обстоятельствами ДТП.

В зависимости от характера и степени тяжести дорожно-транспортного происшествия водители, виновные в нарушении правил безопасности, привлекаются к дисциплинарной, административной или уголовной ответственности.

#### **4.4 Охрана окружающей среды**

Окружающая природная среда является условием жизни человека, источником повышения его материального и культурного уровня. Современный период развития человеческого общества характеризуется небывалым усилением производственного использования природных ресурсов, в связи с чем в настоящее время во всем мире осознана необходимость охраны природы.

Ежегодное увеличение в сельскохозяйственном производстве автотранспорта и других машин с двигателями внутреннего сгорания, а также их неуклонное старение ведут к повышению загазованности атмосферы. Поэтому в хозяйствах необходимо организовать правильную эксплуатацию техники. Необходимо регулярно производить определение содержания окиси углерода в отработавших газах при помощи газоанализаторов, выявлять другие источники загрязнения атмосферы, почвы и воды в своем хозяйстве и принимать соответствующие меры [14].

В соответствии с ГОСТ 17.2.05-86 уровень выброса вредных веществ дизельным двигателем не должен превышать для  $\text{NO}_x$  – 86,0 г/кВтч; для СО – 2,0 г/кВтч, а на двигателе с модифицированной системой питания эти значения уменьшатся за счет более полного сгорания топлива в цилиндрах [15].

#### **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 Экономическое обоснование конструкции

Затраты на изготовление и модернизацию конструкции определяют по формуле [2]:

$$C_{ц.констр.} = C_k + C_{о.д} + C_{п.д} \cdot K_{нац} + C_{сб.п} + C_{оп} + C_{накл}, \quad (5.1)$$

где  $C_k$  – стоимость изготовления корпусных деталей, руб.;

$C_{о.д}$  – затраты на изготовление оригинальных деталей, руб.;

$C_{п.д}$  – цена покупных деталей, изделий, агрегатов по прейскуранту;

$C_{сб.п}$  – заработная плата производственных рабочих, занятых на сборке конструкции, руб.;

$C_{оп}$  – общепроизводственные накладные расходы на изготовление конструкции, руб.;

$C_{накл}$  – накладные расходы, руб.;

$K_{нац}$  – коэффициент, учитывающий разницу между прейскурантной ценой и балансовой стоимостью конструкции  $K_{нац} = 1,4 \dots 1,5$ .

Масса конструкции определяется по формуле [2]:

$$G = (G_k + G_r) \cdot k, \quad (5.2)$$

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 материалов,  $k = 1,05 \dots 1,15$ .

Расчет масс сконструированных деталей, узлов и агрегатов вводим в таблицу 5.1.

Таблица 5.1- Расчет масс сконструированных деталей

Наименование деталей	Объем, м <sup>3</sup>	Удельный вес, кг/м <sup>3</sup>	Количество	Масса детали, кг
плунжер	0,00028	7800	1	2
Корпус	0,000029	7800	1	0,8
Клапан	0,00013	7800	1	1
прочие	0,00029	7800	1	2
Итого				5,8

Таблица 5.2 Массы готовых деталей, узлов, агрегатов

Наименование деталей	Масса деталей, кг
Крепежные изделия	0,3
Прочие изделия	0,3
Итого	0,6

Масса сконструированных изделий:  $G_k = 5,8$  кг;

Масса готовых изделий и агрегатов:  $G_r = 0,6$  кг;

Масса всей установки:

$$G = 5,8 + 0,6 \cdot 1,1 = 7,04 \text{ кг}$$

Балансовая стоимость новой конструкции определяется по формуле [2]:

$$C_{61} = C_{60} \cdot G_o \cdot \sigma / G_1 \quad (5.3)$$

где  $C_{60}$ ,  $C_{61}$  – балансовые стоимости существующей и проектируемой конструкций, руб.;

$G_o$ ,  $G_1$  – массы существующей и проектируемой конструкций, кг;

$\sigma$  – коэффициент учитывающий дешевизну изготовления 0,9 – 0,95.

$$C_{61} = 6000 \cdot 6 \cdot 0,95 / 7,04 = 4858 \text{ руб.}$$

Балансовая стоимость проектируемой конструкции вполне приемлема.

## 5.2 Расчет технико-экономических показателей конструкции

Таблица 5.3 – Техничко - экономические показатели.

Наименование показателей	Существ. констр.	Проект. констр.	Проект в % к аналогу
Масса конструкции, кг	6	7,04	117
Балансовая стоимость, руб	6000	4858	80
Кол-во обслуживающего персонала, чел	1	1	-
Норма амортизации, %	11	10	90
Норма затрат на ремонт и ТО, %	10	8	80
Срок службы, лет	2	3	150
Годовая программа, час	80	80	-
Металлоемкость, кг/ ед	0,075	0,058	77
Фондоёмкость, руб./ед	150	121	80
Трудоёмкость, чел.ч./ед	0,2	0,2	-
Уровень эксплуатационных затрат, руб./ед	558	550	98
Уровень приведенных затрат, руб	729	721,3	98
Годовая экономия, руб		3200	
Годовой эк. эффект, руб,		3028	
Срок окупаемости		1,5	
Коэффициент эффективности доп. капиталовложений		0,66	

Определяем металлоемкость конструкции [2]:

$$M_e = G / (W_z \cdot T_{\text{год}} \cdot T_{\text{сл}}), \quad (5.4)$$

где  $G$  - масса конструкции, кг;

$M_e$  – металлоемкость, кг/шт;

$T_{\text{год}}$  - годовая загрузка, ч;

$T_{\text{сл}}$  – срок службы, лет;

$W_z$  – часовая производительность, ед/ч.

Для проектируемой конструкции принимаем примерно  $W_z = 5$  ед/ч.

$$M_e^1 = 7,04 / (5 \cdot 8 \cdot 3) = 0,058 \text{ кг/ед.}$$

$$M_e^0 = 6 / (5 \cdot 8 \cdot 2) = 0,075 \text{ кг/ед.}$$

Фондоемкость конструкции определяется по формуле [2]:

$$F_e = C_{\text{б}} / (W_z \cdot T_{\text{год}}), \text{ руб./ед. ;} \quad (5.5)$$

$$F_e^1 = 4858 / (5 \cdot 8) = 121,45 \text{ руб/ ед.}$$

$$F_e^0 = 6000 / (5 \cdot 8) = 150 \text{ руб/ ед.}$$

Трудоемкость процесса определяется по формуле [2]:

$$T_e = n_p / W_z, \quad (5.6)$$

где  $n_p$  – количество обслуживающих рабочих, чел.

$$T_e^1 = 1 / 5 = 0,2 \text{ чел. ч/ед.}$$

$$T_e^0 = 1 / 5 = 0,2 \text{ чел. ч/ед.}$$

Определяем себестоимость работы выполняемый с помощью проектируемой конструкции по формуле [2]:

$$S = C_{\text{зп}} + C_{\text{э}} + C_{\text{рто}} + A, \quad (5.7)$$

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

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

$A$  – затраты на амортизацию руб. / ед;

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

Затраты на заработную плату определяются [2]:

$$C_{\text{зп}} = z \cdot T_e$$

где  $z$  – часовая тарифная ставка, руб.

$$z = 90 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{зп}} = 90 \cdot 5 = 450 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на ремонт и ТО определяют по формуле [2]:

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

где  $N_{\text{рто}}$  – суммарная норма затрат на РТО, %.

$$C_{\text{рто}}^1 = 4858 \cdot 8 / (100 \cdot 5 \cdot 4) = 19,4 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{рто}}^0 = 4858 \cdot 10 / (100 \cdot 5 \cdot 4) = 24,3 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на амортизацию определяются по формуле [2]:

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

где  $a$  – норма амортизации, %.

$$Ca^1 = 4858 \cdot 10 / (100 \cdot 5 \cdot 4) = 24,3 \text{ руб./ед.}$$

$$Ca^0 = 4858 \cdot 11 / (100 \cdot 5 \cdot 4) = 26,7 \text{ руб./ед.}$$

Затраты на электроэнергию определяют по формуле, [2]:

$$C_{\text{э}} = 57 \text{ руб.}$$

Себестоимость работы спроектированной конструкции определяют по формуле [2]:

$$S^1 = 450 + 24,3 + 19,4 + 57 = 550 \text{ руб./ед.}$$

$$S^0 = 450 + 26,7 + 24,3 + 57 = 558 \text{ руб./ед.}$$

Уровень приведенных затрат определяют по формуле:

$$C_{\text{пр}} = S + E_{\text{н}} \cdot k,$$

где  $C_{\text{пр}}$  – уровень приведенных затрат, руб.

$E_{\text{н}}$  – нормативный коэффициент капитальных вложений,  $E_{\text{н}} = 0,15$ .

$k$  – удельные вложения или фондоемкость процесса, руб./ед.

$$C_{\text{пр}}^1 = 550 + 0,15 \times 1142 = 721,3 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{\text{пр}}^0 = 558 + 0,15 \times 1142 = 729 \text{ руб./ед.}$$

Годовую экономию определяют по формуле [2]:

$$\text{Э}_{\text{год}} = (S^0 - S^1) \cdot W_{\text{ч}} \cdot T_{\text{год}},$$

где  $(S^0 - S^1)$  – себестоимость РТО в хозяйстве и по проекту, руб./ед.

$$\text{Э}_{\text{год}} = 8 \cdot 5 \cdot 80 = 3200 \text{ руб.}$$

Годовой экономический эффект определяют по формуле [2]:

$$E_{\text{год.эф.}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_n \cdot \Delta K = \mathcal{E}_{\text{год}} - E_n \cdot C_{\text{о.п.ф}}^1 - C_{\text{о.п.ф}}^0 ,$$

где  $(C_{\text{прив}}^1 - C_{\text{прив}}^0)$  – разница приведенных затрат аналога и конструкции, руб./ед.

$$E_{\text{год}} = 3200 - 0,15 \cdot 1142 = 3028 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости дополнительных капиталовложений находим по формуле [2]:

$$T_{\text{ок}} = C_{\text{б1}} / \mathcal{E}_{\text{год}};$$

где  $T_{\text{ок}}$  – срок окупаемости дополнительных вложений, лет;

$$T_{\text{ок}} = 4858 / 3200 = 1,51 \text{ лет.}$$

Коэффициент эффективности дополнительных капиталовложений определяют по формуле [2]:

$$E_{\text{эф}} = 1 / T_{\text{ок}}$$

где  $E_{\text{эф}}$  - коэффициент эффективности дополнительных капиталовложений.

$$E_{\text{эф}} = 1 / 1,51 = 0,66.$$

Как видно из таблицы 6.3 в результате разработки новой конструкции, металлоемкость, себестоимость и приведенные затраты уменьшились.

Годовая экономия составила примерно 3200 рублей, срок окупаемости дополнительных капитальных вложений составила 1,5 лет, а коэффициент эффективности дополнительных капитальных вложений равна 0,66.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе работы над ВКР были рассмотрены действительно насущные проблемы, стоящие перед агропромышленным комплексом нашей республики и страны. Все это усугубляется и в связи с санкциями западных стран в отношении России. Но несмотря на это мы должны с учетом всех современных вызовов найти достойный ответ и реализовать самые смелые идеи и решения в сельскохозяйственном производстве.

В рамках данной работы мною был спроектирован станция технического обслуживания автомобилей, а также стенд для проверки прецизионных пар дизельной топливной аппаратуры.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Булгариев, Г.Г. Методические указания по анализу хозяйственной деятельности предприятий для 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.
2. 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.
3. Вахламов В.К. Подвижной состав автомобильного транспорта. М. Академия, 2003.
4. Зотов Б.И., Курдюмов В.И. «Безопасность жизнедеятельности на производстве». М.: КолосС, 2003 г.
5. Власов Н.С. Методика экономической оценки сельскохозяйственной техники. -М.: Колос, 2004.-399с
6. Григорьев М.А., Борисова Г.В. Очистка топлива в двигателях внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение, 2001. – 208 с
7. Колчин А.И., Демидов В.П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. Учебное пособие для ВУЗов – 4 изд. М.: Высшая школа. 2008 г - 496 с.
8. Кутьков Г.М. Тракторы и автомобили. Теория и технологические свойства. М.: КолосС, 2004 – 504 с
9. Косилова А.Г. Мещерякова Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. II – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985 – 496 с., ил.
10. Косилова А.Г. Мещерякова Р.К. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. I – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985 – 656 с., ил.

- 11.Лахтин Ю.М. , Леонтьева В.П. Материаловедение: учебник для высших технических учебных заведений. / – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990 – 528 с.
- 12.Иванов Д.М. Детали машин. – М.: Высшая школа, 1990 – 340с.
- 13.Беляев Н.М. Сопротивление материалов. -М.: Наука, 1987 – 640 с.
- 14.Кривенко П.М., Федосов И.М. Ремонт и техническое обслуживание системы питания автотракторных двигателей. – М: Колос, 1980 г.
- 15.Николадзе Г. И. Технология очистки природных вод: Учеб. для вузов. - М.: Высш. шк.- 1987.- 479 с: ил.
- 16.Серый И.С., Смелов А.П., В.Е. Черкун. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин.–М.: "Агропромиздат", 1991 – 184 с.
- 17.Хайрудинова С.С, Солодовников А.В., Чиндина Т.А. Расчет гидромеханических машин и аппаратов: Учеб. пособие. - Уфа: Изд-во УГНТУ, 2002. - 106 с.
- 18.Чернов Н.М., Былова А.М. Экология. – М.: Просвещение, 1988 – 271 с.
- 19.Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по машиностроительному черчению. – М: Высшая школа, 2004 г.
- 20.Файнлейб Б.Н. Топливная аппаратура автотракторных дизелей-. Л: Машиностроение, 1990 г.
- 21.Штеренлихт Д.В. Гидравлика: Учебник для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 640 с., ил.

# СПЕЦИФИКАЦИИ

		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Перв. примеч.						<u>Документация</u>			
	A1				ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00	Монтажный чертёж			
Справ. №						<u>Сборочные единицы</u>			
	A1	1			ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00	Устройства для диагностирования			
					ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00	прецизионных пар			
						<u>Детали</u>			
	Б4	2			ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.02	Рукоятка	1		
						<u>Стандартные изделия</u>			
Подп. и дата		3				Гайка М20-6Н04 ГОСТ 8381-73	1		
		4				Труба 8-10-41 ГОСТ 20197-74	2		
		5				Манометр ГОСТ	1		
Взам. инв. №									
Инд. № дубл.									
Подп. и дата									
Инд. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00 МЧ			
	Разраб.	Хисметдинов Ф.И.				Схема диагностирования прецизионных пар	Лист	Лист	Листов
	Пров.	Нурмиев А.А.					1		1
	Консул.						Казанский ГАУ каф. ТАиЭУ		
	Н.контр.	Пикциллин Г.В.					заочное отделение		
Утв.	Хафизов К.А.				группа 3451с				
						Копировал	Формат А4		



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00	Сборочный чертеж		
<i>Сборочные единицы</i>						
A3	1		ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00	Рычаг	1	
<i>Детали</i>						
B4	2		ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.02	Втулка	2	
A4	3		ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.03	Втулка упорная	1	
A4	4		ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.04	Клапан нагнетательный	1	
A3	5		ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.05	Корпус	1	
A4	6		ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.06	Корпус-втулка	1	
A4	7		ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.07	Ось	1	
A4	8		ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.08	Плунжер	1	
A4	9		ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.09	Пружина втулки упорной	1	
A4	10		ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.10	Пружина коническая	1	
A4	11		ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.11	Седловина	1	
A4	12		ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.12	Шайба уплотнительная	1	
A4	13		ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.13	Шайба уплотнительная	1	
A4	14		ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.14	Шайба упорная	1	
A3	15		ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.15	Штуцер	1	
<b>ВКР 23.03.03.658.18.УИПП.00.00</b>						
Изм.		Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.		Лисиничнов Ф.И.				
Проб.		Нурмиев А.А.				
Консул.						
Н.контр.		Пикнуллин Г.В.				
Утв.		Хафизов К.А.				
				Устройства для диагностирования прецизионных пар		
Лит.		Лист	Листов.			
Д\П		1	2			
Казанский ГАУ каф. ТАиЭУ заочное отделение группа 3451с						
				Формат А4		

Копировал

