

**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»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: ПРОЕКТ УЧАСТКА РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ С РАЗРАБОТКОЙ
ПОРШНЯ ПЕРЕМЕННОЙ ДЛИНЫ

Шифр ВКР 23.03.03.464.18.МИРОЦ.00.00.00.ПЗ

Студент группы 3451с _____ Мингалеев А.Р.
подпись Ф.И.О.

Руководитель ст. преподаватель _____ Нурмиев А.А.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите (протокол № 6 от 12
февраля 2018 г.)

Зав. кафедрой профессор, д.т.н. _____ Хафизов К.А.
ученое звание подпись Ф.И.О.

Казань – 2018 г.

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

Направление: 23.03.03– Эксплуатация транспортно-технологических
машин и комплексов

Профиль: Сервис транспортных и транспортно-технологических машин
и оборудования (сельское хозяйство)

Кафедра: «Тракторы, автомобили и энергетические установки»

«УТВЕРЖДАЮ»

Зав. кафедрой _____ /Хафизов К.А./

«10» декабря 2017 г.

**ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу**

Студенту Мингалееву А.Р. _____

Тема ВКР: ПРОЕКТ УЧАСТКА РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ С
РАЗРАБОТКОЙ ПОРШНЯ ПЕРЕМЕННОЙ ДЛИНЫ _____

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

1. Срок сдачи студентом законченной ВКР: 05.02.2018
2. Исходные данные: материалы собранные в период преддипломной практики, справочники, книги по тематике ВКР _____

3. Перечень подлежащих разработке вопросов: 1. Анализ особенностей двигателей с регулируемым процессом сжатия и развитие их конструкций; 2. Проект участка модернизации двигателей; 3. Конструкторская разработка, 4. Разработка мероприятий по безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды; 5. Экономическое обоснование _____

4. Перечень графических материалов: 1. План участка ремонта двигателей; 2. Классификация направлений совершенствования ДВС, 3. Обзор существующих конструкций; 4,5,6.Конструктивная разработка ,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 _____ (Мингалеев А.Р.)

Руководитель ВКР _____ (Нурмиев А.А.)

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Мингалеева А.Р. «Проект участка ремонта двигателей с разработкой поршня переменной длины».

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на 64 страницах машинописного текста и графической части на 7 листах. Записка состоит из введения, 5 разделов, выводов и предложений, и включает 10 рисунков и 9 таблиц. Список используемой литературы содержит 23 наименований.

В первом разделе дан анализ особенностей двигателей с регулируемым процессом сжатия и развитие их конструкций.

Во втором разделе приведен технологический расчет участка модернизации двигателей.

В третьем разделе приведен обоснование разрабатываемой конструкции, 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 Mingaleeva A.R. «Project site repair engines with the development of a variable-length piston.»

The final qualifying work consists of an explanatory note on 64 pages of typewritten text and a graphic part on 7 sheets. The note consists of an introduction, 5 sections, conclusions and proposals, and includes 10 figures and 9 tables. The list of references contains 23 items.

The first section analyzes the features of engines with adjustable compression process and the development of their designs.

The second section presents the technological calculation of the engine modernization section.

In the third section justification of the developed design is given, the description of the projected design is given, constructive calculations are carried out.

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 Устройства для изменения степени сжатия.....	17
1.2 Вихревая камера с автоматически регулируемым объемом..	21
1.3 Пневмобуферные устройства камер сгорания.....	22
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	25
2.1 Анализ производственной программы.....	25
2.2 Расчёт годовых фондов времени.....	25
2.3 Расчёт трудоёмкости.....	26
2.4 Определение основных параметров производственного процесса.....	28
2.5 Построение графика ремонтного цикла двигателя.....	28
2.6 Распределение трудоёмкости по участкам.....	30
2.7 Расчёт численности производственных рабочих по участкам и работающих по цеху.....	30
2.8 Расчёт и выбор основного производственного оборудования	34
2.9 Расчёт производственных площадей.....	36
2.10 Компоновка производственных участков.....	36
2.11 Планировка производственного оборудования цеха.....	37
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	38
3.1 Влияние степени сжатия на эффективные показатели двигателей внутреннего сгорания.....	38
3.2 Механизм для изменения рабочего объема двигателя внутреннего сгорания.....	42
3.3 Расчет деталей кривошипно-шатунного механизма.....	44
4 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ОХРАНА	

ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ.....	49
4.1 Анализ условий труда при работе на автомобиле.....	49
4.2 Расчет параметров безопасности автомобиля.....	50
4.3 Состояние пожарной безопасности на автомобиле.....	53
4.4 Охрана окружающей среды.....	54
4.5 Физическая культура на производстве.....	54
5 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ	
КОНСТРУКЦИИ.....	57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	62
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	64

ВВЕДЕНИЕ

В двигателях внутреннего сгорания с турбонаддувом в зависимости от режима работы необходимо автоматически регулировать параметры воздушного заряда к концу сжатия для ограничения максимально допустимого значения максимального давления сгорания. Применение в двигателях с наддувом регулируемого процесса сжатия обеспечивает новые качественные возможности улучшения их технико-экономических показателей. В таких двигателях можно, например, не изменяя максимальное давление сгорания, повысить удельную мощность и топливную экономичность на неноминальных режимах, существенно расширить область допустимых режимов работы, улучшить пусковые качества при низких температурах атмосферного воздуха, снизить токсичность отработавших газов, расширить диапазон применяемых сортов топлив.

Известно, что двигатели с переменной степенью сжатия имеют также и недостатки. Из них необходимо отметить сравнительную сложность конструкции механизмов, используемых для изменения степени сжатия, и их низкую эксплуатационную надежность. Анализ состояния двигателей с переменной степенью сжатия показывает, что наиболее интересными направлениями их развития являются создание двигателей с поршнями, автоматически регулирующими степень сжатия, с разделенной вихревой камерой автоматически регулируемого объема и с пневмобуферными устройствами камер сгорания.

Целью выпускной квалификационной работы является проект автомобильного двигателя внутреннего сгорания с регулируемым ходом поршня.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие основные задачи выпускной квалификационной работы:

- рассмотреть особенности двигателей внутреннего сгорания с регулируемым процессом сжатия и развитие их конструкций;

- разработать конструкцию механизма для изменения рабочего объема цилиндра;
- разработать правила по охране труда при эксплуатации автомобиля и экологичность проекта;
- провести экономическое обоснование разрабатываемой конструкции.

1 АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

При количественном регулировании изменение параметров процесса сжатия осуществляется изменением фаз газораспределения или фазы работы дополнительного перепускного клапана, расположенного в камере сгорания и связывающего надпоршневое пространство в строго определенные периоды рабочего цикла с впускным ресивером, или выпускным трубопроводом, или дополнительным замкнутым объемом - аккумулятором части заряда.

В четырехтактных ДВС, работающих по циклу Миллера (с внутренним охлаждением заряда), регулирование процесса сжатия производится изменением угла закрытия впускного клапана. При раннем закрытии впускных клапанов и дальнейшем ходе поршня до НМТ происходит расширение поступившего в цилиндры воздуха с понижением его давления и температуры. Уменьшение наполнения цилиндров при преждевременном закрытии впускных клапанов компенсируется более высоким давлением наддува. Последнее может быть использовано как для повышения мощности цилиндра, так и для снижения расхода топлива. С уменьшением нагрузки закрытие впускных клапанов, автоматически регулируемое в зависимости от изменения давления наддува, приближается к НМТ.

При работе двигателей по циклу Аткинса часть заряда на также сжатия отводится во впускной или выпускной ресивер. Это приводит, как и при работе по циклу Миллера, к снижению давления и температуры конца сжатия, что обуславливает использование большего давления наддува и вследствие этого увеличение массового заряда цилиндра. Управление перепуском части заряда позволяет регулировать процесс сжатия. Можно считать, что при цикле Аткинса перепуск части заряда осуществляется в бесконечно большой объем.

При объемном регулировании процесса сжатия в двигателях с неразделенной камерой сгорания могут применяться поршни, автоматически

регулирующие степень сжатия, и буферные устройства камер сгорания, а в двигателях с вихрекамерным смесеобразованием — камеры с автоматически регулируемым объемом.

Поршни, автоматически изменяющие степень сжатия, регулируют объем камеры сгорания при работе двигателя на различных нагрузочных режимах путем изменения расстояния от верхней кромки головки поршня до оси пальца.

В буферных устройствах камер сгорания и вихревых камерах с регулируемым объемом кроме дополнительного маленького цилиндра с подвижным поршеньком в камере сгорания необходимы дополнительные системы для создания противодействия давлению газов на поршень с целью ограничения его максимального перемещения на каждом режиме работы двигателя.

Тепловое регулирование процесса сжатия может быть осуществлено после закрытия впускных органов, т.е. после завершения процесса наполнения на такте сжатия, подачей в цилиндр части рабочего тела с температурой и давлением отличными от температуры и давления в цилиндре. При этом в цилиндр может быть подано либо дополнительное рабочее тело, либо горячие газы с рабочего хода предыдущего цикла.

При тепловом регулировании процесса сжатия предполагается наличие в камере сгорания дополнительного устройства, автоматически, в зависимости от режима работы двигателя, дозирующего подачу в цилиндр другого рабочего тела.

С широким внедрением системы выключения части цилиндров при минимальных частотах вращения коленчатого вала на режиме холостого хода появилась возможность применения системы дозарядки [2]. Для этого цилиндр соединяют трубопроводом с цилиндром, работающим в режиме компрессора, т.е. без подачи топлива. На конце соединительного трубопровода со стороны работающего цилиндра устанавливают обратный клапан, а на другом конце — управляющий клапан. Дозарядка начинается с

момента открытия управляющего клапана. Процесс сжатия в неработающем цилиндре происходит опережением $50 - 120^\circ$ угла поворота коленчатого вала по сравнению с работающим цилиндром.

В результате разницы давлений в цилиндрах открывается обратный клапан и в работающий цилиндр дополнительно подается сжатый воздух. При пуске двигателя дозарядка из неработающего цилиндра в работающий составляет около 30 % массы заряда, который находится в работающем цилиндре в начале сжатия [3]. С повышением частоты вращения коленчатого вала подача воздуха от неработающего цилиндра уменьшается, так как возрастают потери давления и сокращается время для подачи топлива.

Систему дозарядки цилиндров используют для улучшения характеристик сгорания на входе в турбину. При определенной нагрузке камеру сгорания отключают и с этого момента система наддува работает как обычный турбокомпрессор.

Двигатели с системой наддува на режимах высоких нагрузок имеют повышенный коэффициент избытка воздуха, что способствует снижению температурного уровня деталей камеры сгорания, уменьшению дымности отработавших газов и содержанию в них окислов азота.

Таким образом, поскольку в двигателях с фиксированной степенью сжатия высокое качество рабочего процесса может быть обеспечено только в сравнительно небольшом интервале изменения нагрузок и частоты вращения коленчатого вала, то одним из путей форсирования дизеля по наддуву является автоматическое регулирование процесса сжатия в зависимости от режима его работы. В этом случае предполагается обеспечение оптимальных параметров воздушного заряда к моменту подачи топлива на всех эксплуатационных режимах.

Топливная экономичность ДВС в эксплуатации зависит от расхода топлива на рабочих (потребных) и вынужденных режимах. К последним относятся режимы пуска, холостого хода, режимы переходных процессов (сброс и увеличение нагрузки). На транспортных установках вынужденные

режимы занимают значительную долю времени всей работы двигателя, поэтому важно учитывать работу двигателя на всех эксплуатационных режимах.

При автоматическом регулировании процесса сжатия дизелей без повышения максимального давления цикла может быть обеспечено следующее:

- существенное повышение удельной мощности в результате реализации более высоких давлений наддува при сохранении экономичности на ненормальных режимах и без ухудшения пусковых качеств;

- расширение области допустимых режимов работы вследствие реализации больших давлений наддува; -

- улучшение топливной экономичности, особенно форсированных по наддуву дизелей;

- снижение тепловой напряженности деталей камеры сгорания в результате использования на режиме номинальной мощности большего значения коэффициента избытка воздуха;

- расширение диапазона применяемых топлив;

- улучшение пусковых качеств при отрицательных температурах окружающей среды;

- снижение токсичности отработавших газов;

- повышение эффективности работы ДВС при переменных параметрах окружающей среды.

К общим недостаткам двигателей с регулируемым процессом сжатия следует отнести некоторое усложнение конструкции отдельных узлов или добавление новых. В двигателях с переменной степенью сжатия нарушается взаимное расположение топливного факела и камеры сгорания, вследствие чего ухудшаются условия смесеобразования и экономичность двигателя. У дизелей с перепуском части заряда цилиндра этот недостаток отсутствует, так как объем камеры сгорания не меняется. Однако в этом случае существуют потери энергии перетока, которые должны быть сведены к

минимуму путем оптимизации геометрических размеров и режимов подключения дополнительного объема к рабочему цилиндру.

Механизмы, автоматически изменяющие степень сжатия, сложнее в доводке, так как их работа связана с изменением положения некоторых деталей камеры сгорания в условиях высоких температур и больших давлений газа при резко меняющихся условиях теплоотвода и смазывания трущихся поверхностей. Работа таких механизмов еще более осложняется на переходных режимах. Решение проблемы обеспечения газоплотности и уменьшения влияния неизбежных нагароотложений в камере сгорания также остается важнейшей задачей при создании таких механизмов.

В двигателях с перепуском части заряда отсутствуют перечисленные недостатки дизелей с переменной степенью сжатия, так как в них используют узлы, которые применяются в уже выпускаемых двигателях.

Выбор способа регулирования процесса сжатия во многом определяется следующими факторами:

- конструкцией двигателя, особенностью его компоновки;
- необходимым диапазоном регулирования, который определяется ограничительными условиями снижения давления и температуры сжатия, исходя из экономичности, возможности повышения давления наддува в агрегатах воздухообеспечения, размещения дополнительной поверхности охладителей наддувочного воздуха, корректировки условий топливо подачи для улучшения динамики цикла на режимах больших цикловых подач;
- тактностью;
- надежностью и степенью доведенности механизма, при помощи которого производится регулирование процесса сжатия.

Так как на одном и том же двигателе может быть реализовано несколько способов регулирования, то окончательный выбор делает конструктор, который учитывает также технологические и производственные факторы.

Первые шаги по созданию ДВС с автоматическим регулированием

степени сжатия были сделаны еще в начале XX столетия, и только спустя примерно 50 лет появились первые опытные работоспособные образцы автомобильных карбюраторных двигателей. В них регулирование степени сжатия осуществлялось путем изменения объема камеры сгорания в зависимости от скоростного и нагрузочного режимов двигателя. На каждом режиме выдерживалась максимально допустимая по условиям работы двигателя (на границе детонации) степень сжатия, что обеспечило снижение эксплуатационного расхода топлива на 11 - 23 % [5].

Такие двигатели в СССР были созданы в 1945 - 1950 гг. на базе автомобильных двигателей ГАЗ-ММ и ЗИЛ-120. В 1952 г. в США на автомобилях "Ольдсмобиль" и "Виллис" также были начаты эксплуатационные испытания двигателей с переменной степенью сжатия, при этом расход топлива в высокогорных условиях был снижен до 50 % [5]. В создании и исследовании карбюраторных двигателей с автоматическим регулированием степени сжатия большой вклад внесли коллективы отечественных ученых под руководством академиков В.В. Махалдиани и Е.А. Чудакова.

В 60-е годы в связи с началом широкого внедрения на дизелях газотурбинного наддува регулирование степени сжатия стало рассматриваться как средство ограничения максимального давления сгорания на номинальном и близких к нему режимах. При пуске дизеля степень сжатия максимально допустимая, а по мере увеличения наддува она уменьшается.

Известны многочисленные попытки создания ДВС с изменением степени сжатия, например, путем изменения хода поршня в зависимости от режима работы, установки коленчатого вала в эксцентричных втулках, перемещения цилиндра вдоль оси или использования шатунов переменной длины. Некоторые из них нашли применение лишь в стендовых одноцилиндровых установках для экспериментальных целей вследствие их сложности и низкой надежности.

В настоящее время наиболее интересными направлениями развития ДВС с регулируемой степенью сжатия являются:

- использование поршней, автоматически регулирующих степень сжатия;
- применение разделенной вихревой камеры автоматически регулируемого объема;
- применение буферных устройств камеры сгорания.

Конструкция первой вихревой камеры автоматически регулируемого объема, установленная на одноцилиндровом отсеке, позволяла изменять степень сжатия от 19 до 12. Такие камеры могут быть применены как на вихрекамерных двигателях, так и на двигателях с непосредственным впрыскиванием топлива. Однако в последних, воздух, в процессе горения используется не эффективно.

Буферные устройства камер сгорания исследовались только на одноцилиндровых установках, поэтому являются менее доведенными. Они применяются в сочетании с пневмоуправлением демпфирующего поршня, что требует использования специального баллона со сжатым воздухом и редуктора давления.

Общепризнанная тенденция создания и развития ДВС в виде типоразмер-ных мощностных рядов, модели которых отличаются не только количеством цилиндров, но и степенью форсирования по n_e и частоте вращения коленчатого вала [4]. Очевидно, что не для всех моделей двигателей целесообразно внесение усложнений для автоматического регулирования степени сжатия.

Детали и узлы, добавляемые или заменяемые в двигателе для достижения автоматического регулирования степени сжатия, должны быть максимально унифицированы с основными деталями и узлами двигателей мощностного ряда, что часто затрудняется компоновочными особенностями основных типовых узлов и двигателя в целом.

Автоматическое регулирование степени сжатия используется в ДВС с

одно- и двухступенчатым газотурбинным наддувом с промежуточным охлаждением и, в первую очередь, в транспортных двигателях с высокой удельной мощностью, для которых характерны переходные режимы работы. В настоящее время еще недостаточно изучены вопросы топливоподачи, смесеобразования и горения при переменной степени сжатия, особенно при низкой степени сжатия и больших цикловых подачах.

1.1 Устройства для изменения степени сжатия

В ДВС степень сжатия может быть изменена путем регулирования объема камеры сгорания, рабочего объема цилиндра и фаз газораспределения. Наиболее перспективным направлением автоматического регулирования степени сжатия следует считать регулирование объема камеры сгорания и фаз газораспределения, так как изменение хода поршня приводит к необходимости значительного усложнения конструкции двигателя.

Для достижения переменной степени сжатия наиболее часто используют подключаемую камеру. Преимущество отдается цилиндрической камере, находящейся в крышке цилиндра или являющейся продолжением цилиндрической втулки, в которой дополнительный объем освобождается посредством перемещающегося поршня. Привод поршня может быть осуществлен различными способами: механическим, гидравлическим, пневматическим. Его перемещение может являться функцией частоты вращения коленчатого вала двигателя или нагрузки. В некоторых предложенных конструкциях перемещение поршня зависит и от других факторов, а также от их совокупности.

Кроме подключаемой камеры в крышке цилиндра используют поршень с изменяемой высотой головки или шатун с переменной длиной. В некоторых конструкциях обеспечивают применением перемещающихся подшипников коленчатого вала или гильз цилиндров,двигающихся вместе с

крышками цилиндров, а также изменением длины кривошипа. В этом случае требуется применение весьма сложных конструкций основных узлов и деталей, а при модернизации имеющихся двигателей - коренной их переделки. Изменение угла опережения вращения одного коленчатого вала относительно другого возможно в двигателях особых конструкций с несколькими коленчатыми валами [9].

В карбюраторных двигателях переменная степень сжатия может быть получена с помощью дополнительной камеры, поршень которой перемещается под действием давления масла, подаваемого в специальную полость. Давление в полости зависит от положения питательного крана, выполненного заодно с дроссельной заслонкой карбюратора, т.е. является функцией нагрузки двигателя. Таким образом, положением поршня регулируется степень сжатия при изменении режима работы двигателя.

При регулировании степени сжатия в карбюраторных двигателях изменением фаз газораспределения в канале перед впускным клапаном устанавливают заслонку циклического действия (например, с программным гидроуправлением) для перекрытия канала в конце каждого такта впуска в момент, определяемый нагрузкой двигателя. Ограничением поступления заряда в цилиндр двигателя обеспечивается примерно постоянное максимальное давление сгорания при росте наддува без увеличения дроссельных потерь. Таким образом, изменение момента закрытия заслонки во впускном трубопроводе позволяет получить различные действительные степени сжатия двигателя в зависимости от нагрузки.

Степень сжатия может регулироваться путем передвижения головки, выполненной в виде застопоренного поршня, относительно оси коленчатого вала. Такой способ применяют только в одноцилиндровых двигателях, используемых для определения октановых и цетановых чисел голив. Степень сжатия в таких конструкциях может изменяться как на неработающем, так и на работающем двигателе. Для многоцилиндровых двигателей такой способ регулирования е представляет большие

конструктивные трудности и приводит к значительному увеличению размеров и массы двигателя.

На некоторых серийных двигателях за рубежом применяют при холодном пуске отключение вспомогательной камеры. После пуска двигателя степень сжатия понижают присоединением дополнительной камеры к основной.

Для автоматического регулирования степени сжатия в многоцилиндровых двигателях наибольший практический интерес представляют поршни, автоматически регулирующие степень сжатия, вихревые камеры регулируемого объема и пневмобуферные устройства камер сгорания.

Особенность конструкции поршней, автоматически регулирующих степень сжатия, заключается в их способности изменять объем камеры сгорания в результате изменения расстояния между плоскостью головки поршня и осью поршневого пальца в момент нахождения поршня в районе ВМТ в зависимости от максимального давления сгорания. Для этого поршни выполняют составными с гидравлической системой регулирования. Конструкции поршней, автоматически регулирующих степень сжатия для четырехтактных и двухтактных двигателей различны.

Поршни, автоматически регулирующих степень сжатия для двухтактных двигателей имеет существенную особенность, так как силы от давления газа в цилиндре всегда превышают силы инерции, действующие на поршень. Поэтому поршень двухтактного двигателя (рисунок 1.1) снабжен дополнительным поршнем 6 и выступом 5 на головке шатуна. При подходе поршня к НМТ выступ 5 поднимает поршень 6 вверх. Масло, заполняющее пространство над поршнем, вытесняется в масляную камеру 3 и поднимает наружный поршень (оболочку) 1. Количество вытесненного масла определяет величину подъема оболочки 1. Опускание оболочки поршня двухтактного двигателя происходит также под действием избыточного давления газа и управляется редукционным клапаном 4. На режиме

номинальных нагрузок процесс повторяется при каждом обороте вала двигателя, а при работе на режимах холостого хода и частичных нагрузок удаление масла из камеры 3 прекращается. Оболочка 1 под давлением поступающего в камеру 3 масла поднимается относительно внутреннего поршня (вставки) 2 вверх, увеличивая степень сжатия.

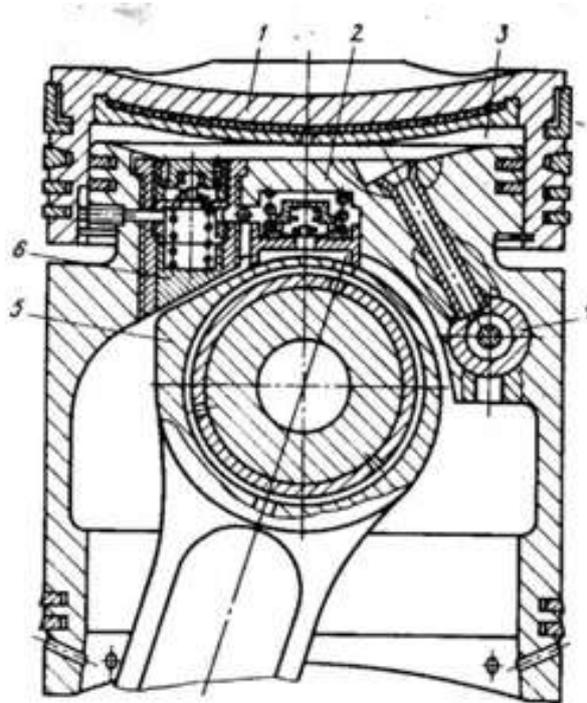


Рисунок 1.1 – Поршень автоматически регулирующий степень сжатия

В двухтактном двигателе в отличие от четырехтактного подача масла в масляную камеру поршня не прекращается даже на режиме холостого хода. Это может привести к нарушению работы стопорного устройства оболочки при длительной работе на режиме холостого хода. В поршне двухтактного двигателя необходимо предусмотреть предохранительный клапан, который под действием избыточного давления в масляной камере должен открываться. Величина избыточного давления обуславливается надежностью устройства, стопорящего оболочку от сползания. В период продувки цилиндра превышение сил от давления газа над силами инерции поршня позволяет отказаться от нижней масляной камеры с дренажным отверстием, так как нет необходимости в предотвращении удара оболочки о вставку.

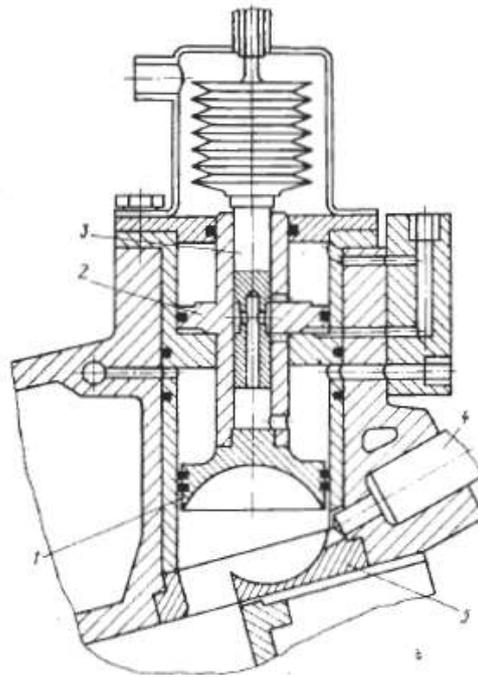
Одной из проблем при создании поршня переменной длины является

снижение массы деталей поршня и обеспечение минимальных удельных давлений в местах соединения деталей кривошипно-шатунного механизма, так как инерционные нагрузки достигают высоких значений. Особенно ответственным считается выбор материала для подвижной оболочки поршня при обеспечении минимальной массы и высокой износостойкости. Применение для оболочки поршня в качестве материала перлитного ковкого чугуна позволяет повысить срок его службы.

1.2 Вихревая камера с автоматически регулируемым объемом

Конструктивная схема вихревой камеры автоматически регулируемого объема показана на рисунке 1.2. Подвижной свод 1 передвигается под действием гидравлического сервопоршня 2 вверх или вниз относительно неподвижной части вихревой камеры. В результате этого изменяется общий объем камеры сгорания и, следовательно, степень сжатия. В данной конструкции применена система гидравлического управления подвижным сводом вихревой камеры. Однако не исключены и другие типы систем управления, например, механическая или электрическая [6, 15].

Наибольшую трудность составляет доводка уплотнения подвижного свода. После длительной доводки была разработана система уплотнения, состоящая из неразрезного жаропрочного кольца (первого) и уплотнительного кольца (второго), конструкция которого была заимствована из системы уплотнения самолетного шасси. Утечке масла из цилиндра сервопоршня в камеру препятствует пакет из полиэтиленовых колец, снабженных экспандерами. К недостаткам данных двигателей следует также отнести ухудшение условий смесеобразования и сгорания по мере увеличения объема вихревой камеры.



1 - подвижный свод вихревой камеры; 2 - гидравлический сервопоршень; 3 - регулирующий золотник; 4 - топливная форсунка; 5 - вставка вихревой камеры

Рисунок 1.2 Вихревая камера с автоматическим регулированием объема

Экспериментально было доказано, что в двигателе с вихревой камерой автоматически регулируемого объема не только значительно увеличивается мощность в результате наддува, но и снижается удельный расход топлива во всем диапазоне изменения нагрузки вследствие применения более высоких значений коэффициента избытка воздуха.

1.3 Пневмобуферные устройства камер сгорания

Буферное устройство — это приставка к камере сгорания. Оно имеет цилиндр небольшого диаметра со свободным поршнем без механического привода. Этот поршень нагружен со стороны противоположной камере сгорания или пружиной, или сжатым воздухом. При повышении давления газов в цилиндре поршень отходит от крайнего положения, объем камеры сгорания увеличивается и давление в ней снижается. С уменьшением давления в камере сгорания поршень возвращается в исходное положение, а

сжатый в буфере воздух действует на поршень двигателя.

Применение пружины для создания давления над поршнем не целесообразно, так как ее размеры в этом случае будут большими. Использование жидкостей для этих целей ухудшает быстродействие устройства вследствие медленного прохождения жидкости через малые отверстия.

К числу принципиальных недостатков пневмобуферных устройств следует отнести необходимость наличия баллона со сжатым воздухом и редуктора с системой управления давлением воздуха в забуферной полости.

На рисунке 1.3 показана схема пневмобуферного устройства. Над рабочим цилиндром 2 расположен буферный цилиндр 3, имеющий поршень 4 с уплотнительными кольцами и крышкой 6. Сверху буферный цилиндр герметически закрыт крышкой 8, в которой установлен стержень 7 с неподвижным поршнем J и впускной клапан 9 для впуска сжатого воздуха.

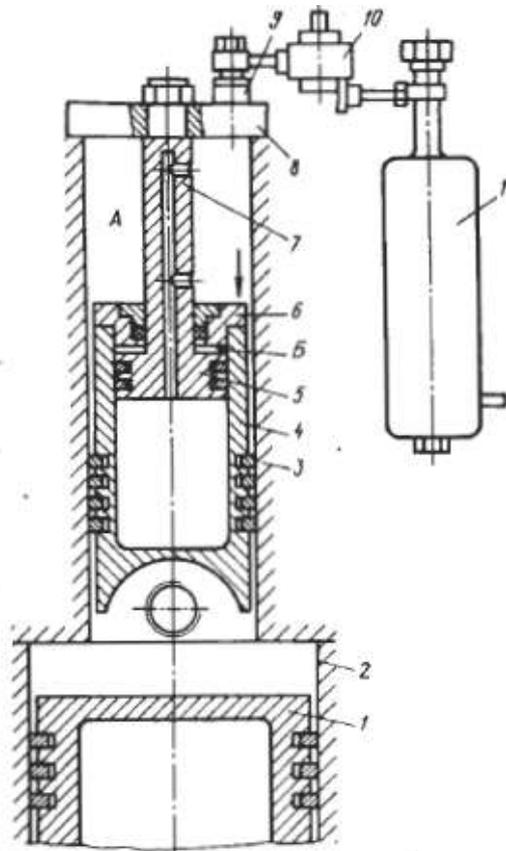


Рисунок 1.3 - Схема пневмобуферного устройства

В стержне неподвижного поршня имеется канал, сообщающий

выходными отверстиями внутреннюю полость свободно движущегося поршня с буферной полостью А, а также (в некоторые моменты) с полостью Б. К впускному клапану 9 через редуктор давления 10 подводится сжатый воздух из ресивера 11.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ производственной программы.

При проектировании участка ремонта двигателей основой служат производственная программа. Для расчёта годовой программы предприятия необходимо знать количество двигателей, агрегатов, узлов и деталей, нуждающихся в ремонте.

Количество двигателей, нуждающихся в ремонте, определяется по производственной программе предприятия.

Получаем: Д – 240 = 23 шт.;

Редукторы = 33 шт.;

Д – 6 = 178 шт.;

Д – 12 = 138 шт.;

СМД – 9 = 9 шт.;

А – 41 = 30 шт.;

ГАЗ = 4 шт.;

ЯМЗ = 24 шт.;

Турбокомпрессоры = 75 шт.;

Топливные насосы = 476 шт.

2.2 Расчёт годовых фондов времени.

Расчет годовых фондов времени делается по стандартным типовым расчетам которая принята у нас в стране. Обычно считается трудовая неделя 5 дневка с продолжительностью рабочего дня 8 часов. Исходя из этих исходных данных рассчитываем годовой фонд времени

Номинальный годовой фонд времени работы определяется:

$$\Phi_n = K_p \cdot t_{cm} \quad (2.1)$$

где Φ_n – номинальный годовой фонд времени работы, ч;

K_p – число рабочих дней в году при пятидневной неделе – 248 дней ;

$t_{см}$ – продолжительность рабочей смены, ч.

$$\Phi_n = 248 \cdot 8 = 1984 \text{ ч.}$$

После этого определяем действительный годовой фонд времени рабочего определяется с учетом праздничных дней, выходных и отпусков:

$$\Phi_{д.р.} = (\Phi_n - K_o \cdot t_{см.}) \cdot k_p \quad (2.3.)$$

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

K_o – число дней отпуска в году;

k_p – коэффициент потерь рабочего времени.

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

Годовые действительные фонды времени рабочих приведены в таблице 2.1

Таблица 2.1 Годовые действительные фонды времени рабочих

Категория специальности	Специальность рабочего	Продолжительность отпуска, рабочие дни	K_p	$\Phi_{д.р.}$
I	Кузнец, медник, электрогазосварщик, маляр	24	0,88	1577
II	Мойщик, гальваник, испытатель	24	0,89	1595
III	Слесарь, токарь, плотник	24	0,9	1613

Действительный годовой фонд времени работы оборудования рассчитывается:

$$\Phi_{д.о.} = \Phi_n \cdot n_c \cdot z_o, \quad 2.4.$$

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

n_c – число рабочих смен в сутки;

z_o – коэффициент использования оборудования, $z_o = 0,97 \dots 0,98$.

$$\Phi_{д.о.} = 1984 \cdot 1 \cdot 0,98 = 1944 \text{ ч.}$$

2.3 Расчёт трудоёмкости.

Определяем трудоёмкость согласно общепринятой методики:

$$T = T_i \cdot n_i \cdot k, \quad 2.5.$$

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

T_i – трудоёмкость капитального ремонта единицы изделия, чел – ч.;

n_i – количество ремонтов объектов данной марки, шт;

k – поправочный коэффициент, учитывающий годовую программу.

$$T_{Д-240} = 23 \cdot 58 \cdot 1,07 = 1427,4 \text{ чел – ч.};$$

$$T_{Ред-р} = 33 \cdot 6,7 \cdot 1,07 = 236,6 \text{ чел – ч.};$$

$$T_{Д-6} = 178 \cdot 17,6 \cdot 1,07 = 3352,1 \text{ чел – ч.};$$

$$T_{Д-12} = 138 \cdot 21,4 \cdot 1,07 = 3159,9 \text{ чел – ч.};$$

$$T_{СМД} = 9 \cdot 105 \cdot 1,07 = 1011,2 \text{ чел – ч.};$$

$$T_{А-41} = 30 \cdot 65 \cdot 1,07 = 2086,5 \text{ чел – ч.};$$

$$T_{ГАЗ} = 46,3 \cdot 4 \cdot 1,07 = 198,2 \text{ чел – ч.};$$

$$T_{ЯМЗ} = 24 \cdot 100 \cdot 1,07 = 2568 \text{ чел – ч.};$$

$$T_{Турбо-р} = 75 \cdot 5,9 \cdot 1,07 = 473,5 \text{ чел – ч.};$$

$$T_{Топ.нас.} = 476 \cdot 8,5 \cdot 1,07 = 4147 \text{ чел – ч.}$$

Трудоёмкость основных работ определяем по общепринятой методике:

$$T_{ОСН} = T_{Д-240} + T_{Ред-р} + T_{Д-6} + T_{Д-12} + T_{СМД} + T_{А-41} + T_{ГАЗ} + T_{ЯМЗ} + T_{Турбо-р} + T_{Топ.нас.}, \quad 2.6$$

где $T_{ОСН}$ – трудоёмкость основных работ, чел – ч.;

$T_{Д-240}; T_{Ред-р}; T_{Д-6}; T_{Д-12}; T_{СМД}; T_{А-41}; T_{ГАЗ}; T_{ЯМЗ}; T_{Турбо-р}; T_{Топ.нас.}$ – годовая трудоёмкость ремонта соответственно тракторов и автомобилей, чел – ч.

$$T_{ОСН} = 1427,4 + 236,6 + 3352,1 + 3159,9 + 1011,2 + 2086,5 + 198,2 + 2568 + 473,5 + 4147 = 18660,4 \text{ чел – ч.}$$

Общая годовая трудоёмкость определяется по общепринятой методике:

$$T_{ОБЩ} = T_{ОСН} + T_{ДОП} \quad 2.7$$

где $T_{ОБЩ}$ – общая годовая трудоёмкость, чел – ч.;

$T_{ОСН}$ – трудоёмкость основных работ, чел – ч.;

$T_{ДОП}$ – дополнительная трудоёмкость, учитывающая работы по ремонту собственного оборудования, изготовление и восстановление деталей, прочие неучтённые работы чел – ч.

Дополнительная трудоёмкость берётся в процентном соотношении от общей трудоёмкости ремонта (см. таблицу 2.2)

Таблица 2.2 Объем дополнительных работ

Наименование	% от общей трудоёмкости ремонта	чел - ч
Ремонт собственного оборудования	8	1492,8
Восстановление и изготовление деталей	5	933,2
Ремонт и изготовление инструмента и приспособлений	3	559,8
Прочие неучтённые работы	10	1866

$$T_{\text{ОБЩ}} = 18660,4 + 4851,6 = 23512 \text{ чел} - \text{ч}.$$

2.4 Определение основных параметров производственного процесса.

Общий такт ремонта определяют по существующей методике:

$$\phi = \Phi_n / N_{\text{пр}}, \quad 2.8$$

где ϕ – общий такт ремонта, ч.;

Φ_n – номинальный годовой фонд времени, ч.;

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

Приводим производственную программу к одной марке двигателя так, как в дальнейших расчетах нам будет сложно. .

$$N_{\text{пр}} = T_{\text{ОБЩ}} / T_{A-41} \quad 2.9$$

где $T_{\text{ОБЩ}}$ – общая трудоёмкость, чел – ч.;

T_{A-41} – трудоёмкость капитального ремонта двигателя А-41 к которой приводится вся программа, чел – ч.

$N_{\text{пр}} = 23512 / 65 = 361,7 \text{ прив. рем.};$

$\phi = 1984 / 361,7 = 6 \text{ ч}.$

2.5 Построение графика ремонтного цикла двигателя.

Периодичность, виды и объемы плановых ремонтов машин устанавливаются (планируются) заранее и оформляются в виде структурных графиков ремонтных циклов и календарных графиков. Структурные графики

ремонтных циклов должны разрабатываться с учетом всех факторов, определяющих необходимость ремонтов. Главным из таких факторов является механическое изнашивание деталей, на примере которого можно рассмотреть принципы построения графиков ремонтных циклов.

Расчётное количество рабочих на каждом рабочем месте определяется по существующей методике:

$$Pr.m. = Tr.m. / \phi, \quad 2.10.$$

где $Pr.m.$ – расчётное количество рабочих на каждом рабочем месте;
 $Tr.m.$ – трудоёмкость работ на определённом рабочем месте, чел – ч;
 ϕ – общий такт ремонта.

Рабочие места комплектуются в соответствии всех требований. Недогрузка и перегрузка допускается согласно справочных и нормативных значений.

Загрузка рабочего определяется по существующей методике:

$$Z_p = (Pr.m. / P_{пр.}) \cdot 100\%, \quad 2.11.$$

где Z_p – загрузка рабочего, %;

$P_{пр.}$ – принятое число рабочих на посту.

Продолжительность выполнения операции по каждому рабочему месту находится по существующей методике:

$$t_i = T_{P.M.} / P_o, \quad 2.12.$$

где t_i – продолжительность выполнения операции, ч;

$T_{P.M.}$ – трудоёмкость работ на определённом рабочем месте, чел – ч;

P_o – число исполнителей на одном рабочем месте.

Общая продолжительность цикла производства с учётом дополнительного времени на контроль, транспортировку и прочее составит :

$$t = 1,1 \dots 1,15 \cdot t_{цикл.}, \quad 2.13.$$

где t – общая продолжительность цикла, ч. ;

$t_{цикл.}$ – продолжительность пребывания объекта в ремонте, ч.

$$t = 1,1 \dots 1,15 \cdot 40,8 = 44,88 \text{ ч.}$$

Определяем главный параметр производства - фронт ремонта, это число объектов, одновременно находящихся в ремонте:

$$f = t / \phi, \quad 2.14.$$

где f – фронт ремонта ;

t – общая продолжительность цикла , ч ;

ϕ – такт ремонта , ч .

$$f = 44,88 / 6 = 7,48 \text{ двигателей}$$

Для удобства расчетов принимаем количество двигателей равной 7.

Пропускная способность предприятия, т.е. число изделий которые могут быть отремонтированы за определённый промежуток времени, рассчитывается по принятой методике:

$$N_{пр.с.} = \Phi_n \cdot f \cdot z / t \quad 2.15.$$

где $N_{пр.с.}$ – пропускная способность предприятия за планируемый период ;

f – фронт ремонта ;

Φ_n – номинальный годовой фонд времени цеха , ч;

z – число смен ;

t – общая продолжительность цикла , ч .

$$N_{пр.с.} = 7 \cdot 1984 \cdot 1 / 44,88 = 309,4$$

Подсчитанную пропускную способность сравниваем с заданной программой ремонта и определяем по установленной методике коэффициент загрузки предприятия:

$$kз.п. = N_{пр.} / N_{пр.с.}, \quad 2.16.$$

где $kз.п.$ – коэффициент загрузки предприятия.

$$kз.п. = 361,7 / 309,4 = 1,2 > 1$$

Значит предприятие загружено на полную мощность.

2.6 Распределение трудоёмкости по участкам.

Распределение общей трудоёмкости по участкам – это является одной из важнейших задач технологической части проектирования ремонтных предприятий.

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

Таблица 2.3 Ориентировочное распределение общей трудоёмкости

Наименование участка	% от общей трудоёмкости	Трудоёмкость, чел - ч
Участок наружной мойки двигателей	4	940,5
Участок разборки на агрегаты	7	1645,8
Участок разборки на детали	10	2351,2
Участок мойки и очистки агрегатов и деталей	6	1410,7
Участок дефектации	6	1410,7
Участок комплектации	7	1645,8
Участок ремонта топливной аппаратуры и гидросистем	9	2116,8
Участок ремонта головок	7	1645,8
Участок ремонта электрооборудования	5	1175,6
Участок ремонта пусковых двигателей	8	1880,9
Участок изготовления прокладок	1	235,1
Участок общей сборки	20	4702,4
Участок обкатки и испытания	6	1410,7
Окрасочно -- сушильный участок	4	940,5
Склад хранения готовой продукции	-	-
Ремонтный фонд предприятия	-	-

2.7 Расчёт численности производственных рабочих по участкам и работающих по цеху.

Планирование численности основных рабочих. Для определения общей численности основных рабочих-сдельщиков (ЧСД) необходимо знать трудоёмкость всей производственной программы в нормо-часах (ТР), средний процент выполнения норм выработки (ВН) и бюджет времени одного среднесписочного рабочего (Ф). Для определения численности рабочих по профессиям и уровню квалификации необходимо иметь данные о распределении общей трудоёмкости изделий по видам работ и разрядам, которые приводятся в технологических картах.

Например, численность основных рабочих-сдельщиков по видам работ в процентах к общей численности рабочих промышленного предприятия составляет: токари – 27%, фрезеровщики – 8%, сверловщики – 5%, литейщики – 19%, слесари-сборщики – 13,5%, прочие специальности – 27,5% (итого – 100%).

Число рабочих, получаемое в результате построения графика ремонтного цикла, называется явочным. Для получения списочного числа рабочих нужно использовать действительный фонд времени рабочего. Списочное число основных производственных рабочих по участкам определяют по существующей методике:

$$R_{сп.} = T_{уч.} / Фд.р. \cdot k \quad , \quad 2.17.$$

где $R_{сп.}$ – списочное число основных производственных рабочих ;

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

$Фд.р.$ – действительный годовой фонд времени рабочего, ч;

k – коэффициент перевыполнения норм выработки ,

$$k = 1,05 \dots 1,15$$

Участок наружной мойки двигателей

$$R_{сп.} = 940,5 / 1595 \cdot 1,1 = 1 \text{ чел.}$$

Участок разборки на агрегаты

$$R_{сп.} = 1645 / 1595 \cdot 1,1 = 2 \text{ чел}$$

Участок разборки на детали

$$R_{сп.} = 2351,2 / 1595 \cdot 1,1 = 2 \text{ чел.}$$

Участок мойки и очистки агрегатов и деталей

$$R_{сп.} = 1410,7 / 1595 \cdot 1,1 = 1 \text{ чел.}$$

Участок дефектации

$$R_{сп.} = 1410,7 / 1613 \cdot 1,1 = 1 \text{ чел.}$$

Участок комплектации

$$R_{сп.} = 1645,8 / 1613 \cdot 1,1 = 2 \text{ чел.}$$

Участок ремонта топливной аппаратуры и гидросистем

$$R_{сп.} = 2116,8 / 1613 \cdot 1,1 = 2 \text{ чел.}$$

Участок комплектации

$$R_{сп.} = 1645,8 / 1613 \cdot 1,1 = 2 \text{ чел.}$$

Участок ремонта топливной аппаратуры и гидросистем

$$R_{сп.} = 2116,8 / 1613 \cdot 1,1 = 2 \text{ чел.}$$

Участок ремонта головок

$$R_{сп.} = 1645,8 / 1613 \cdot 1,1 = 2 \text{ чел.}$$

Участок ремонта электрооборудования

$$R_{сп.} = 1175 / 1577 \cdot 1,1 = 1 \text{ чел.}$$

Участок ремонта пусковых двигателей

$$R_{сп.} = 1880,9 / 1577 \cdot 1,1 = 2 \text{ чел.}$$

Участок изготовления прокладок

$$R_{сп.} = 235,1 / 1577 \cdot 1,1 = 1 \text{ чел.}$$

Участок общей сборки

$$R_{сп.} = 4702,4 / 1613 \cdot 1,1 = 3 \text{ чел.}$$

Участок обкатки и испытания

$$R_{сп.} = 1410,7 / 1595 \cdot 1,1 = 2 \text{ чел.}$$

Окрасочно – сушильный участок

$$R_{сп.} = 940,5 / 1577 \cdot 1,1 = 1 \text{ чел.}$$

Штат основных производственных и вспомогательных рабочих сводится в таблицу 2.4 .

Таблица 2.4 Штат производственных рабочих по специальностям и разрядам.

Специальность рабочего	Число рабочих	Число рабочих по разрядам					
		I	II	III	IV	V	VI
слесарь - сборщик	9		2	2	3	1	1
мойщик	2			1	1		
дефектовщик	2				1	1	
комплектовщик	3			1	1	1	
слесарь – испытатель	3			1	1	1	
маляр	2		1	1			
служащий	2		1	1			
ИТР	3						
МОП	2						
Итого	28						

2.8 Расчёт и выбор основного производственного оборудования .

Производственное оборудование подбирается и рассчитывается исходя из производственной программы и направления деятельности т.е. специализации ремонтного предприятия.

Число машин для мойки периодического действия определяются по существующей методике:

$$N_m = Q / \Phi_{\text{д.о.}} \cdot q \cdot z_o \cdot z_t, \quad 2.18.$$

где N_m – число моечных машин периодического действия;

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

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

q – производительность моечной машины, т / ч;

z_o – коэффициент загрузки моечной машины по массе ;

z_t – коэффициент, учитывающий использование моечной машины по времени .

Принимая во внимание , что $Q = 0,65 \text{ т}$, $\Phi_{\text{д.о.}} = 1944 \text{ ч}$, $q = 0,7 \text{ т / ч}$, $z_o = 0,6$ и

$$z_t = 0,8$$

находим : $N_m = 0,65 / 1944 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 0,8 = 1 \text{ шт.}$

Число ванн для мойки крупных деталей подсчитывается по существующей методике:

$$N_{\text{м.в.}} = M \cdot t / \Phi_{\text{д.о.}} \cdot z \cdot K_v, \quad 2.19$$

где $N_{\text{м.в.}}$ – число ванн для выварки ;

M – количество крупных деталей, подлежащих очистке вываркой, в год ;

t – продолжительность выварки одной детали, ч ;

$\Phi_{\text{д.о.}}$ – действительный годовой фонд времени работы ванны с учётом сменности, ч;

z – число деталей, одновременно загружаемых в ванну ;

K_v – коэффициент использования ванны по времени .

Принимая во внимание, что $M = 361 \text{ шт.}$, $t = 1 \text{ ч}$, $\Phi_{\text{д.о.}} = 1944 \text{ ч}$,

$$z = 1 \text{ и } K_v = 0,95$$

находим : $N_{\text{м.в.}} = 361 \cdot 1 / 1944 \cdot 1 \cdot 0,95 = 1$

Число стендов для обкатки и испытания двигателей определяется по следующей методике :

$$N_{\text{дв.}} = N_{\text{д}} \cdot t_{\text{и}} \cdot c / \Phi_{\text{д.о.}} \cdot z_{\text{и.с.}} , \quad 2.20$$

где $N_{\text{дв.}}$ – число стендов для обкатки и испытания двигателей ;

$N_{\text{д}}$ – число двигателей проходящих обкатку и испытание ;

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

c – коэффициент, учитывающий возможность повторной обкатки ;

$z_{\text{и.с.}}$ – коэффициент использования стендов

Учитывая, что $N_{\text{д}} = 361$, $t_{\text{и}} = 2,1$ ч , $c = 1,1$, $\Phi_{\text{д.о.}} = 1944$ ч , $z_{\text{и.с.}} = 0,9$

находим : $N_{\text{дв.}} = 361 \cdot 2,1 \cdot 1,1 / 1929 \cdot 0,9 = 1$

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

Число окрасочных камер определяется:

$$N_{\text{к.о.}} = F_{\text{о}} \cdot t / \Phi_{\text{д.о.}} , \quad 2.21.$$

$F_{\text{о}}$ – общая площадь объектов подлежащая , окраске в течении года, кв.м.;

t – продолжительность окраски 1 кв.м. с учётом загрузки и выгрузки объектов , ч .

Принимая во внимание , что $F_{\text{о}} = 1575$ кв.м. , $t = 0,042$ ч / кв.м. и $\Phi_{\text{д.о.}} = 1944$ ч ,

получим :

$$N_{\text{к.о.}} = 1575 \cdot 0,042 / 1944 = 1$$

Число сушильных камер определяется по существующей методике:

$$N_{\text{к.с.}} = (t_1 + t_2) \cdot F_{\text{с}} / \Phi_{\text{д.о.}} \cdot f \quad 2.22.$$

где $N_{\text{к.с.}}$ – число сушильных камер;

t_1 – продолжительность сушки одной загрузки камеры , ч ;

t_2 – время на загрузку и выгрузку одного комплекта объектов, ч;

$F_{\text{с}}$ – суммарная площадь, подвергаемая сушке за год, кв.м.;

f – площадь, просушиваемая за одну загрузку, кв.м.

Учитывая что, $t_1 = 1,2$ ч , $t_2 = 0,3$ ч , $F_{\text{с}} = 1575$ кв.м. , $\Phi_{\text{д.о.}} = 1944$ ч и

$f = 1,5$ кв.м. найдём :

$$N_{\text{к.с.}} = (1,2 + 0,3) \cdot 1575 / 1944 \cdot 1,5 = 1$$

Принимаем длину сушильной камеры 12 м.

Все остальное ремонтное–технологическое оборудование подбирается согласно технологическому процессу. Всё оборудование приведено в приложении 1.

2.9 Расчёт производственных площадей

Расчёт производственных площадей участков наружной мойки, разборочно – моечного, сборки, окраски, технической диагностики проводится :

$$F_{уч.} = (F_{об.} + F_{м.}) \cdot g, \quad 2.23.$$

где $F_{уч.}$ – производственная площадь участка, кв.м.;

$F_{об.}$, $F_{м.}$ – площади, занимаемые соответственно оборудованием и машинами, кв.м.;

g – коэффициент, учитывающий рабочие зоны проходы.

Площади остальных участков рассчитываются :

$$F_{уч.} = F_{об.} \cdot g, \quad 2.24$$

Результаты расчета производственных площадей сведены в таблицу 2.5.

2.10 Компоновка производственных участков.

Компоновку производственных участков делаем по стандартным, типовым проектам с учетом всех требований.

Таблица 2.5 Расчёт производственных площадей

Наименование участка	F _м , м ²	F _{об} , м ²	σ	Площадь участка	
				Расчётная	Принятая
Участок наружной мойки двигателей	1,5	26,05	3,5	96,43	107
Участок разборки на агрегаты	1,5	19,32	4	83,28	85,5
Участок разборки на детали	1,5	13,29	3,8	56,2	72
Участок мойки и очистки агрегатов и деталей	1,5	41,06	3,5	148,9	154
Участок дефектации		9,72	3,2	31,1	35
Участок комплектации		4,53	3,3	14,95	30,15
Участок ремонта топливной аппаратуры и гидросистем		17,58	4	70,32	67,5
Участок ремонта головок		15,13	4	60,52	64,35
Участок ремонта электрооборудования		7,73	4	30,92	31,5
Участок модернизации автомобилей		11,18	3,8	42,5	43,2
Участок изготовления прокладок		2,79	3,5	9,76	22,5
Участок общей сборки	1,5	22,3	4,5	107,1	162
Участок обкатки и испытания	1,5	55,08	4,3	243,3	243
Окрасочно – сушильный участок	1,5	41,45	4	171,8	189
Склад хранения готовой продукции					60
Ремонтный фонд предприятия					60

Все участки располагают с учетом всех технологических и технических требований.

2.11 Планировка производственного оборудования цеха.

В процессе компоновки и планировки окончательно уточняются площади участков и заносятся в таблицу 2.5 (Планировка участка модернизации двигателей представлена на листе 1 графической части проекта)

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Влияние степени сжатия на эффективные показатели двигателей внутреннего сгорания

Как известно, существует два способа организации сгорания горючего в цилиндре. Это воспламенение топливовоздушной смеси искрой и воспламенение топлива от сжатия. Если смотреть со стороны показателя степени сжатия граница размежевания этих двух видов проходит для бензиновых ≈ 10 , и более ≈ 15 для дизелей.

В двигателях с искровым зажиганием к моменту воспламенения уже имеется подготовленная гомогенная смесь. Это условие приводит к соблюдению требований по максимальной степени сжатия, поскольку в гомогенных смесях при повышенных степенях сжатия возникает такое явление как, детонация.

Стремление к снижению расходов топлива при частичных нагрузках за счет использования обедненных топливовоздушных смесей приводит к необходимости решения вопросов обеспечения их надежного воспламенения и распространения пламени.

Дизельные двигатели не имеют этих проблем. Однако, высокие значения степени сжатия, присущие современным дизелям, имеют негативные стороны.

Высокая степень сжатия приводит к увеличению давления внутри камеры сгорания. Естественно все детали цилиндра-поршневой группы должны иметь необходимый запас прочности

					ВКР 23.03.03.464.18.МИРОЦ.00.00.00.ПЗ		
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Разраб.</i>		Мингалеев А.Р.			<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.					
<i>Утв.</i>		Хафизов К.А.					

Для определения оптимальной степени сжатия при работе двигателя с неполной нагрузкой необходимо провести ряд тепловых расчетов при значениях степени сжатия $\varepsilon = 12,0$ до $\varepsilon = 13,9$ на номинальных оборотах (2200 мин^{-1}) и на средних оборотах при недогрузке (1600 мин^{-1}). Результаты расчетов приведены в таблице 3.1.

Выбор производился с учетом давления в конце сгорания и удельного эффективного расхода топлива при номинальных и средних оборотах коленчатого вала двигателя.

Таблица 3.1 - Мощностные и экономические показатели двигателя

Степень сжатия	Давление в конце сгорания, МПа	Удельный эффективный расход топлива, г/кВтч	
		$n = 2200 \text{ мин}^{-1}$	$n = 1600 \text{ мин}^{-1}$
12,0	4,91	315	364
12,1	5,08	312	360
12,2	5,16	308	356
12,3	5,27	305	353
12,5	5,38	302	349
12,7	5,57	293	340
12,8	6,28	279	325
12,9	6,62	267	312

Анализ результатов расчетов, показал, что рационально в качестве степени сжатия при работе двигателя с недогрузкой на средних оборотах принять $\varepsilon = 12,9$. В этом случае увеличение давления в конце сгорания незначительно, а снижение удельного эффективного расхода топлива обеспечит экономическую целесообразность механизма изменения рабочего объема.

Для обоснования конструктивных параметров механизма изменения

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

рабочего объема необходимо рассчитать изменение объема камеры сгорания при переходе со стандартной степени сжатия (12) на повышенную (13,9). Для расчетов принимаем следующие исходные условия:

- ход поршня $S = 95$ мм;
- диаметр поршня $D = 100$ мм;
- степень сжатия $\varepsilon = 12$.

Рабочий объем одного цилиндра равен 0,75 л.

Объем камеры сгорания найдем из формулы для расчета степени сжатия

$$\varepsilon = \frac{V_a}{V_c} = 1 + \frac{V_h}{V_c}, \quad (3.1)$$

где V_a – полный объем цилиндра, дм^3 ;

V_h – рабочий объем цилиндра, дм^3 ;

V_c – объем камеры сгорания, дм^3 .

Из формулы (3.1) выражаем объем камеры сгорания

$$V_c = \frac{V_h}{\varepsilon - 1} = \frac{0,75}{7,1 - 1} = 0,12 \text{ дм}^3.$$

Объем камеры сгорания при принятой оптимальной степени сжатия

$$V_c = \frac{V_h}{\varepsilon - 1} = \frac{0,75}{8 - 1} = 0,11 \text{ дм}^3.$$

Изменение объема камеры сгорания при переключении степени сжатия

$$\Delta V_c = 0,12 - 0,11 = 0,01 \text{ дм}^3.$$

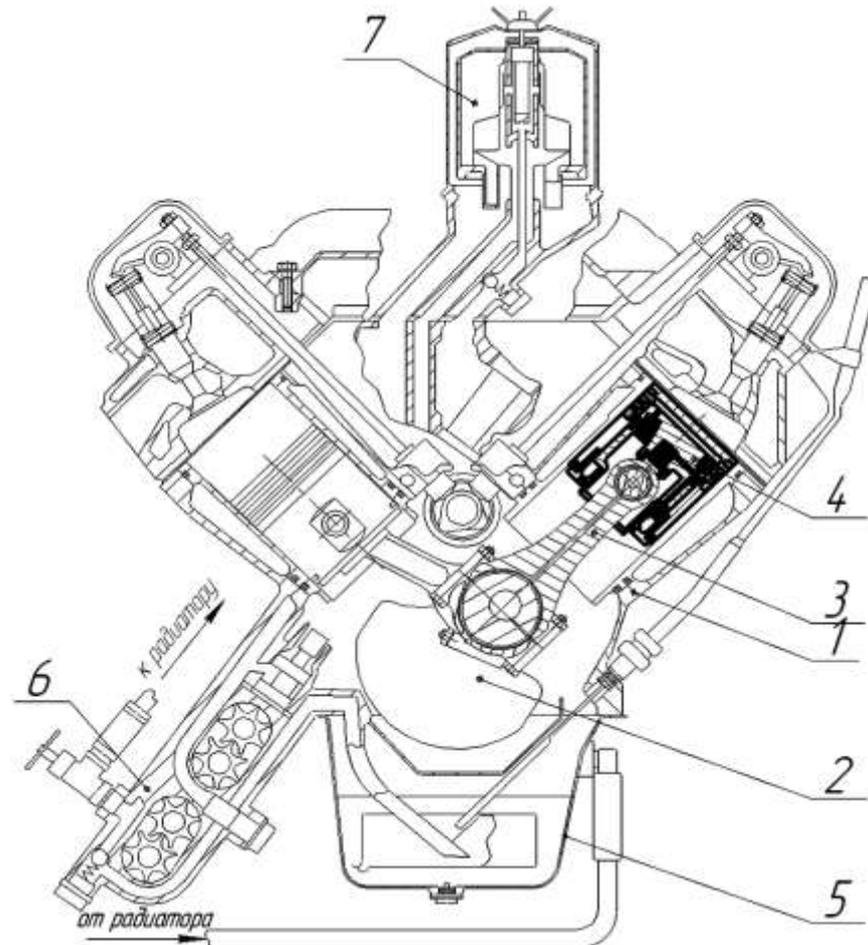
Таким образом, для увеличения степени сжатия с 12,0 до 12,9 необходимо уменьшить объем камеры сгорания на $0,01 \text{ дм}^3$. Проще всего осуществить уменьшение объема камеры сгорания удалением с нижней части головки цилиндров части материала.

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

нижней поверхности головки цилиндров слой материала толщиной 1,65 мм.

3.2 Механизм для изменения рабочего объема двигателя внутреннего сгорания

Общая схема механизма изменения рабочего объема двигателя представлена на рисунке 3.2. Основной ее частью является составной поршень переменной длины. При работе двигателя в номинальном режиме его длина минимальна, при этом обеспечивается штатная степень сжатия, равная 12,0. При работе двигателя в режиме недогрузки на средних оборотах длина поршня увеличивается, объем камеры сгорания уменьшается, тем самым обеспечивается повышенная степень сжатия, равная 12,9.



1 – блок-картер; 2 – коленчатый вал; 3 – шатун; 4 – поршень; 5 – поддон картера; 6 - масляный насос; 7 – фильтр-центрифуга

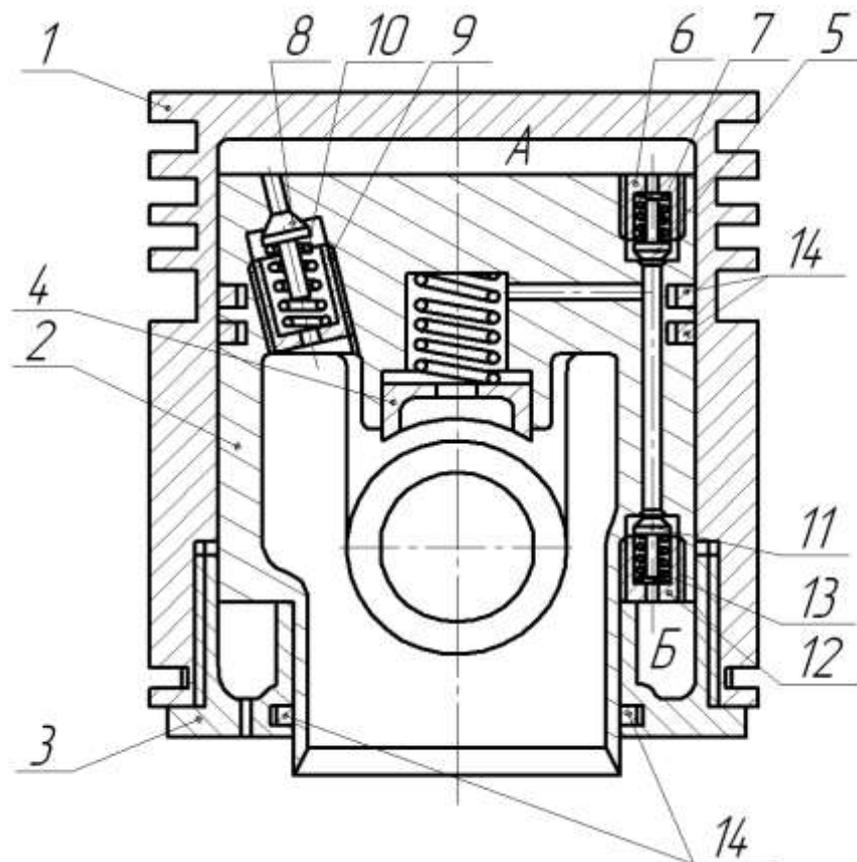
Рисунок 3.2 - Схема механизма изменения степени сжатия двигателя

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ВКР 23.03.03 МИРОЦ 00.00.00.ПЗ

Лист

Изменение длины поршня осуществляется гидравликой. Смазочное масло из поддона картера 5 масляным насосом 6 подается в магистрали комбинированной смазочной системы двигателя. Через каналы коленчатого вала 2 и шатуна 3 оно попадает в полость поршня переменной длины 4. Он состоит из внешнего корпуса 1 (рисунок 3.3), внутреннего корпуса 2, который перемещается во внешнем корпусе 1, муфты 3, посредством которой внутренний корпус 2 крепится во внешнем корпусе 1, дросселя 4 и трех клапанов.



1 – корпус внешний; 2 – корпус внутренний; 3 – муфта; 4 – дроссель; 5 – нагнетательный клапан; 6 – корпус нагнетательного клапана; 7 – пружина нагнетательного клапана; 8 - сливной клапан; 9 – корпус сливного клапана; 10 – пружина сливного клапана; 11 – перепускной клапан; 12 – корпус перепускного клапана; 13 – пружина перепускного клапана; 14 - уплотнительное кольцо; А – полость увеличения длины; Б – полость слива

Рисунок 3.3 - Поршень переменной длины

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

Нагнетательный клапан 6 с корпусом 6 и пружиной 7 предназначен для направления потока масла в полость А увеличения длины поршня. Он открывается при падении оборотов до 1600 мин^{-1} , что сопровождается падением давления в конце сгорания. В этом положении масло из системы смазки двигателя попадает в полость А поршня, давление масла преодолевает давление газов в цилиндре, длина поршня увеличивается. Как только внешний корпус занимает крайнее положение, давление в полости А поднимается до величины, при которой срабатывает перепускной клапан 11 с корпусом 12, пружина 13 которого жестче пружины 7 нагнетательного клапана на определенную величину. При этом масло из системы смазки направляется в полость Б слива, давление под нагнетательным клапаном 5 падает, и он закрывается. Длина поршня фиксируется. При увеличении оборотов двигателя свыше 1600 мин^{-1} давление газов в конце сгорания увеличивается, соответственно увеличивается давление запертого в полости А объема масла, срабатывает сливной клапан 8 с корпусом 9, пружина которого сжимается при определенном давлении. При этом масло из полости А стравливается в картер. Длина поршня уменьшается. Степень сжатия уменьшается до штатного давления. Из полости Б масло сливается в поддон картера через калиброванное отверстие, что позволяет поддерживать в ней давление, достаточное для предотвращения изменения длины поршня под действием сил инерции во время тактов впуска и выпуска. Таким образом осуществляется саморегулировка степени сжатия двигателя в зависимости от оборотов коленчатого вала.

3.3 Расчет деталей кривошипно-шатунного механизма

Поршень подвергается воздействию больших газовых инерционных и тепловых нагрузок. Поэтому к материалу при изготовлении поршней предъявляются повышенные требования [7].

Днище поршня проверяют на изгиб от действия максимальных газовых

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

изгиба не должно превышать 40...60 МПа.

В процессе работы на поршневой палец действуют большие динамические нагрузки, которые приводят к возникновению напряжений изгиба, смятия, сдвига и овализации. Поэтому к материалам, применяемым для изготовления пальцев, предъявляются требования высокой прочности и вязкости. Расчетная схема поршневого пальца представлена на рисунке 3.5.

Напряжение изгиба пальца определяется по формуле

$$\sigma_{изг} = \frac{P \cdot l_{п} + 2b - 1,5l_{гш}}{1,2d_{п}^3 \cdot 1 - \alpha^4}, \quad (3.21)$$

где P – сила действующая на поршневой палец, МН;

l_n – длина поршневого пальца, мм;

$l_{гш}$ – длина опорной поверхности пальца в головке шатуна, мм;

b – расстояние между торцами бобышек, мм;

d_n – наружный диаметр пальца, мм;

α – относительный диаметр отверстия в пальце.

Сила, действующая на поршневой палец, определяется по формуле

$$P = P_{z\max} + 0,7P_{jп}. \quad (3.22)$$

Максимальная сила давления газов определяем из выражения

$$P_{z\max} = p_{z\max} \cdot F_n, \quad (3.23)$$

где F_n – площадь днища поршня, м².

Сила инерции поршневой группы

$$P_{jп} = -m \cdot \omega^2 \cdot R \cdot (1 + \lambda), \quad (3.25)$$

где m – масса поршневого комплекта, кг;

ω – угловая скорость вращения коленчатого вала, с⁻¹;

R – радиус кривошипа, м;

λ – отношение радиуса кривошипа к длине шатуна.

$$P_{z\max} = 5,79 \cdot 78,5 \cdot 10^{-4} = 0,045 \text{ МН.}$$

$$P_{jп} = -1,96 \cdot 219,8^2 \cdot 0,063 \cdot (1 + 0,272) \cdot 10^{-6} = 0,008 \text{ МН.}$$

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

$$P = 0,045 - 0,7 \cdot 0,008 = 0,0394 \text{ МН.}$$

$$\sigma_{изг} = \frac{0,0394 \cdot 0,08 + 2 \cdot 0,044 - 1,5 \cdot 0,036}{1,2 \cdot 0,026^3 \cdot 1 - 0,5^4} = 226,8 \text{ МПа.}$$

Расчетное значение напряжения изгиба поршневого пальца не превышает допустимого предела (200...250 МПа).

Шатун при работе двигателя подвергается воздействию знакопеременных нагрузок от сил давления газов и сил инерции, а в отдельных случаях эти силы создают ударные нагрузки.

На продольный изгиб стержень шатуна проверяется по формуле

$$\sigma_{изг} = \left(\frac{n_{\max}}{1000} \right)^2 \frac{fRl}{180W}, \quad (3.26)$$

где n_{\max} – максимальная частота вращения коленчатого вала мин⁻¹;

l – длина шатуна, м;

f – площадь поперечного сечения стержня шатуна посередине, м²;

W – момент сопротивления среднего сечения шатуна относительно оси, перпендикулярной плоскости качания.

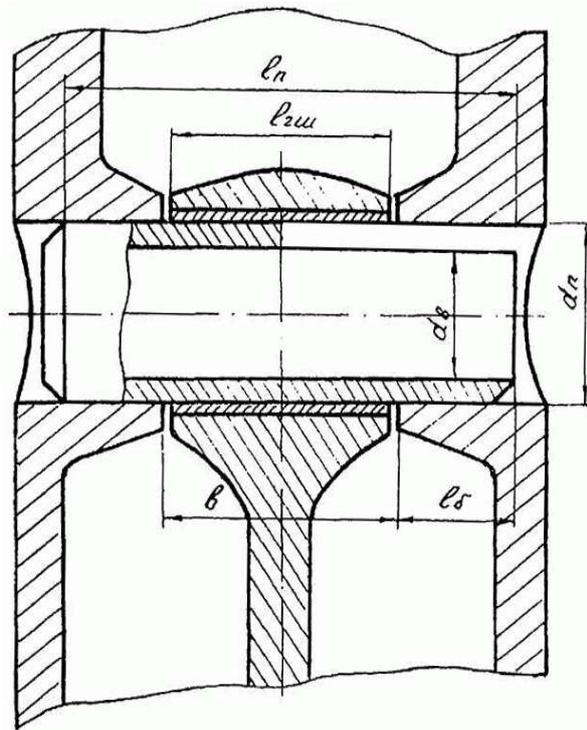


Рисунок 3.5 - Расчетная схема поршневого пальца

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

$$\sigma_{изг} = \left(\frac{1600}{1000}\right)^2 \cdot \frac{11,2 \cdot 0,063 \cdot 0,232 \cdot 10^{-5}}{180 \cdot 5,26 \cdot 10^{-6}} = 4,43 \text{ МПа.}$$

Расчетное значение напряжения продольного изгиба стержня шатуна не превышает допустимого предела (5...10 МПа).

Из проверочного расчета деталей кривошипно-шатунного механизма видно, что все полученные значения напряжений не превышают допустимых пределов. Следовательно, использование двигателя для работы на повышенной степени сжатия не требует изменения конструктивных параметров.

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

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 накопления 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 $G \cdot h_{\text{цт}} \cdot \sin \alpha$.

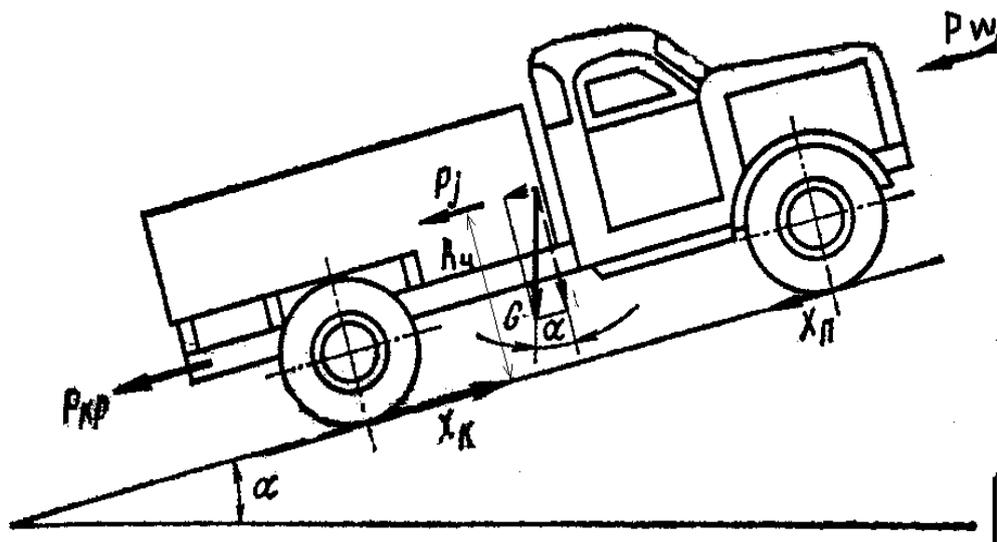


Рисунок 4.1 - Продольная устойчивость автомобиля

Критерием продольной устойчивости служат предельные значения углов подъема α_n и уклон α_y .

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

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

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.

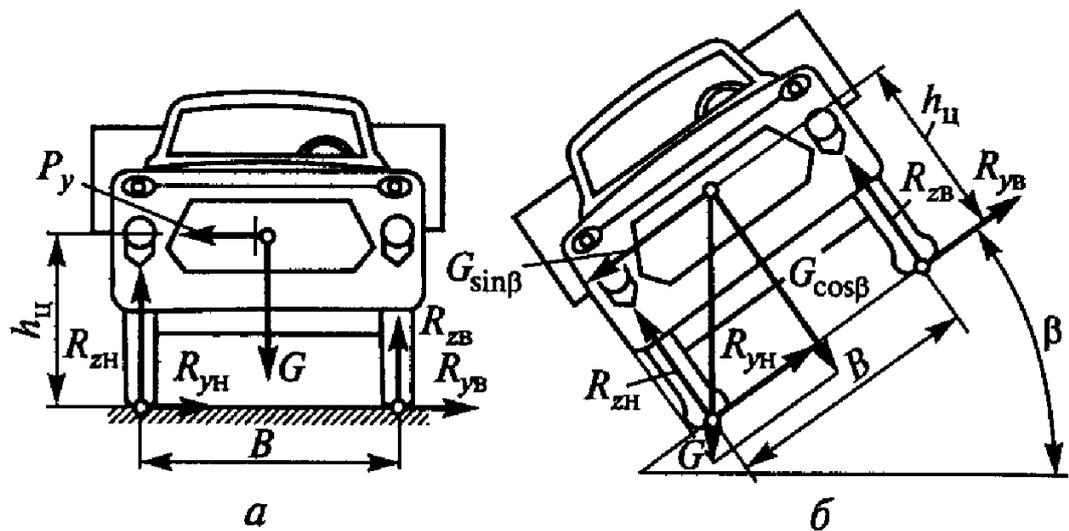


Рисунок 4.2 - Поперечная устойчивость автомобиля.

Поперечная устойчивость определяется статическим углом β , 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.

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

Статический угол поперечного уклона, при котором возможно сползание машины:

$$\beta_c = \operatorname{arctg} \varphi, \quad (4.4)$$

где φ - 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 NO_x – 86,0 г/кВтч; для CO – 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 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

Стоимость конструкторской разработки $C_{кр}$ равна [19]:

$$K_b = Z_m + Z_{гд} + Z_{но} + Z_{эл} + Z_{накл}, \quad (5.1)$$

где Z_m – затраты на покупку материалов, необходимых для изготовления конструкторской разработки, руб.;

$Z_{гд}$ – затраты на приобретение готовых деталей, руб.;

$Z_{но}$ – заработная плата с отчислениями работников, изготавливающих конструкторскую разработку и производящих монтаж и регулировку, руб.;

$Z_{эл}$ – затраты на оплату электроэнергии, руб.;

$Z_{накл}$ – накладные расходы, руб.;

Затраты на покупку материалов определяем по справочным материалам и заносим в таблицу 5.1.

Таблица 5.1 - Затраты на покупку материалов

Материал	Вес, кг.	Цена за 1кг, руб.	Сумма, руб.
Ст. 3 ГОСТ 380-94	4,0	200	800
Итого			800

Затраты на приобретение готовых деталей определяются так же по справочным материалам и заносятся в таблицу 5.2.

Таблица 5.2 - Затраты на приобретение готовых деталей

Показатели	Цена, руб.	Количество, о	Стоимость, руб.
1. Поршневой палец	500	8	40000
2. Шатун	1000	8	8000
3. Всего	-	-	12000

Затраты на покупные изделия составят 12800 руб.

Оплата труда по видам работ определяется по формуле

$$Z_{ni} = C_{ci} \cdot T_{pi}, \quad (5.2)$$

где C_{ci} – часовая тарифная ставка рабочего, руб./ч;

T_{pi} – время работы рабочего, ч.

Заработная плата с начислениями определяется из выражения

$$Z_{noi} = Z_{ni} + Z_{ni} \cdot K_{omn} + Z_{ni} \cdot K_{om} \quad (5.3)$$

где K_{omn} – отчисления на оплату отпусков от основной заработной платы;

K_{om} – сумма отчислений на различные социальные нужды, принимаем 30 % от основной заработной платы.

На токарных работах:

$$Z_{n1} = 40 \cdot 3,5 = 140 \text{ руб.},$$

$$Z_{noi} = 140 + 140 \cdot \frac{8,42}{100} + 140 \cdot \frac{30}{100} = 199,4 \text{ руб.}$$

На сварочных работах:

$$Z_{n2} = 45 \cdot 1 = 45 \text{ руб.},$$

$$Z_{noi} = 45 + 45 \cdot \frac{8,42}{100} + 45 \cdot \frac{30}{100} = 64,1 \text{ руб.}$$

На сверлильных работах:

$$Z_{n3} = 40 \cdot 2,3 = 92 \text{ руб.},$$

$$Z_{noi} = 92 + 92 \cdot \frac{8,42}{100} + 92 \cdot \frac{30}{100} = 131 \text{ руб.}$$

Суммарная заработная плата с начислениями:

$$Z_{no} = Z_{noi} + Z_{noi} + Z_{noi}, \quad (5.4)$$

$$Z_{no} = 199,4 + 64,1 + 131 = 394,5 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию определяются:

$$Z_{эл} = P_{эл} \cdot C_{эл}, \quad (5.5)$$

где $P_{эл}$ – фактический расход энергии, кВт·ч;
 $C_{эл}$ – стоимость одного киловатт-часа, руб.

$$Z_{эл} = 43 \cdot 4,86 = 209 \text{ руб.}$$

Накладные расходы определяем по формуле

$$Z_{нак} = Z_{по} \frac{K_{нр}}{100}, \quad (5.6)$$

где $K_{нр}$ – отчисления на накладные расходы.

$$Z_{нак} = 394,5 \frac{40}{100} = 157,8 \text{ руб.}$$

$$K_B = 494 + 12800 + 394,5 + 209 + 157,8 = 14055,3 \text{ руб.}$$

Согласно ранее проведенным исследования, известно, что эксплуатация ДВС на повышенной степени сжатия при неполной нагрузке сопровождается снижением расхода топлива до 10 % [15]. На основании этого рассчитаем годовую экономию топлива.

Среднегодовой пробег автомобиля составляет 30000 км.

$$P_{Тб} = \frac{30000}{100} \cdot 22 = 6600 \text{ л.}$$

$$P_{Тм} = \frac{30000}{100} \cdot 24 = 7200 \text{ л.}$$

При стоимости дизельного топлива 30 руб./л, годовая потребность денежных средств до и после модернизации составляет:

$$C_{Тб} = 6600 \cdot 22 = 198000 \text{ руб.}$$

$$C_{Тм} = 7200 \cdot 22 = 216000 \text{ руб.}$$

Годовая экономия составит [19]

$$\mathcal{E}_z = C_{Тм} - C_{Тб} \quad (5.7)$$

$$\mathcal{E}_z = 216000 - 198000 = 18000 \text{ руб.}$$

Срок окупаемости капитальных вложений, лет:

$$T = \frac{K_B}{\mathcal{E}_z}, \quad (5.8)$$

где K_B - сумма дополнительных капиталовложений.

$$T = \frac{13561,3}{18000} = 0,75 \text{ года.}$$

Результаты экономического расчета приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Технико-экономические показатели проекта

Показатели	Вариант		Разница, ±
	базовый	проектный	
Дополнительные капиталовложения, руб.	-	13561,3	-
Расход топлива, л/100 км.	24	22	-2
Стоимость топлива на 30000 км пробега, руб.	198000	216000	-18000
Годовой экономический эффект, руб.	-	18000	-
Срок окупаемости, лет	-	0,75	-

Использование механизма регулирования рабочего объема двигателя позволяет снизить расход топлива с 24 л до 22 л на 100 км пробега и получить годовой экономический эффект в размере 18000 на один автомобиль при сроке окупаемости дополнительных капиталовложений 0,75 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведен анализ двигателей внутреннего сгорания с регулируемым процессом сжатия, рассмотрены устройства для изменения рабочего объема цилиндра, определена конструкция поршня с изменяемой длиной. Учеными доказано, что применение двигателя с изменяемым рабочим объемом сократить расход топлива в размере 10... 14% и улучшить экологичность дизеля.

Технико-экономическое обоснование проекта показало, что применение двигателя с изменяемым рабочим объемом приводит к годовой экономии в размере 18000 рублей при сроке окупаемости дополнительных капитальных вложений 0,75 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аринин И.Н. и др. Техническая эксплуатация автомобилей. – Изд. 2-е. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 314 с.
2. Багажов В. В. Силовая механическая передача специального самоходного подвижного состава. М.: Маршрут, 2006 – 52 с.
3. Болотов А.К., Лопарев А.А., Судницын В.И. Конструкция Тиа. - М.: КолосС, 2006 г. -352.
4. Богатырев А.В. Автомобили. М.: КолосС. 2005 г. – 496 с.
5. Вахламов В.К. Автомобили. Теория и конструкция автомобиля и двигателя. М.Академия, 2003.
6. Вахламов В.К. Подвижной состав автомобильного транспорта. М.Академия, 2003.
7. Автомобильные двигатели и автомобили. Курсовое и дипломное проектирование: Учебное пособие / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, П.Н. Аюгин, Д.Е. Молочников, Р.К. Сафаров, Н.П. Аюгин; Под ред. А.П. Уханова – 2-е изд., перераб. и доп. – Ульяновск: УГСХА, 2012. – 351с.
8. Дьяков И.Ф. Учебное пособие к курсовой работе (Теория автомобиля и трактора). – Ульяновск: УлГТУ, 2003. – 120 с.
9. Данов Б.А. Системы управления зажигания автомобильных двигателей. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005. -184 с.
- 10.Ерохов В.И. Системы впрыска топлива легковых автомобилей. – М.: Транспорт, 2002. -174 с.
- 11.Ефремова О.С. Охрана труда от «А до Я». – М.: Издательство «Альфа-Пресс», 2009 – 576 с.
- 12.Зотов Б.И., Курдюмов В.И. «Безопасность жизнедеятельности на производстве». М.:КолосС, 2003 г.
- 13.Зотов Б.И., Лапшин Ю.А., Шленкин К.В. «Практикум по безопасности жизнедеятельности». Учебное пособие для ВУЗов, Ульяновск, 2006 г.

14. Иванов М.Н., Финогенов В.А. Детали машин. Учебник для ВУЗов. – М.: Высшая школа, 2008 – 408 с.
15. Двигатели внутреннего сгорания. Теория рабочих процессов поршневых и комбинированных двигателей. Под редакцией Орлина А. С, М.: Машиностроение, 2001.-с. 184.
16. Двигатели внутреннего сгорания. Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей. 4-е издание. Под. общ. ред. А. С. Орлина и М. Г. Круглова,- М.: Машиностроение, 2000.-е. 253-260.
17. Демидов В. П. Двигатели с переменной степенью сжатия / В. П. Демидов.- М.: Машиностроение. 1998.- 136 с.
18. Корчемный Л. В. Механизм газораспределения автомобильного двигателя / Л. В. Корчемный.-М.: Машиностроение, 1981.- 160 с.
19. Власов Н.С. Методика экономической оценки сельскохозяйственной техники. -М.: Колос, 2004.-399с.20. Волгин В.В. Новейший справочник автомобилиста. М.:ЭКСМО, 2007. -640 с.
21. 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.
22. Дипломное проектирование: Учебно- методическое пособие по специальности «Технология обслуживания и ремонта машин в агропромышленном комплексе». Под редакцией Хафизова К.А.- Казань.: КГСХА, 2004.-316с. Учебное пособие.
23. Экологическая безопасность при техническом обслуживании и ремонте автомобильного транспорта. Пахомова В.М., Бунтукова Б.К., Прохоренко Н.Б., Доминова А.И.- Казань.: КГСХА., 2005.- 34с.

СПЕЦИФИКАЦИИ

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примеч.			
				<u>Документация</u>						
			ВКР МИРОЦ 05.01.00.СБ	Сборочный чертёж						
				<u>Детали</u>						
Слайд №		1	ВКР МИРОЦ 01.01.01	Втулка	1					
		2	ВКР МИРОЦ 01.01.02	Кольцо компрессионное	2					
		3	ВКР МИРОЦ 01.01.03	Кольцо маслосъёмное	1					
		4	ВКР МИРОЦ 01.01.04	Палец поршневой	1					
		5	ВКР МИРОЦ 01.01.05	Поршень переменной длины	1					
		8	ВКР МИРОЦ 01.01.08	Шатун	1					
				<u>Стандартные изделия</u>						
Подп. и дата		9		Болт 1110 x 15-6g x 4210940X26 ГОСТ 22034-76	2					
		10		Гайка М10 ГОСТ 15525-70	2					
Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	ВКР23.03.03.464.18.МИРОЦ 01.01.00							
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Цилиндра - поршневая группа серийная			Лит.	Лист	Листов
Разраб.	Мингалеев А.Р.							Д\Л\		1
Пров.	Нурмиев А.А.							Казанский ГАУ каф. ТАиЭУ заочное отделение группа 3451с		
Консул.										
Н.контр.	Пикциллин Г.В.									
Утв.	Хафизов К.А.				Копировал			Формат А4		