

ФГБОУ ВПО «Казанский государственный аграрный университет»

Институт механизации и технического сервиса

Направление 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль Автомобили и автомобильное хозяйство

Кафедра Тракторы, автомобили и энергетические установки

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА

на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Проектирование участка для технического обслуживания автомобиля с переводом силового агрегата на систему дополнительной подачи воздуха в цилиндры

Шифр ВКР23.03.03. 227.18

Студент 341 группы


подпись

А.Н. Дербышев
Ф.И.О.

Руководитель к.т.н. доцент
ученое звание


подпись

И.К. Аладашвили
Ф.И.О.

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 12 от 18.06.18)

Зав. кафедрой профессор
ученое звание


подпись

К.А.Хафизов
Ф.И.О.

Казань – 2018

АННОТАЦИЯ

К выпускной квалификационной работе Дербышева А. Н. на тему: «Проектирование участка для технического обслуживания автомобиля с переводом силового агрегата на систему дополнительной подачи воздуха в цилиндры». В рамках данной работы был спроектирован бензиновый четырехцилиндровый двигатель внутреннего сгорания с турбо наддувом и подачей дополнительного воздуха в нижнюю часть цилиндра для легкового автомобиля семейства ВАЗ. После того как были проведены исследования по подбору аналогов силового агрегата, были произведены тепловой расчет и тепловой баланс двигателя, кинематический, динамический и прочностной расчеты проектируемого двигателя, а также расчеты систем питания, смазки и охлаждения. В технологической части данной работы разработаны маршрутные карты обработки детали «крышка», и рассчитаны режимы резания и время выполнения для каждой операции.

В работе 75 страниц, 15 таблиц, 10 рисунков, 8 чертежей на листах формата А1

Записка состоит из введения, 4 частей, выводов и предложений. Список использованной литературы содержит 22 наименования.

В первой части дан анализ состояние вопроса

В второй части представлено организация участка по текущему ремонту автомобилей.

В третьей части рассмотрена конструкция и её расчёт.

В четвертой части представлен экономический расчёт и мероприятия по безопасности жизнедеятельности и физическая культура на производстве.

ABSTRACT

for final qualifying work Derbichev A. N. on the topic: "the design stage for maintenance of the car to transfer the power unit on the system for more air flow to the cylinders". As part of this work, a four-cylinder turbocharged Petrol-powered internal combustion engine was developed with additional air supply to the lower part of the cylinder for the VAZ family car. After carrying out studies on the choice of analogues of the power unit, thermal calculation and thermal balance of the engine, kinematic, dynamic and strength calculations of the designed engine, as well as calculations of power, lubrication and cooling systems were carried out. In the technological part of this work, route maps of processing the part "lid" are developed, cutting modes and execution time for each operation are calculated. In the work of 75 pages, 15 tables, 10 figures, 8 drawings on sheets A1 The note consists of an introduction, 4 parts, conclusions and proposals. The list of references contains 22 titles. The first part analyzes the state of the issue In the second part is the organization of the site for maintenance cars.' The third part describes the design and its calculation. The fourth part presents economic calculations and measures to ensure the safety of life and physical culture in the workplace.

СОДЕРЖАНИЕ

ВЕДЕНИЕ	8
1 АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА.....	11
1.1 Автомобильный двигатель, как источник загрязнения воздушного бассейна.....	11
1.2 Экологические аспекты функционирования ДВС.....	12
1.3 Экономическое составляющее вопроса по расхода топлива.....	16
1.4 Пути решения технико – экономических и экологических проблем двигателей внутреннего сгорания.....	18
1.5 Обоснование подбора конструкции двигателя с системой подвода дополнительного воздуха.....	19
2. ОРГАНИЗАЦИЯ УЧАСТКА ПО ТЕКУЩЕМУ РЕМОНТУ АВТОМОБИЛЕЙ.....	23
2.1 Расчёт количества технических обслуживаний и ремонтов автомобилей.....	23
2.1.1 Определение периодичности.....	23
2.1.2 Расчет программы технических обслуживаний и ремонтов одного автомобиля за цикл.....	25
2.1.3 Расчет количества технических обслуживаний и ремонтов на один автомобиль и на весь парк за год.....	26
2.2 Расчет объема работ по техническому обслуживанию и ремонту автопарка в год.....	27
2.2.1 Определение нормативных величин трудоемкости ТО и ТР.....	27
2.2.2 Расчет объемов работ по техобслуживанию и ремонту подвижного состава на год.....	28
2.2.3 Определение объема работ по самообслуживанию предприятий в год.....	30
2.2.4 Определение, содержание и трудоемкость работ, выполненных различными производственными подразделениями предприятия.....	30

2.2.5 Методика определения количества рабочих.....	32
2.3 Расчет количества постов и линий ТО и ТР.....	33
2.3.1 Расчет зоны ТР.....	33
2.3.2 Ведомость технологического оборудования зон и отделений.....	34
2.3.3 Определение площадей участка по ТР.....	35
2.4 Планировка зоны текущего ремонта.....	35
3. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	36
3.1 Описание прототипа	36
3.2 Устройство и принцип действия	37
3.3 Технические характеристики способов расслоения заряда.....	39
3.4 Теоретический расчёт ДВС.....	41
3.4.1 Тепловой баланс двигателя.....	41
3.4.2 Кинематика кривошипно – шатунного механизма.....	43
3.4.3 Уравновешивание двигателя.....	47
3.4.4 Методика расчета процесса впуска двигателя с системой дополни тельного завихрения заряда.....	50
4. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ И МЕРОПРЯТИЯ ПО БЕЗОПАНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА НА ПРОИЗВОДСТВЕ.....	54
4.1 Организационно – экономический анализ.....	54
4.1.1 Определение такта производства.....	54
4.1.2 Определение потребного количества оборудования, численность основных рабочих мест и коэффициент загрузки оборудования.....	54
4.1.3 Составление ведомости технологического оборудования.....	57
4.1.4 Состав работающих на поточной линии.....	57
4.1.5 Планирование оптовой цены продукции, прибыли.....	60
4.1.6 Техничко-экономические показатели планирования производства..	61
4.1.7 Заключение по экономической части.....	62
4.2 Безопасность жизнедеятельности.....	62

4.2.1 Общая характеристика участка.....	63
4.2.2 Требования к рабочему месту.....	64
4.2.3 Чрезвычайная ситуация.....	67
4.2.4 Заключение по разделу безопасность жизнедеятельности.....	68
4.3 Физическая культура на производстве.....	69
ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ	71
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	73
СПЕЦИФИКАЦИИ	75

ВВЕДЕНИЕ

В условиях современного мира, силовые агрегаты являются одними из основных механизмов как мобильной, так и стационарной техники, которые определяют развитие автотракторной промышленности любого государства в целом. Современная отечественная и зарубежная автотракторная техника оснащена довольно мощными двигателями внутреннего сгорания, которые потребляют огромное количество горючего. По этой причине потребность в жидком топливе резко возрастает, но при этом, объем нефтедобычи во всём мире с каждым годом остаётся на прежнем уровне, или в некотором роде даже снижается, что создаёт определённый дефицит в топливе. Помимо этого, с ростом объёмов выпуска автотракторной и другой техники, оснащёнными дизельными и бензиновыми силовыми агрегатами, возникает ещё одна немаловажная проблема, это выброс токсичных компонентов отработавших газов в окружающую среду.

Положительное решение данной проблемы зависит от прогресса научно-технических работ в области совершенствования рабочего процесса в двигателях внутреннего сгорания в целом, а в процессе сгорания в частности. Сгорание представляет собой химическую реакцию, при которой выделяется определённое количества тепла, которая протекает довольно быстро, или по-иному горение - это быстрая реакция окисления, то есть соединения горючих веществ с кислородом.

Основы современной теории горения были заложены ещё великим русским учёным М. В. Ломоносовым в XVIII веке, который довольно успешно для своего времени, экспериментально продемонстрировал что горение это, реакция при которой соединяются воздух с горючим. Несмотря на то что, в современных условиях, процессы горения широко используется во многих областях техники, на сегодняшний день отсутствуют точные методы расчета процессов горения в двигателях внутреннего сгорания. Это объясняется тем, что горение как реакция представляет собой довольно сложный химический процесс, протекающей в условиях очень быстро изменяющихся таких

параметров как температура, давление и концентрация реагирующих веществ, кроме того, сложность ещё заключается в том, что оно протекает при разных условиях. В совокупности всё это приводит определённую неясность в области горения как в целом, так и в отдельных случаях, как например в силовых агрегатах. Лишь сравнительно недавно были изучены простейшие химические реакции окисления, а законченной теории горения более сложных углеводородных топлив пока ещё нет, хотя, для расчетов в полнее можно использовать экспериментальные результаты эмпирических соотношений.

Несмотря на вышесказанное, в данной области науки по изучению природы горения, огромную работу провели такие выдающие учёные как: В.В.Петров, В.А.Михелсон, В.З.Махов, Н.А.Шилов, В.И.Гриневецкий, Б.С.Стечкин, Н.Г.Брилинг, Н.Н.Семенов, Я.Б.Зельдович, Д.А.Франк-Каменецкий, А.С.Соколик, А.Н.Воинов, Н.П.Самойлов, Д.Н.Вырубов, Н.В.Иноземцев, М.М.Масленников, А.С.Предводителей, А.В.Талантов, В.А.Костерин, Н.А.Иващенко, В.Е.Алимасов, А.Ф.Дрегаллин, Л.Н.Хитрин, В.В.Померанцев, А.Н.Бах и многие другие. Они в своих научных трудах продемонстрировали, что горение как полноценный химический процесс начинает протекать с высокими скоростями лишь после того, как горючая смесь будет нагрета до достаточно высокой температуры за счет тепла, выделяющегося при самом процессе горения. Взаимодействие процессов химического превращения продуктов окисления и физических процессов теплопередачи и диффузии, в целом составляют сущность горения. Кроме того, необходимо следует учитывать, то что заключительным этапом горения остается химическое превращение, и его скорость всегда влияет на развитие процесса в целом.

Рассматривая отдельные труды вышеуказанных учёных, обнаружили следующую общую закономерность - изыскать способы экономии топливно-энергетических ресурсов и снижение токсичности силовых агрегатов, необходимо опираясь на инженерно-технические разработки в области науки совершенствования рабочего процесса в двигателях внутреннего сгорания.

Одним из верных путей повышения параметров рабочего процесса, а именно - горения в цилиндре бензинового силового агрегата, является завихрение и расслоение заряда в камере сгорания, при котором в зоне свечи зажигания находилась бы более обогащенная смесь, а на перифериях она была бы более обеднённой.

Огромное количество экспериментов вышеотмеченных учёных и их последователей показали, что дополнительное завихрение заряда гарантирует ускоренный процесс сгорания, а расслоение рабочего заряда способствует наиболее полному выгоранию топлива воздушной смеси в камере сгорания силового агрегата. Силовой агрегат с таким расположением и движением рабочей смеси в камере сгорания именуется «двигателем с дополнительным завихрением и расслоением заряда».

Способы дополнительного завихрения и расслоения заряда весьма и весьма разнообразны. К ним можно отнести непосредственный впрыск топлива во впускную трубу или в цилиндры (инжекторный двигатель), двигатель с форкамерно-факельным зажиганием и др. Автором данной работы выбран способ дополнительного завихрения заряда, который был разработан д.т.н. профессором Самойловым Н.П. ещё в середине 60 – х годов XX века и в дальнейшем доработанным его многочисленными учениками. Он основан на подаче дополнительного воздуха под небольшим избыточным давлением в нижнюю часть цилиндра под определённым углом (около 15°) к осевой и диаметральной плоскостям в конце такта наполнения и начале сжатия. Данный способ в процессе сжигания горючего в цилиндре двигателя обеспечивает максимальному экологического и экономичного эффекта.

1. АНАЛИЗ, СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

1.1 Двигатели внутреннего сгорания – один из источников загрязнители воздушного бассейна.

В процессе эксплуатации автотракторных средств, происходит колоссальный выброс токсичных веществ отработавших газов в атмосферу. Они довольно сильно загрязняют окружающую среду и этим самым наносят огромный непоправимый экологический вред природе что в конечном итоге постепенно перерастает в экономический ущерб для народного хозяйства, например, резкое ограничение развитие и рост растений, а это уже в своё очередь отрицательно сказывается на урожайность в целом, кроме того, продукты животноводства также теряют своих качественных показателей. Необходимо отметить, что, многие сельскохозяйственные предприятия находятся непосредственно в близости к крупным автомобильным дорогам и в таких хозяйствах проблема экологии стоит ещё острее, чем в других местах, где крупные автомагистрали отдалены от сельхоз предприятия. Наиболее опасными для растений в целом и для сельскохозяйственных культур в частности, являются такие компоненты как, серные соединения (серный ангидрид или диоксид серы, SO_2), множество разных азотных соединений (окислы азота NO_x) и многие разные компоненты фотосинтеза углеводов в растениях (фотохимическая реакция).

Интенсивное воздействие диоксида серы (SO_2) в течение длительного периода времени на флору, даже при минимальном её содержании в атмосферном воздухе потери в природе древесной массы хвойных пород деревьев составляет около 20%. Допустимый предел концентрации SO_2 для многих представителей растительного мира в среднем колеблется пределах 0,15 мг/м, а на практике, данный показатель бывает в несколько раз

выше допустимого.

Воздействие окислов азота (NO_x), на растении начинается уже при её содержании в атмосферном воздухе, около $0,5 \dots 0,6 \text{ мг/м}^3$ и действует достаточно длительный период времени, тем самым, резко ограничивает развитие растений, что также отрицательно влияет на их рост и как правило и на урожайность сельскохозяйственных культур в целом.

В итоге следует, отметить что, интенсивное автотранспортное движение, наносит ощутимый урон растительному миру и в связи с этим необходимо предпринимать кардинальные меры по уменьшению токсичности выхлопных газов автотракторных силовых агрегатов. В данной работе автором рассматривается способ изменения рабочего процесса силового агрегата таким образом, что в результате, частично устраняется вышеотмеченная проблема по экономии горючих и что не мало важное, одновременно снижаем токсичность отработавших газов. На наш взгляд, обе эти проблемы, в современном мире очень актуальны и требуют безотлагательного вмешательства со стороны разработчиков новых двигателей внутреннего сгорания.

1.2 Экологические аспекты при функционировании автотракторных ДВС

Ограничение губительного воздействия множество вредных компонентов выхлопных газов автотракторных ДВС при их эксплуатации на окружающую среду является одной из основной задачи для современных инженеров. На сегодняшний день автотракторные двигатели внутреннего сгорания активно загрязняют воздушный бассейн нашей планеты. Они являются устройствами, в которых, энергия тепловых и химических реакции преобразуются в механическую. В результате чего в выхлопных газах силовых агрегатах образуются

токсичные компоненты.

Также необходимо отметить тот факт, что, автотракторная техника загрязняет окружающую среду ещё и с другими способами, это картерные газы, или топлива, которая испаряется из бака, но, эти источники загрязнения окружающей среды по сравнению с выхлопными газами весьма мизерны и в дальнейшем разговор коснётся только к токсичности выхлопных газов, которые содержат около 200 разновидностей соединений и добрая половина из них представляют реальную угрозу для всего живого на земле.

Наиболее исследованный перечень вредных веществ в отработавших газах представлены в таблице №1.

Таблица 1.1 - Перечень вредных веществ в выхлопных газах

№	Наименование компонента	Группа	Примечание
1	Азот		Нетоксичен
2	Двуокись углерода		Нетоксичен
3	Вода	Не токсичная	Не токсичен
4	Кислород		Не токсичен
5	Водород		Не токсичен
6	Углерод	Сажа	Токсична *
7	Оксид углерода	Оксид углерода	Токсичен **
8	Формальдегид	Альдегиды	Токсичен ***
9	Акролеин	Альдегиды	Токсичен ****
10	Ацетальдегид	Альдегиды	Токсичен*****
11	Оксид азота		Крайне опасен
12	Диоксид азота	Окислы азота	Токсичен
13	Метан	Углеводороды	Токсичен*****
14	Этилен	Углеводороды	Токсичен *****
15	Ацетилен	Углеводороды	Токсичен *****
16	Пропилен	Углеводороды	Токсичен *****

№	Наименование компонента	Группа	Примечание
17	Этан	Углеводороды	Токсичен *****
18	Толуол	Углеводороды	Токсичен *****
19	m-ксилол	Углеводороды	Токсичен *****
20	p-ксилол	Углеводороды	Токсичен *****
21	Бензол	Углеводороды	Токсичен *****
22	Пропан	Углеводороды	Токсичен *****
23	Изооктан	Углеводороды	Токсичен *****
24	n-пентан	Углеводороды	Токсичен *****
25	Изобутилен	Углеводороды	Токсичен *****
26	Бутилен-1	Углеводороды	Токсичен *****
27	Изопентан	Углеводороды	Токсичен *****
28	Гексан	Углеводороды	Токсичен *****
29	Этил бензол	Неканцерогенны	
30	2-сетил кситин	Углеводороды	Токсичен *****
31	n-бутан	Углеводороды	Токсичен *****
32	О-ксилол	Углеводороды	Токсичен *****
33	3-метилпентан	Углеводороды	Токсичен *****
34	Циклопентан	Углеводороды	Токсичен *****
35	Метилциклопентан	Углеводороды	Токсичен *****
36	Циклогексан	Углеводороды	Токсичен *****
37	Бутилен-3-cis	Углеводороды	Токсичен *****
38	n-метилгексан	Углеводороды	Токсичен *****
39	n-октан	Углеводороды	Токсичен *****
40	Изобутан	Углеводороды	Токсичен *****
41	Бутилен-2-trans	Углеводороды	Токсичен *****
42	Пропадиен	Углеводороды	Токсичен *****
43	Пентан-1, 2-trans	Углеводороды	Токсичен *****

№	Наименование компонента	Группа	Примечание
44	2,4-диметилпентан	Углеводороды	Токсичен *****
45	2-метилбутилен-1	Углеводороды	Токсичен *****
46	Гексан-1	Углеводороды	Токсичен *****
47	9,10-диметил-1,	Углеводороды	Токсичен *****
48	Бенз-а-пирен (БаП)	Углеводороды	Токсичен*****
49	1,2,5,6-дибензантрацен	Канцерогенные	Токсичен *****
50	1,2-бензантрацен	Канцерогенные	Токсичен *****

Примечание:

- Может раздражать дыхательные пути*
- Обладает выраженным отравляющим действием**
- Раздражает слизистые оболочки человека, дыхательные пути, поражают ЦНС*** -Ядовитый газ, оказывает воздействие на слизистые****
- Газ с токсичным действием на человеческий организм*****
- Оказывает не благоприятное воздействие сердечно-сосудочную систему*****
- Оказывает сильное негативное воздействие на организм, стимулирует образование злокачественных опухолей *****
- Стимулирует образование злокачественных опухолей*****

Кроме того, количество вредных компонентов в отработавших газах автотракторных двигателей, очень сильно зависит от режима работы силового агрегата, от рода топлива, от технического состояние самого двигателя и от много других факторов, но постоянное совершенствование двигателей внутреннего сгорания в целом и рабочего процесса в частности, безусловно приводят к снижению вредных компонентов в отработавших газах.

1.3 Экономическое составляющее вопроса по расхода топлива

В двигателях внутреннего сгорания, работающие на бензиновом топливе, мощностные показатели меняются путем дросселирования, то есть, уменьшением или увеличением количества горючей смеси подаваемый в камеру сгорания. Для оптимальной эксплуатации силового агрегата на частичных нагрузках состав горючей смеси следует обогатить, хотя нам прекрасно известно, что тепловая энергия сгорания топлива максимально не будет использована. Из огромных количеств работ многих учённых в данной области видно, что в двигателях внутреннего сгорания, даже при максимальной скорости тепловыделения, успевает окислится всего около 50...60% поданного горючего, а это в конечном результате приводит к повышению расхода топлива и высокому содержанию вредных компонентов в отработавших газах.

Кроме того, необходимо знать что, при торможением двигателем, (режим принудительного холостого хода) огромная часть топлива вообще не успевает сгорет и в таком виде выбрасывается в атмосферу, в виде продуктов частичного его окисления и крекинга. Следует отметить что, торможение двигателем, это важнейший режим работы силового агрегата, который имеет прямое отношение для повышении безопасности дорожного движения, при перемещение автомобиля по горному серпнтину на спуске и по снижение скорости движения автомобиля на мокрой дороге.

По мимо этого, бензиновыми двигателями, при их работе на полных нагрузках (смесь обогащённая до в пределах $\alpha = 0,8...0,9$), выбрасывается в окружающую среду огромное количество оксид углерода (CO). Мы стоим перед выбором – либо повышаем мощность двигателя примерно на 5%, либо мы провоцируем проблему повышения расхода топлива и выброса несгоревших углеводородов (CH) и оксида углерода (CO).

При дросселирование, на режимах принудительного холостого хода (торможение двигателем) львиная доля топлива не сгорает, а выбрасывается в атмосферу в виде продуктов неполного окисления. Кроме того, огромное

количество оксид углерода (СО) выбрасывается бензиновыми двигателями в атмосферу на таком режиме, как полная нагрузка. Необходимо отметить что, при этом смесь обогащённая ($\alpha = 0,8...0,9$). Таким образом достигается повышение мощности двигателя примерно на 4 – 4,5 %, по сравнению с его работой при $\alpha = 1$, но следует отметить что, заметно растёт расход топлива и что не мало важно, увеличивается ещё и выброс токсичных компонентов в отработавших газах оксида углерода (СО) и несгоревших углеводородов (СН).

При повышении давления внутри цилиндра рабочей смеси и температуры сжатия, приводит к повышению скорости распространения турбулентного фронта пламени в основной фазе горения. Но, одновременно, при увеличении степени сжатия, понижается относительная доля тепла, которая выделяется в основной фазе, а в связи с этим, увеличивается доля тепла, которая появляется при диссоциации окислов азота (NO_x).

В силовых агрегатах, с повышенной степенью сжатия, в широком диапазоне изменения нагрузки, представляется возможность использовать обедненные смеси. Что безусловно сопровождается повышением таких параметров как температуры сжатия и давления, а в связи с этим, соответственно возрастает и термический КПД.

В многочисленных экспериментах Рикардо [74, 77, 85] видно, что за счет изменения состава рабочего заряда, примерно от $\alpha = 1,0$ % до $\alpha = 1,5$ % становится возможным повышение термического КПД, примерно на 15%, но, для осуществления реализации этих преимуществ коэффициента избытка воздуха бедных смесей необходимо разрешить существующую проблему эффективного их использования во всех силовых агрегатах. А это означает только одно, что необходимо создавать рабочий процесс такого рода, который мог бы обеспечить стабильное, полное, и самое главное быстрое сгорание рабочей смеси в довольно широком диапазоне нагрузок при значениях $\alpha = 1,4...1,5$, и что немаловажно, необходимо обеспечить возможность как можно плавного перехода от режима к режиму, например - частичных нагрузок к

максимальной мощности.

Исходя из вышеотмечанного, для того что бы обеспечит устойчивую работу силового агрегата на относительно бедных смесях, автор работы предлагает сделать состав смеси неоднородным по всему объему цилиндра; то есть, так следует сделать что, наиболее бедную смесь расположить вдали от свечи зажигания, а вот, непосредственной близости к свечи зажигания, что бы расположилась более богатая смесь и при этом удалось получить бы надежное и быстрое сгорание смеси даже в том случае, когда среднее значение коэффициента избытка воздуха столь велико, что в случае равномерного распределение топлива в смеси воспламенение ее вообще было проблематично, или почти невозможным.

1.4 Пути решения технико – экономических и экологических проблем двигателей внутреннего сгорания

В современных условиях в науке известны огромное количество способов по уменьшению токсичности и увеличения топливной экономии силовых агрегатов. Все они довольно активно используются исследователями в этой области и они уже в процессе разработки новых силовых агрегатов учтены для улучшения эксплуатационных параметров новых двигателей внутреннего сгорания. По улучшению технико экономической и экологической показателей ДВС, широкое распространение нашло способ завихрения и расслоения рабочего заряда.

Способ расслоения рабочего заряда, как самостоятельное направление двигателостроения было разработано, а потом внедрено на производстве в первой половине 80-их годов прошлого столетия, японской фирмы Mitsubishi [19]. Данная система полноценно работала при подачи в цилиндре двигателя дополнительной порцией воздуха, в нижней части гильзы цилиндра и при этом дополнительный воздух подавался под определённым углом, завихряясь направлялась к верхней мертвой точки. При этом в основном применялось всего

два варианта подачи дополнительного воздуха в нижней части гильзы цилиндра. В корпусе блока цилиндров, вблизи НМТ, просверливалась отверстие, туда вставляли штуцер - нипель диаметром около 10 мм, которое открывался поршнем, когда он достигал НМТ. Порция дополнительного воздуха поступал в цилиндр за счет разности давлений до и в конце впуска на режимах холостого хода и частичных нагрузок. В системе, параллельно с дополнительного воздуха, подавалась определённая часть отработавших газов после рециркуляции. Обе версии данной системы представлены на рис.1.1.

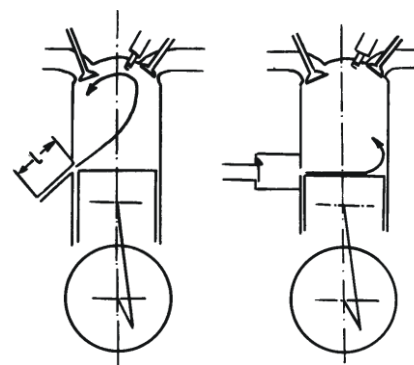


Рис.1.2. Двигатель японской фирмы Mitsubishi

В научных исследованиях многих учёных, проводившие эксперименты в данной области отмечено, что вышеупомянутая система обеспечивает стабильное, быстрое и наиболее полное сгорание бедной смеси, из за принудительной завихрения заряда и заметно снижаются окислы азота (NO_x) в выхлопных газах за счет снижения температуры и давления в цилиндры [18].

1.5 Обоснование подбора конструкции двигателя с системой подвода дополнительного воздуха

На сегодняшний день способы принудительного завихрения заряда в цилиндре весьма разнообразны, к ним можно относить:

а) завихрители, приводимые в движение потоком всасываемого воздуха; лопаточные, лопасти - завихрители, которые имеют дугообразную, плоскую, винтовую и другие формы поверхностей, устанавливаемые, как правило, во впускном коллекторе. (рис.1.2 а);

б) отражатели, на впускном клапане в виде ширмы; винтовое - тангенциальные впускные каналы установка во впускном трубопроводе или в головке цилиндра; (рис.1.2 б);

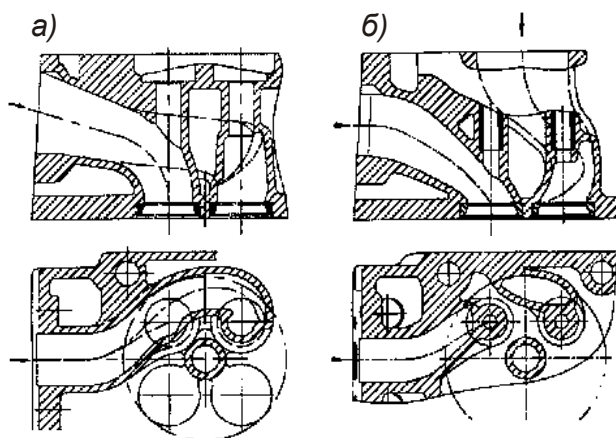


Рис.1.5. Конструкция впускных каналов.
Двигатель КамАЗ

в) завихрители с разными приводами от самого двигателя, и много других разновидностей (рис.1.3).

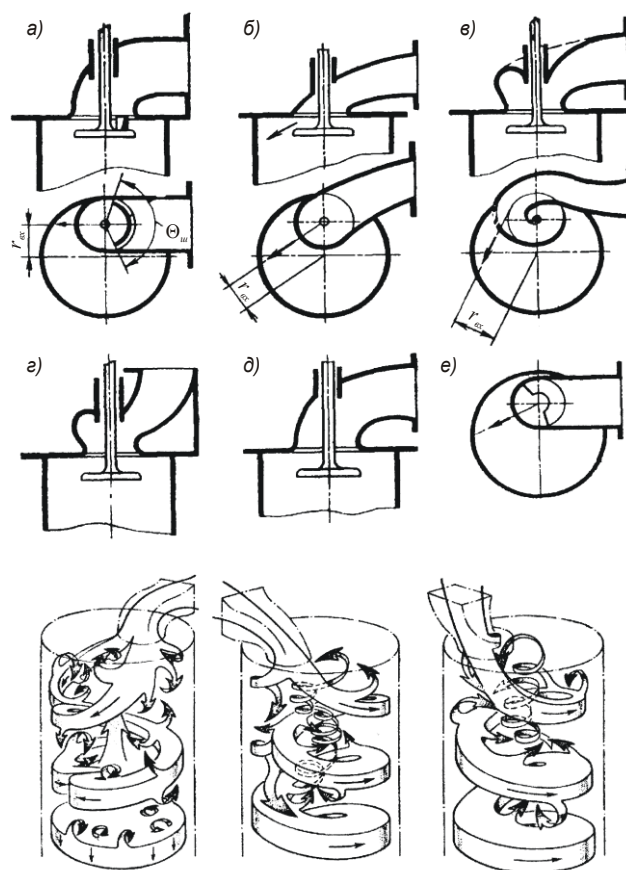


Рис.1.6. Схемы завихрителей.
а - с заширленным клапаном; б - тангенциальный; в - винтовой с боковым подводом воздуха; г - винтовой с падающим потоком воздуха; д - однофункциональный; е - с заширленным седлом; $r_{вх}$ - радиус входа потока; $\Theta_{ш}$ - угол заширления

Из разных способов завихрения заряда, мы предпочтение отдаём способу принудительного завихрения заряда, который осуществляется путём подачи воздуха, обходя основной впускной магистраль силового агрегата. Схема проста и одновременно гениальна. В нижнюю часть гильзы цилиндра

проделываются специальные отверстия и в них ввёртываются ниппель – штуцера, через них и подаётся дополнительная порция воздуха. Такая схема силового агрегата представлена на рис.1.4, которая была разработана профессором Н. П. Самойловым ещё во второй половине прошлого столетия. При таком подходе к проблеме мы имеем как минимум двух основных положительных результатов:

- 1–содержанию NO_x в выхлопных газах двигателя заметно уменьшается;
- 2–быстрое и стабильное сгорание горючего, вследствие сильной закрутки заряда, что безусловно приводит к повышению технико-экономических и экологических показателей силового агрегата.

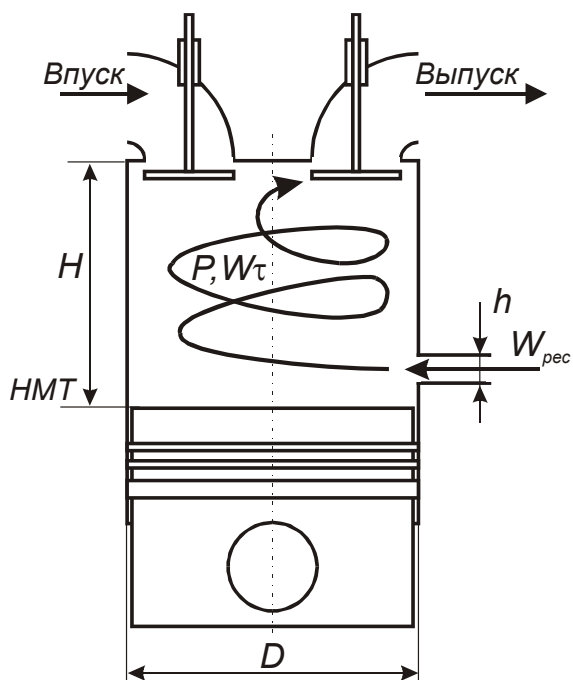


Рис.1.10. Схема подачи в цилиндр дополнительного воздуха

Сама схема многократно подвергалась к доработкам в поисках оптимальной версии, менялось количество, диаметр, месторасположение, угол наклона отверстия через которых подавалась дополнительная порция воздуха. Кроме того, менялось рабочее давление подаваемого воздуха. Именно на рабочее давление мы обращаем своё внимание и в этой дипломной работе находим оптимального параметра функционирования дополнительного тракта для подвода воздуха.

Изучая данную систему, мы пришли к выводу что, дополнительная порция воздуха может попасть в цилиндре, как по принципу всасывания, так и под определённым избыточным давлением, которое создаётся предварительно при помощи насоса или компрессора. С учётом широкого диапазона всех эксплуатационных показателей современных силовых агрегатов, становится ясно, что способ подачи дополнительного воздуха, разработанный выдающим учёным профессором Самойловым Н. П., уже с трудом отвечает современным требованиям науки и техники. Рассмотрев разные варианты как систем, так и силовых агрегатов, мы сочли необходимым выбрать наиболее современный высокофорсированный бензиновый двигатель для отечественного легкового автомобиля ВАЗ 2112 с дополнительным завихрением заряда и применять к нему компрессор для обеспечения необходимой давлению для оптимальной работы данного двигателя по всем параметрам.

2. ОРГАНИЗАЦИЯ УЧАСТКА ПО ТЕКУЩЕМУ РЕМОНТУ АВТОМОБИЛЕЙ

Эффективное использование подвижного состава возможно при условии регулярно проведения комплекса технических воздействий, которые делятся на 2 группы:

а) воздействие, направленное на восстановление работоспособности механизмов и деталей;

б) воздействие, направленное на поддержание автомобиля в работоспособном состоянии в течение всего периода эксплуатации.

Планово-предупредительная система предусматривает:

ЕО_с — ежедневное обслуживание перед выездом транспортных средств на линию;

ЕО_т — ежедневное обслуживание перед постановкой транспортных средств на техническое обслуживание;

ТО-1 — первое техническое обслуживание;

ТО-2 — второе техническое обслуживание;

СО — сезонное техобслуживание

ТР — текущий ремонт

КР — капитальный ремонт

При расчете производственной программы нормативы трудоемкости принимаем по действующему «Положению по техническому обслуживанию и ремонту подвижного состава автомобильного транспорта» [21].

2.1 Расчет количества технических обслуживаний и ремонтов автомобилей

2.1.1 Определение периодичности технических обслуживаний и ремонтов

$$L_1 = L_1^H \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (2.1)$$

$$L_2 = L_2^H \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (2.2)$$

$$L_{kp} = L_{kp}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.3)$$

где L_1^H — нормативная периодичность ТО-1, км;

L_2^H — нормативная периодичность ТО-2, км;

L_{kp}^H — нормативный пробег до капитального ремонта, км;

K_1 — коэффициент, учитывающий условия эксплуатации;

K_2 — коэффициент, учитывающий модификацию подвижного состава;

K_3 — коэффициент, учитывающий природно-климатические условия.

Примем нормативные периодичности:

– для автомобилей КамАЗ 5320: $L_1^H = 4000 \text{ км}$, $L_2^H = 12000 \text{ км}$,

$L_{kp} = 300000 \text{ км}$;

– для автомобилей ЗИЛ-431410: $L_1^H = 4000 \text{ км}$, $L_2^H = 16000 \text{ км}$,

$L_{kp} = 350000 \text{ км}$.

Примем коэффициенты: $K_1 = 0,8$; $K_2 = 0,9$ (для КамАЗ – 5320) и $K_2 = 1,0$ (для ЗИЛ – 431410); $K_3 = 1,0$.

Рассчитав скорректированные периодичности согласно выражений (2.1-2.3), получим следующие значения:

для автомобилей КамАЗ 5320: периодичность ТО-1 — $L_1 = 3200 \text{ км}$,
периодичность ТО-2 — $L_2 = 9600 \text{ км}$, пробег до капитального ремонта
составит $L_{kp} = 216000 \text{ км}$;

для автомобилей ЗИЛ-431410: периодичность ТО-1 — $L_1 = 3200 \text{ км}$,
периодичность ТО-2 — $L_2 = 12800 \text{ км}$, пробег до капитального ремонта
составит $L_{kp} = 280000 \text{ км}$.

Полученные данные корректируем по плотности со среднесуточным пробегом

– для КамАЗ-5320 среднесуточный пробег составит
 $L_{cc} = L_{EO} = 147 \text{ км}$, тогда $L_1 = 3087 \text{ км}$, $L_2 = 3087 \cdot 3 = 9247 \text{ км}$, $L_{kp} = 212681 \text{ км}$;

– для ЗИЛ-431410 среднесуточный пробег составит $L_{cc} = L_{EO} = 144 \text{ км}$

, тогда $L_1 = 3168 \text{ км}$, $L_2 = 3168 \cdot 4 = 12672 \text{ км}$, $L_{kp} = 278800 \text{ км}$;

2.1.2 Расчет программы технических обслуживаний и ремонтов одного автомобиля за цикл

Количество технических обслуживаний и ремонтов одного автомобиля рассчитываем за цикл с последующим перерасчетом программы на год []:

$N_K = 1$ (принято для всего подвижного состава);

$$N_2 = \frac{L_{kp}}{L_2} - N_K, \quad (2.4)$$

$$N_1 = \frac{L_{kp}}{L_1} - (N_K + N_2), \quad (2.5)$$

$$N_{EO} = \frac{L_{kp}}{L_{EO}} = \frac{L_{kp}}{L_{CC}}, \quad (2.6)$$

где N_K — число капитальных ремонтов за цикл, ед;

N_1 — число ТО-1 за цикл, ед;

N_2 — число ТО-2 за цикл, ед.

N_{EO} — число ежедневных обслуживаний за цикл, ед;

С учетом найденных ранее L_{KP} , L_1 , L_2 , получим следующие производственные программы по видам обслуживания за цикл:

— для автомобиля КамАЗ-5320:

$$N_K = 1$$

$$N_2 = \frac{212681}{9247} - 1 = 22 \text{ ед.}$$

$$N_1 = \frac{212681}{3087} - (1 + 23) = 46 \text{ ед.}$$

$$N_{EO} = \frac{212681}{147} = 1446 \text{ ед.}$$

— для автомобиля ЗИЛ-431410:

$$N_K = 1$$

$$N_2 = \frac{278800}{12672} - 1 = 21 \text{ед.}$$

$$N_1 = \frac{278800}{3168} - (1 + 21) = 66 \text{ед.}$$

$$N_{EO} = \frac{278800}{144} = 1936 \text{ед.}$$

2.1.3 Расчет количества технических обслуживаний и ремонтов на один автомобиль и на весь парк за год

Полученные выше значения необходимо пересчитать на 1 год.

Расчетный коэффициент технической готовности автомобиля []:

$$\alpha_T = \frac{D_{\text{ЭЦ}}}{D_{\text{ЭЦ}} + D_{\text{РЦ}}}, \quad (2.7)$$

$D_{\text{ЭЦ}}$ — время эксплуатации автомобиля за цикл, дней;

$D_{\text{РЦ}}$ — время простоя в ТО и ремонте автомобиля за цикл, дней;

Время эксплуатации автомобиля за цикл определяется выражением []:

$$D_{\text{ЭЦ}} = \frac{L_{\text{КР}}}{L_{\text{СС}}}. \quad (2.8)$$

Определим время эксплуатации имеющегося подвижного состава за цикл:

– для автомобиля КамАЗ-5320:

$$D_{\text{ЭЦ}} = \frac{212681}{147} = 1446 \text{дней}$$

– для автомобиля ЗИЛ-431410:

$$D_{\text{ЭЦ}} = \frac{278800}{144} = 1936 \text{дней}$$

Время простоя в ТО и ремонте автомобиля за цикл определяется выражением из выражения []:

$$D_{\text{РЦ}} = D_K + D_{\text{ТО-ТР}} \cdot \frac{L_{\text{КР}}}{1000} K_4, \quad (2.9)$$

D_K — время простоя в капитальном ремонте, дней;

$D_{\text{ТО-ТР}}$ — удельный простой автомобилей в ТО-2 и текущем ремонте,

$\frac{\text{дней}}{1000 \text{ км}};$

K_4 — коэффициент, учитывающий изменение продолжительности простоя в ТО и ремонте в зависимости от пробега с начала эксплуатации.

Определим время простоя подвижного состава в ТО и ремонте:

– для автомобиля КамАЗ-5320:

$$D_{\text{РЦ}} = 22 + \frac{0,25 \cdot 212700}{1000} \cdot 1,55 = 104 \text{ дня};$$

– для автомобиля ЗИЛ-431410:

$$D_{\text{РЦ}} = 22 + \frac{0,275 + 278800}{1000} \cdot 1,55 = 140 \text{ дней}.$$

2.2 Расчет объема работ по техническому обслуживанию и ремонту автопарка в год

2.2.1 Определение нормативных величин трудоемкости ТО и ТР

$$t_{EO} = t_{EO}^H \cdot K_2 \cdot K_5, \quad (2.10)$$

$$t_1 = t_1^H \cdot K_2 \cdot K_5, \quad (2.11)$$

$$t_2 = t_2^H \cdot K_2 \cdot K_5 \quad (2.12)$$

$$t_{TP} = t_{TP}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (2.13)$$

где t_{EO}^H — нормативная трудоемкость ежедневного обслуживания, чел · ч;

t_1^H — нормативная трудоемкость ТО-1, чел · ч;

t_2^H — нормативная трудоемкость ТО-2, чел · ч;

t_{TP}^H — нормативная трудоемкость текущего ремонта, $\frac{\text{чел} \cdot \text{ч}}{1000 \text{ км}};$

K_5 — коэффициент, учитывающий количество автомобилей в парке.

Примем следующие нормативные трудоемкости:

– для автомобиля КамАЗ-5320: $t_{EO} = 0,75 \text{ чел} \cdot \text{ч}$, $t_1 = 1,19 \text{ чел} \cdot \text{ч}$,
 $t_2 = 8,7 \text{ чел} \cdot \text{ч}$, $t_{TP} = 6,7 \frac{\text{чел} \cdot \text{ч}}{1000 \text{ км}}$;

– для автомобиля ЗИЛ-431410: $t_{EO} = 0,45 \text{ чел} \cdot \text{ч}$, $t_1 = 2,0 \text{ чел} \cdot \text{ч}$,
 $t_2 = 10,6 \text{ чел} \cdot \text{ч}$, $t_{TP} = 3,45 \frac{\text{чел} \cdot \text{ч}}{1000 \text{ км}}$.

Скорректированные трудоемкости будут равны:

– для автомобиля КамАЗ-5320:

$$t_{EO} = 0,75 \cdot 1,15 \cdot 0,9 = 0,776 \text{ чел} \cdot \text{ч},$$

$$t_1 = 1,19 \cdot 1,15 \cdot 0,9 = 1,98 \text{ чел} \cdot \text{ч},$$

$$t_2 = 8,7 \cdot 1,15 \cdot 0,9 = 9 \text{ чел} \cdot \text{ч},$$

$$t_{TP} = 6,7 \cdot 1,5 \cdot 1,15 \cdot 1,0 \cdot 1,55 \cdot 0,9 = 14,33 \frac{\text{чел} \cdot \text{ч}}{1000 \text{ км}};$$

– для автомобиля ЗИЛ-431410:

$$t_{EO} = 0,45 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,4 \text{ чел} \cdot \text{ч},$$

$$t_1 = 2,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 1,8 \text{ чел} \cdot \text{ч},$$

$$t_2 = 10,6 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 9,64 \text{ чел} \cdot \text{ч},$$

$$t_{TP} = 3,45 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,55 \cdot 0,9 = 5,77 \frac{\text{чел} \cdot \text{ч}}{1000 \text{ км}}.$$

2.2.2 Расчет объемов работ по техобслуживанию и ремонту подвижного состава на год

Годовой объем работ вычисляется по формулам []:

$$T_{EO\Gamma} = N_{EO\Gamma} \cdot t_{EO}, \quad (2.14)$$

$$T_{1\Gamma} = N_{1\Gamma} \cdot t_1 \quad (2.15)$$

$$T_{2\Gamma} = N_{2\Gamma} \cdot t_2 \quad (2.16)$$

$$T_{TP} = \frac{L_{\Gamma}}{1000} \cdot t_{TP} \cdot A_{СП} \quad (2.17)$$

где t_{EO} , t_1 , t_2 , t_{TP} — скорректированные трудоемкости ЕО, ТО-1, ТО-2, текущего ремонта, чел·ч;

L_{Γ} — годовой пробег одного автомобиля, км;

$A_{СП}$ — списочное количество подвижного состава, ед.

С учетом найденных ранее значений величин, входящих в выражения, получим следующие объёмы работ:

Скорректированные трудоемкости будут равны:

– для автомобиля КамАЗ-5320:

$$T_{EO_{\Gamma}} = 4815 \cdot 0,776 = 3746,21 \text{ чел} \cdot \text{ч},$$

$$T_{1_{\Gamma}} = 153 \cdot 1,98 = 303,29 \text{ чел} \cdot \text{ч},$$

$$T_{2_{\Gamma}} = 110 \cdot 9 = 990 \text{ чел} \cdot \text{ч},$$

$$T_{TP} = \frac{41697}{1000} \cdot 14,33 \cdot 17 = 10157,8;$$

– для автомобиля ЗИЛ-431410 (по аналогии):

$$T_{EO_{\Gamma}} = 792,4 \text{ чел} \cdot \text{ч},$$

$$T_{1_{\Gamma}} = 121,41 \text{ чел} \cdot \text{ч},$$

$$T_{2_{\Gamma}} = 204,7 \text{ чел} \cdot \text{ч},$$

$$T_{TP} = 1649,77 \frac{\text{чел} \cdot \text{ч}}{1000 \text{ км}}.$$

Полученные данные заносим в таблицу 2.1:

Таблица 2.1 - Годовой объём работ технического обслуживания и текущего ремонта.

Подвижный состав	$T_{EO_{\Gamma}}$, чел·ч	$T_{1_{\Gamma}}$, чел·ч	$T_{2_{\Gamma}}$, чел·ч	T_{TP} , чел·ч./1000км
КамАЗ -5320	3746,21	303,29	990	10151,80
ЗИЛ -431410	2059,60	245,05	121,41	1687,94

Годовой объем работ технического обслуживания по всему парку будет равен:

$$T_{ГО} = T_{ЕОГ} + T_{1Г} + T_{2Г},$$

$$T_{ОГ} = 6598,21 + 669,75 + 1593,76 = 8861,71 \text{ чел} \cdot \text{ч}.$$

Годовой объем работ текущего ремонта по всему парку будет равен:

$$T_{ТРГ} = 13490,5 \frac{\text{чел} \cdot \text{ч}}{1000 \times \text{км}}$$

2.2.3 Определение объема работ по самообслуживанию предприятий в год

Объем работ принимается в процентном отношении от суммарного объема работ по ТО и ТР всего автопарка.

$$T_{САМ} = (T_{60Г} + T_{1Г} + T_{2Г} + T_P) \cdot \frac{K_C}{100} \quad (2.18)$$

где K_C — объем работ по самообслуживанию предприятий, % (согласно [] K_C принят равным 10%)

$$T_{САМ} = (8861,7 + 13490,51) \cdot \frac{10}{100} = 2235,22 \text{ чел} \cdot \text{ч}.$$

2.2.4 Определение, содержание и трудоемкость работ, выполненных различными производственными подразделениями предприятия

Программа работ по ТО и ТР подвижного состава выполняется в различных производственных зонах и участках транспортного цеха. Необходимость содержания и годовой объем выполняемых работ распределить по зонам и отделениям. Количество и назначение зоны зависят от объема и содержания работ.

Принимаем организацию труда методом специализированных бригад. Для определения объема работ, выполненного в каждом отделении нужно

годовой объем ремонта распределить между ними в процентах. Данные приведены в таблицах 2.2 и 2.3.

Таблица 2.2 — Примерное распределение трудоемкости текущего ремонта подвижного состава по видам работ в процентах.

Виды работ	Распределение трудоемкости по видам работ %	Трудоемкость, чел·ч.
1	2	3
<u>Постовые:</u>		
Диагностические	5	674,5
Крепежные	3	404,7
Регулировочные	3	404,7
Разборочно-сборочные	28	3777,3
ИТОГО	39	6261,2
<u>Цеховые:</u>		
Ремонт узлов и агрегатов	20	2698
Электротехнические	9	1214,1
Слесарно-механические	9	1214,1
Ремонт системы питания	3,5	477,15
Аккумуляторные	0,5	64,45
Шиномонтажные	1,0	134,9
Вулканизационные	1,0	134,9
Жестяницкие	1,5	202,35
Сварочные	2,0	269,8
Медницкие	1,0	404,7
Кузнечно-рессорные	5,0	674,5
Арматурно-кузовные	0,5	67,45
ИТОГО	61	8228,9
Всего	100	13490,51

Таблица 2.3 — Примерное распределение работ по самообслуживанию транспортного цеха по видам работ.

Виды работ	Трудоемкость	
	в %	в чел·ч
Электротехнические	25,0	558,8
Механические	10,0	223,5
Слесарные	16,0	357,6
Кузнечные	2,0	44,7
Сварочные	4,0	89,4
Жестяницкие	4,0	89,4
Трубопроводные	2,0	44,7
Медницкие	1,0	22,35
Ремонтно-строительные и деревообрабатывающие	16,0	357,6

2.2.5 Методика определения количества рабочих

Технологически необходимое количество рабочих определяется по формуле [21]:

$$P_T = \frac{T_{\varepsilon}}{\Phi_M}, \quad (2.19)$$

где T_{Γ} — годовой объем работ, чел·ч;

Φ_M — годовой фонд времени рабочего места, ч.

Годовой фонд времени рабочего места равен []:

$$\Phi_M = (D_{\text{кг}} - D_{\text{в}} - D_{\text{п}}) \cdot C \quad (2.20)$$

где $D_{\text{кг}}$ — количество календарных дней в году

$D_{\text{в}}$ — количество выходных дней в году;

$D_{\text{п}}$ — количество праздничных дней в году;

C — продолжительность рабочего дня, ч.

Штатное количество рабочих $P_{\text{ш}}$ определяется следующим образом [21]:

$$P_{ш} = \frac{T_z}{\Phi_p}, \quad (2.21)$$

где Φ_p — годовой фонд времени работы, ч.

Годовой фонд времени работы равен []:

$$\Phi_p = \Phi_m - D_{уп} \cdot C, \quad (2.22)$$

где $D_{уп}$ — время отсутствия работника по уважительным причинам, дней.

Численность рабочих необходимо уточнить по результатам проектированных зон и отделений.

2.3 Расчет количества постов и линий ТО и ТР

2.3.1 Расчет зоны ТР

Число постов зоны определяется выражением [21]:

$$X_{mp} = \frac{T_{раб} \cdot \varphi}{D_{pg} \cdot c \cdot T_{см} \cdot P_{cp} \cdot \eta_{п}}, \quad (2.23)$$

где $T_{раб}$ — объем выполняемых работ, чел·ч;

φ — коэффициент, учитывающий неравномерность поступления подвижного состава на пост;

D_{pg} — количество дней работы постов в году, дней;

C — количество смен работы; С-1

$T_{см}$ — продолжительность рабочей смены, ч;

P_{cp} - среднее количество рабочих на посту, чел;

$\eta_{п}$ - коэффициент использованного рабочего времени поста.

С учетом ранее найденных и принятых значений величин, входящих в выражение (2.23) определим общее количество постов текущего ремонта:

$$X_{mp} = \frac{5261 \cdot 2 \cdot 1 \cdot 4}{305 \cdot 1 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 0,8} = 2_{поста}.$$

Принимается 2 универсальных поста текущего ремонта.

2.3.2 Ведомость технологического оборудования зон и отделений

Необходимое технологическое оборудование для зон и отделений приведено в таблице 2.4.

Таблица 2.4 — Ведомость технологического оборудования.

Наименование оборудования	Кол-во	Тип, Модель	краткая техническая характеристика	Площадь, м ²	
				На ед.	общая
1	2	3	4	5	6
<u>Зона ТР:</u>					
Кран-балка	1	Q=2т	—	—	—
Подъемник канавный	2	П-111	—	—	—
Гайковерт	2	П-318	1200 × 650	0,78	1,56
Тележка для агрегатов	2	ст633м	1200 × 900	1,08	2,16
Передвижной канавный подъемник	2	П-113	—	—	—
Приспособление для снятия КПП	1	М-2471	—	—	—
Нагнетатель смазки	1	390м	925 × 255	0,24	0,24
Прибор для проверки схождения.	1	2182	—	—	—
Прибор для проверки натяжения ремня вентилятора	1	НИИАТ к-403	—	—	—
Прибор для проверки свободного хода педалей	1	К-446	—	—	—
Тележка для перевозки двигателя	1	Р-335	1019 × 900	0,95	0,24
Комплект инструмента	10	И-131	—	—	—

Комплект гаечных ключей	4	2336	—	—	—
Бак для раздачи масел	1	М-133	460 × 380	0,17	0,17
ИТОГО:					13,97

2.3.3 Определение площадей участка по ТР

Площадь производственных помещений определяется:

$$F_{EO} = F_a \cdot X_{II} \cdot \kappa_n, \text{ м}^2, \quad (2.24)$$

F_a — площадь подвижного состава, м²;

X_{II} — число постов, ед;

κ_n — коэффициент плотности расстановки постов.

Габаритные размеры автомобилей составляют:

- $\text{КамаАЗ} \cdot 5320 + \text{ГКБ}8350 : L_a = 15,7 \text{ м}, \quad \text{в} = 2,5 \text{ м}, \quad f_{a_1} = 39,3 \text{ м}^2;$
- $\text{ЗИЛ}431410 : L_a = 5,47 \text{ м}, \quad B = 7,42 \text{ м}, \quad f_{a_2} = 13,7 \text{ м}^2.$
- Площадь зоны текущего ремонта составит:

$$F_{TP} = 525 \text{ м}^2.$$

2.4 Планировка зоны текущего ремонта

После реконструкции зона текущего ремонта включает два универсальных тупиковых поста, с косоугольным расположением под углом 45°. Это связано с тем что старая однопостовая схема не справляется с фактической производственной программой. После реконструкции предполагается, что один пост предназначен для ремонта одиночных автомобилей ЗИЛ-431410 и КамаАЗ-5320, второй — для КамаАЗ-5320 с прицепом ГКБ-8350. Необходимое оборудование принимается согласно пункту 2.3.2 (таблица 2.4).

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Описание прототипа

На сегодняшний день разработано огромное количество модификаций силовых агрегатов с расслоением заряда. Расслоение в них осуществляется различными схемами. Например - впрыск бензина в цилиндр двигателя, в котором можно получить неоднородную по составу топливовоздушную смесь, за счет соответствующего сочетания направления воздушных потоков в камере сгорания, можно осуществить такое расслоение заряда, особенно при позднем впрыске, которое обеспечивало бы наличие обогащенной смеси в зоне свечи зажигания при любых нагрузках силового агрегата [4].

Система впрыска представляет собой определённую конструкцию электронноуправляющей системы впрыска. В ней топливо впрыскивается во впускном коллекторе, электромагнитной форсункой, расположенной перед самой дроссельной заслонкой. Распределение топливовоздушной смеси по отдельным цилиндрам происходит, как и в случае применения карбюратора, то есть, через впускной коллектор. Такого рода схема системы впрыска топлива, используется на автомобилях ВАЗ-21044 и ВАЗ-21083, 21093, 21099, 21102, 21214 и т.д.

Уменьшение расхода топлива и снижение выброса отравляющих компонентов во всех двигателях с расслоением заряда за счет впрыска топлива непосредственно во впускную трубу, или в цилиндре обеспечивается созданием надежного и устойчивого воспламенения топливовоздушной смеси, интенсивного формирования очага окисления (горения), увеличения скорости распространения фронта пламени и более полного сгорания горючего.

					RKP 2.3 0.3 0.3 227 18		
ИЗ	Лис	№ докум	Подп	Дат			
Разраб	Дербышев				Мобильный агрегат технического	Лит	Лист
	Аладашвили						56
Н						Листов	18
Утверд	Хачизор					КГАУ каф. Т, А и Э и	

В силовых агрегатах с впрыском топлива, высокая скорость нарастания давления и следовательно высокая скорость сгорания, как несгоревшей, так и сгоревшей смеси, способствуют полному сгоранию более бедных смесей. В выхлопных газах наблюдается относительно низкое содержание оксида углерода (СО) в среднем 0,22% (по объему), а на режиме полной мощности оно повышается до 4,8%. Также, с увеличением нагрузки и частоты вращения коленчатого вала, в отработавших газах увеличивается концентрация NO_x, примерно, в 10 раз. Для снижения концентрации МО_x в силовом агрегате с непосредственным впрыском топлива, на некоторых схемах, применяют каталитические дожигатели, таким образом осуществляют частичную рециркуляцию отработавших газов в цилиндр.

Из анализа процесса окисления и выхлопных газов видно, что наличие избытка кислорода в процессе горения и в выхлопных газах, должно указывать на малую концентрацию несгоревших углеводородов (СН). Но, в данном случае это не происходит, по следующим двум причинам: а) горючая смесь концентрируется в центре камеры сгорания, а это препятствует использованию избытка кислорода для окисления всего топлива из-за недостатка времени; б) слишком бедная смесь находится в периферийной зоны камеры сгорания, которая не охватывается распространяющимся фронтом пламени.*

3.2 Устройство и принцип действия

Во избежание имеющиеся затруднения в силовых агрегатах при расслоении заряда за счет использования непосредственного впрыска топлива, можно вводить в цилиндр дополнительный воздух под некоторым избыточным давлением в процессе наполнения или сжатия, то есть реализовать некоторую разновидность поддува, минуя основной всасывающий тракт, одновременно обеспечивая расслоение заряда.

					ВКР 23.03.03.227.18 СДВ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Ещё в 60-ые года прошлого столетия, профессор Самойлов Н.П. предложил способ подачи дополнительного воздуха в нижнюю часть цилиндра ДВС в конце наполнения и начале сжатия [1, 2, 8, 26, 27, 28, 29].

. Схема двигателя с таким способом расслоения заряда представлена на рис. 1.4 (см. главу №1)

Сущность данного способа заключается в том, что во время впуска свежей смеси, когда поршень, подходя к НМТ, открывает, просверленные в гильзе цилиндра, впускные окна, через которые под небольшим избыточным давлением (0,04...0,06 МПа) в цилиндр подается дополнительная порция воздуха. Наряду с увеличением наполнения цилиндров дополнительная порция воздуха способствует вихревому движению заряда и создает благоприятные условия для послойного распределения и последующего сгорания обедненных смесей на частичных нагрузках.

Для осуществления работы бензиновых двигателей с дополнительной подачей воздуха на одно, двух, четырёх и шести цилиндровых двигателях были установлены специальные системы подачи дополнительного воздуха, включающие в себя ресиверы, редукторы, трубопроводы, воздуходувки и автоматические обратные (пластинчатые или шариковые) подпружиненные клапана в каждом цилиндре.

Автоматические клапана, вмонтированные в нижней части гильзы цилиндров в зоне НМТ, служили для предотвращения доступа отработавших газов во время выпуска из цилиндра в систему 00.00.00 дополнительной подачи воздуха.

При работе бензинового двигателя с подачей в цилиндры дополнительного воздуха существенно менялись условия протекания рабочего процесса. Благодаря струи добавляемого воздуха смесь в цилиндре располагалась послойно; в верхней части возле свечи зажигания смесь оставалась обогащенной, а вдали от нее - бедной. Кроме того, увеличивалось количество рабочего тела, что способствовало повышению давления заряда в конце сжатия, также появлялась возможность сократить время на процесс сгорания и обеспечить

					ВКР 23.03.03.227.18 СДВ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

устойчивую работу двигателя на бедных смесях [4,5,14]. Кроме того, применения данной системы ожидается получить два основных положительных эффекта: 1 - быстрое и стабильное сгорание бедной смеси в результате сильной закрутки ее струей воздуха, поступившего через отверстие в цилиндре во время процесса впуска и сжатия, и 2 - уменьшение эмиссии CO , $\text{C}_\text{п}\text{H}_\text{т}$, MOx и других вредных компонентов в отработавших газах.

В двигателе с дополнительным завихрением за счет ввода дополнительного воздуха через впускные окна, расположенные под определенным углом ($12...15^\circ$) к диаметральной плоскости цилиндра, капли топлива смещаются от краев к центру, обогащая смесь ближе к центральной зоне камеры сгорания. Этим достигается уменьшение выброса с отработавшими газами несгоревших углеводородов и увеличение полноты и скорости сгорания смеси [10, 11, 13].

3.3 Технические характеристики способов расслоения заряда

Анализируя различные способы и схемы расслоения заряда, за счет подачи дополнительного воздуха в цилиндр, а не в камеру сгорания, с точки зрения возможности достижения высокого снижения токсичности отработавших газов, как на частичных, так и на полных нагрузках, при высокой топливной экономичности и одновременном улучшении мощностных показателей двигателя с учетом, что вводится дополнительный воздух в цилиндр при более низком давлении, следует отдать предпочтение способу подачи дополнительного воздуха через отверстия в нижней части гильзы цилиндра.

Рассматривая существующие методы расслоения заряда: непосредственный впрыск топлива, подача в цилиндр дополнительного воздуха в конце наполнения и начале сжатия и сопоставив их с аналогичными данными двигателей (таблица 9) можно отметить, что расслоение заряда позволяет получить в какой-то мере обнадеживающие антитоксические и эконо-

					ВКР 23.03.03.227.18 СДВ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

мические показатели. Таблица 3.1 составлена для 4-х цилиндровых двигателей завода ЗМЗ, с одной частотой вращения (2600 мин^{-1}) для всех двигателей, при составе смеси $\alpha=95...1,10$, нагрузка полная, угол опережения зажигания - оптимальный (по мощности), показатели средние.

Наименьший эффективный расход топлива 258 г/кВт.ч. у двигателя со впрыском топлива. У двигателя с подачей в цилиндры дополнительного воздуха эффективный расход топлива на 3% выше - в пределах допустимого. Содержание оксида углерода CO ($13,6 \text{ г/ц.}$) и окислов азота ($1,2 \text{ г/ц.}$) в отработавших газах последнего меньше, чем у первого двигателя. Суммарная наименьшая токсичность $E(\text{CH} + \text{MOx})$ наблюдается у двигателя с вводом в цилиндры дополнительного воздуха ($10,8 \text{ г/ц.}$). С увеличением частоты вращения и нагрузки ближе к максимальной у двигателя с впрыском резко увеличивается содержание окислов азота и суммарная токсичность. На этих двигателях, для снижения MOx, устанавливают, как правило, каталитические дожигатели. Тогда как у двигателя с вводом в цилиндры дополнительного воздуха повышение KOx увеличивается не значительно (до 4 г/цикл.).

Проанализировав с положительной и отрицательных сторон все методы расслоения заряда, следует отметить, что, на наш взгляд, метод расслоения заряда за счет ввода в цилиндры дополнительного воздуха является более обнадеживающим. Данный метод, по своим конструктивным параметрам, в изготовлении наиболее дешевым и простым, удобный в эксплуатации по отношению к двигателю с непосредственным впрыском.

					ВКР 23.03.03.227.18 СДВ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 3.1

[Метод расслоения заряда, марка двигателя./	Впрыск топлива в цилиндры* ЗМЗ-406.10	Ввод в цилиндры опол. Воздуха. ЗМЗ-4021.10	Без расслоения заряда. ЗМЗ-4021.10
Параметры			
г/кВт. ч,	258	265	272
л/100 км	12,5	13,2	14,7
СО г/цикл	32	13,6	34
СН, г/цикл	7,8	9,6	10,6
NO _x , г/цикл	9,7	1,2	12,5
(СН + NO _x)	17,5	10,8	23,1

*Данные Заволжского моторного завода (ЗМЗ).

3.4 Теоретический расчёт ДВС

3.4.1 Тепловой баланс двигателя

Общее количество теплоты введенной в двигатель с топливом:

$$Q_0 = H_U G_T / 3,6 = 43,93 \cdot 25,02 \cdot 1000 / 3,6 = 305348 \text{ Дж/с}; \quad (3.1)$$

Теплота, эквивалентная эффективной работе за 1 с.:

$$Q_e = 1000 Ne = 1000 \cdot 112 = 111985 \text{ Дж/с}; \quad (3.2)$$

Теплота, передаваемая охлаждающей среде:

$$Q_B = CiD^{1+2m}n^m(1/\alpha) = 0,45 \cdot 4 \cdot 8,2^{1+2 \cdot 0,7} \cdot 5600^{0,7} \cdot (1/1) = 28107,2 \text{ Дж/с}, \quad (3.3)$$

где C – коэффициент пропорциональности $C = 0,45 \div 0,53$; i – число цилиндров; D – диаметр цилиндра, см; m – показатель степени $m = 0,6 \div 0,7$, принимаем $m = 0,6$; n – частота вращения коленчатого вала двигателя, мин⁻¹.

Теплота, унесенная с отработавшими газами:

					ВКР 23.03.03.227.18 СДВ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$Q_r = (G_T / 3,6) [M_2 \cdot \mu C_{p_{ост.газ}} \cdot t_r - M_1 \cdot \mu C_{p_{возд}} \cdot t_K] = 74525,83 \text{ Дж/с}, \quad (3.4)$$

где

;

;

$\mu C_{v_{возд}}$ определяем ([1], стр.58, табл.3.6);

t_r и t_K – температура остаточных газов и температура на впуске соответственно.

Неучтенные потери теплоты:

$$(3.5)$$

Составляющие теплового баланса представлены в таблице 3.2 и на рис. 3.1.

Таблица 3.2

n ; мин ⁻¹	800	1700	2900	5600	6160
Составляющие теплового балланса					
Q_e ; Дж/с	13110,6	34757,58	67881,07	111985,5	109665,4
Q_v ; Дж/с	7576,679	12797,81	19189,28	28107,16	29455,4
Q_r ; Дж/с	8024,267	20955,94	40623,75	74525,83	77374,67
$Q_{ост.}$; Дж/с	11344,54	24906,6	48958,02	90729,99	91128,1
Q_0 ; Дж/с	40056,09	93417,93	176652,1	305348,5	316558
Относительные величины					
q_e ; %	32,73061	37,20654	38,42641	36,67465	34,64307
q_v ; %	18,91517	13,69952	10,86275	9,204946	9,304898
q_r ; %	20,03258	22,43246	22,99647	24,40681	24,44249
$q_{ост.}$; %	28,32164	26,66147	27,71437	29,71359	28,78717
q_0 ; %	100	100	100	100	100

					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
ВКР 23.03.03.227.18. СДВ.00.00.00.ПЗ					

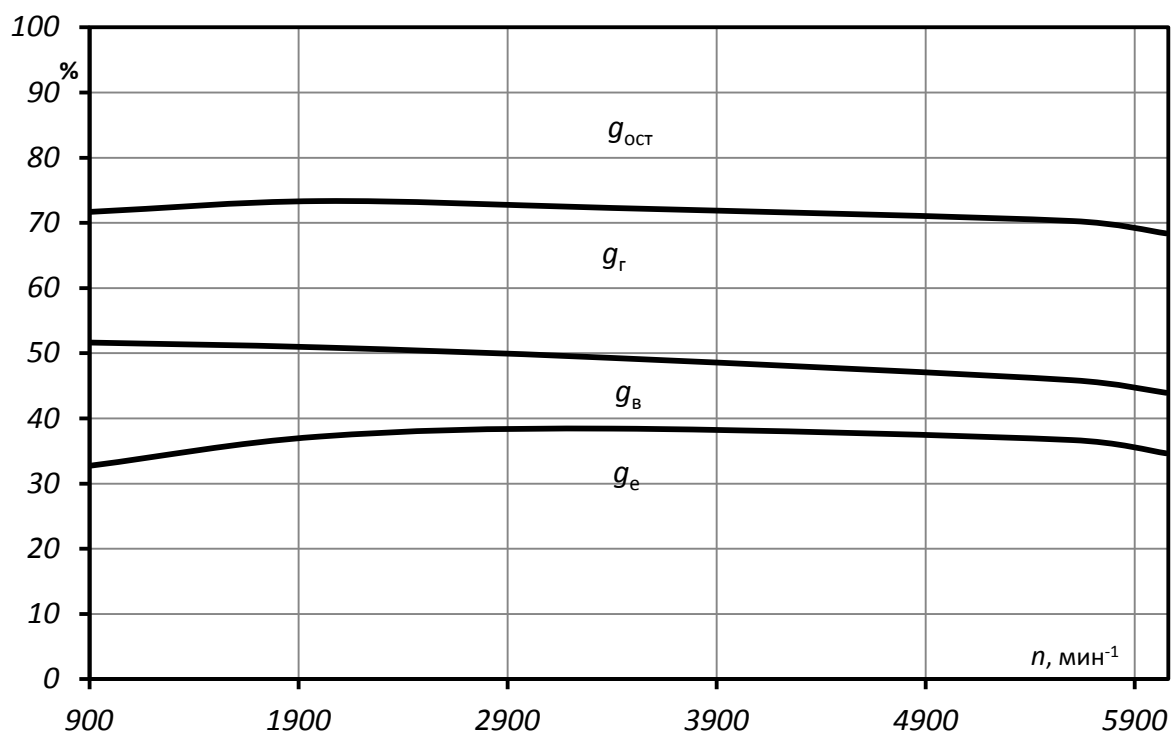


Рис.3.1. Зависимость составляющих теплового баланса от частоты вращения коленчатого вала

3.4.2 Кинематика кривошипно – шатунного механизма

Исходные данные:

Исходными данными для выполнения кинематического расчета являются результаты теплового расчета двигателя.

Номинальная частота вращения: $n_N = 5600 \text{ мин}^{-1}$

Мощность при номинальной частоте: $N_e = 112 \text{ кВт}$

Ход поршня: $S = 72 \text{ мм}$

Радиус кривошипа: $R = 36 \text{ мм}$

Отношение радиуса кривошипа к длине шатуна: $\lambda = 0,27$

Длина шатуна: $L_{\text{ш}} = 198 \text{ мм}$

Угловая скорость коленвала: — .

Схема кривошипно-шатунного механизма представлена на рисунке 3.2:

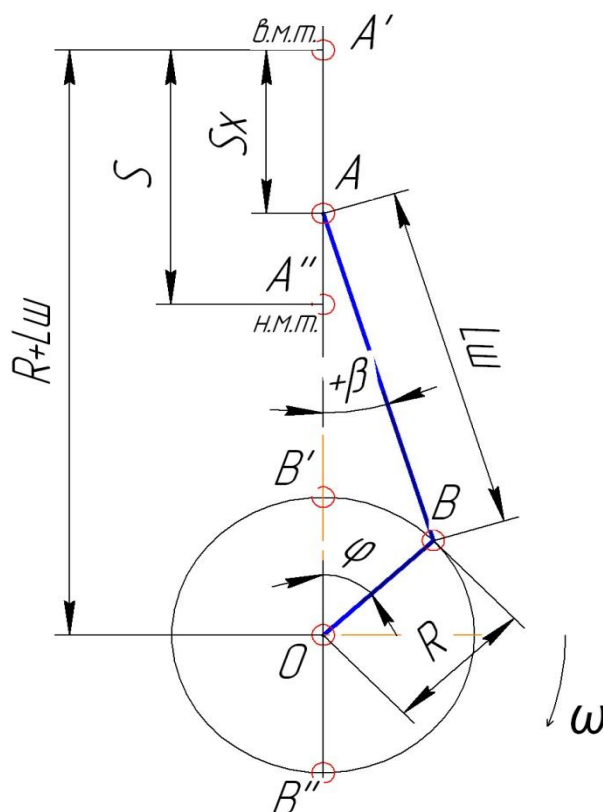


Рис.3.2. Схема кривошипно-шатунного механизма.

Расчет кинематических параметров

Расчет перемещения поршня будем проводить аналитически через каждые 10° угла поворота коленчатого вала. В этой формулу и в следующих будем подставлять значения при $\varphi = 10^\circ$:

$$S_x = R \cdot \left[(1 - \cos \varphi) + \frac{\lambda}{4} \cdot (1 - \cos 2\varphi) \right] \quad (3.1)$$

Расчет скорости поршня проводим по формуле (5.2) через каждые 10° поворота коленчатого вала:

$$V_{II} = \omega \cdot R \cdot \left[(\sin \varphi) + \frac{\lambda}{2} \cdot (\cos 2\varphi) \right]. \quad (3.2)$$

Расчет ускорения поршня j проводим по формуле (5.3) через каждые 10° поворота коленчатого вала:

$$j = \omega^2 \cdot R \cdot [(\cos \varphi) + \lambda \cdot (\cos 2\varphi)] \quad (3.3)$$

					ВКР	23.03.03.227.18.	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			

Результаты всех последующих вычислений представим в виде таблицы (таблица 3.2):

Таблица 3.3

$\varphi, ^\circ$	$S_x, \text{мм}$	$V_{\Pi}, \text{м/с}$	$j, \text{м/с}^2$
0	0	0,00000	15835,44
10	0,000698	4,67349	15438,99
20	0,002759	9,11408	14280,49
30	0,006079	13,10688	12449,27
40	0,010498	16,47125	10083,92
50	0,015807	19,07339	7358,033
60	0,021767	20,83423	4462,714
70	0,028123	21,73184	1587,67
80	0,03462	21,79829	-1096,8
90	0,041023	21,11150	-3455
100	0,047123	19,78325	-5396,48
110	0,052748	17,94481	-6881,04
120	0,057767	15,73197	-7917,72
130	0,062088	13,27131	-8557,94
140	0,065653	10,66917	-8884,01
150	0,068433	8,00462	-8994,27
160	0,070417	5,32704	-8987,11
170	0,071605	2,65845	-8945,7
180	0,072	0,00000	-8925,43
190	0,071605	-2,65845	-8945,7
200	0,070417	-5,32704	-8987,11
210	0,068433	-8,00462	-8994,27
220	0,065653	-10,66917	-8884,01
230	0,062088	-13,27131	-8557,94
240	0,057767	-15,73197	-7917,72
250	0,052748	-17,94481	-6881,04
260	0,047123	-19,78325	-5396,48
270	0,041023	-21,11150	-3455
280	0,03462	-21,79829	-1096,8
290	0,028123	-21,73184	1587,67
300	0,021767	-20,83423	4462,714
310	0,015807	-19,07339	7358,033
320	0,010498	-16,47125	10083,92
330	0,006079	-13,10688	12449,27
340	0,002759	-9,11408	14280,49
350	0,000698	-4,67349	15438,99
360	0	0,00000	15835,44

По данным таблицы 3.2 строим графики перемещения скорости и ускорения поршня рисунок 3.2; 3.3; 3.4:

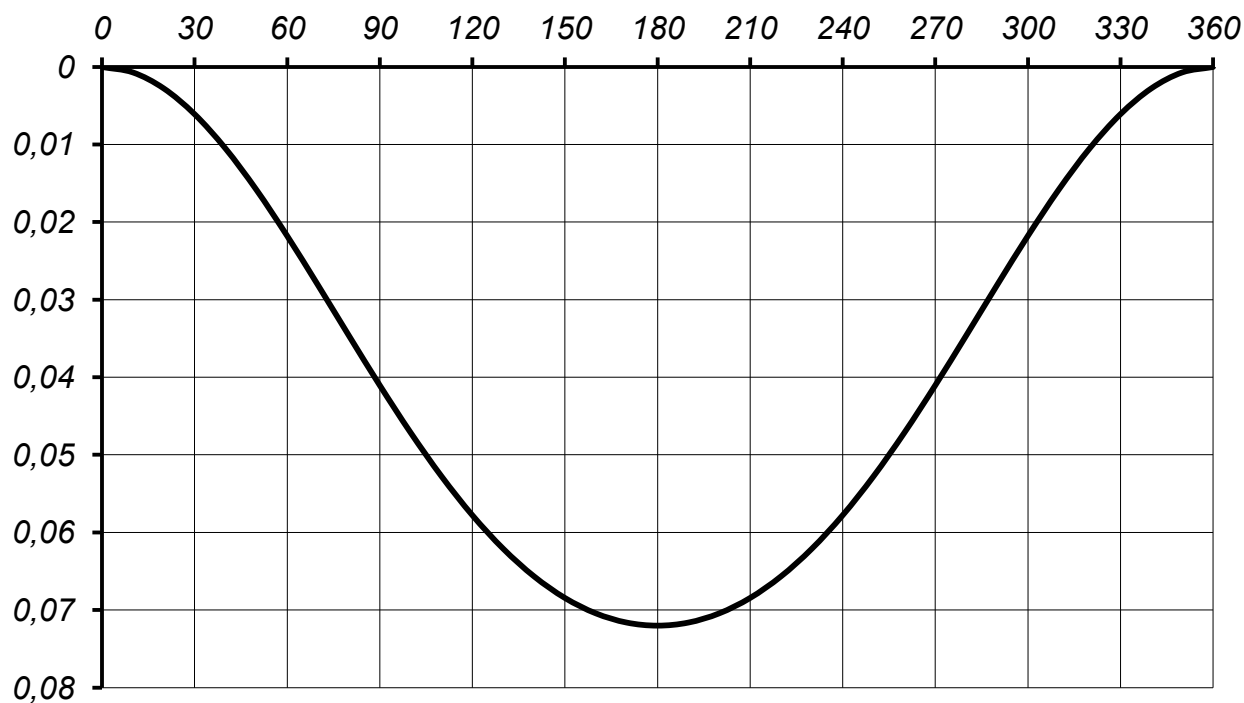


Рис.3.3 Перемещение поршня

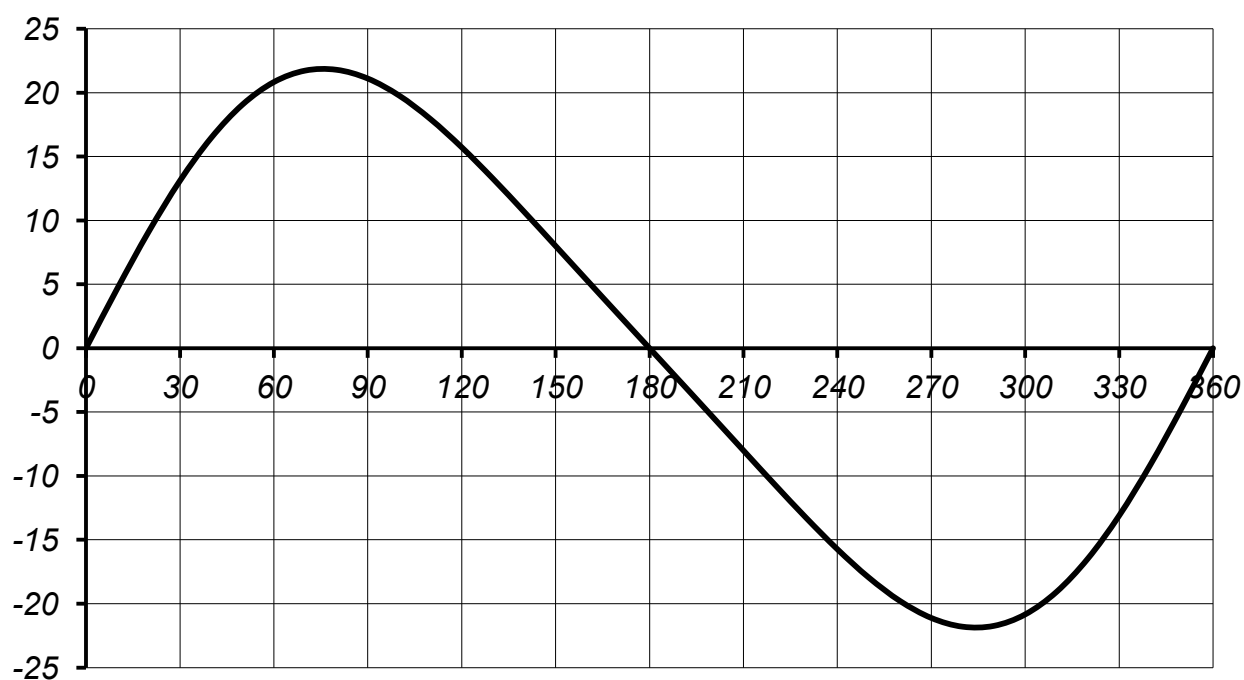


Рис.3.4 Скорость поршня

					ВКР 23.03.03.227.18. СДВ.00.00.00. ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

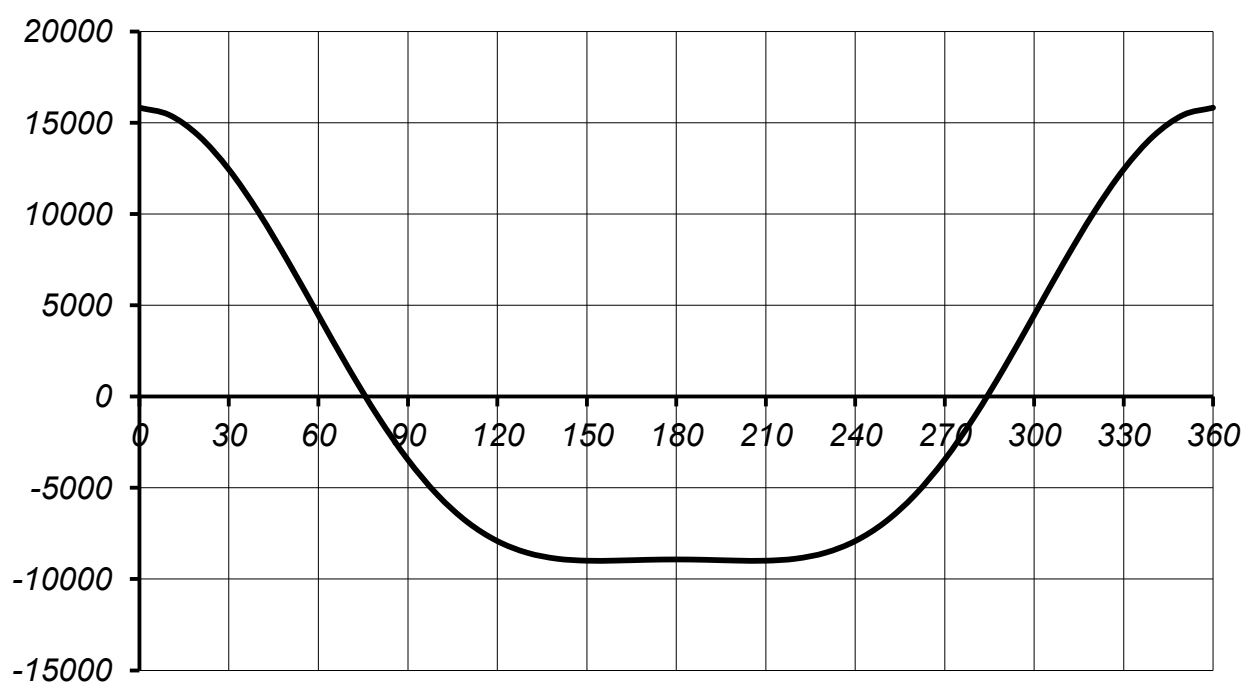


Рис.3.5 Ускорение поршня

3.4.3 Уравновешивание двигателя

По условию равенства интервалов между вспышками в цилиндрах двигателя угол между кривошипами его коленчатого вала определяем из выражения

$$\frac{720}{i} = \frac{720}{4} = 180^\circ,$$

где i – число цилиндров в двигателе.

					Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
ВКР 23.03.03.227.18 СДВ.00.00.00.ПЗ					

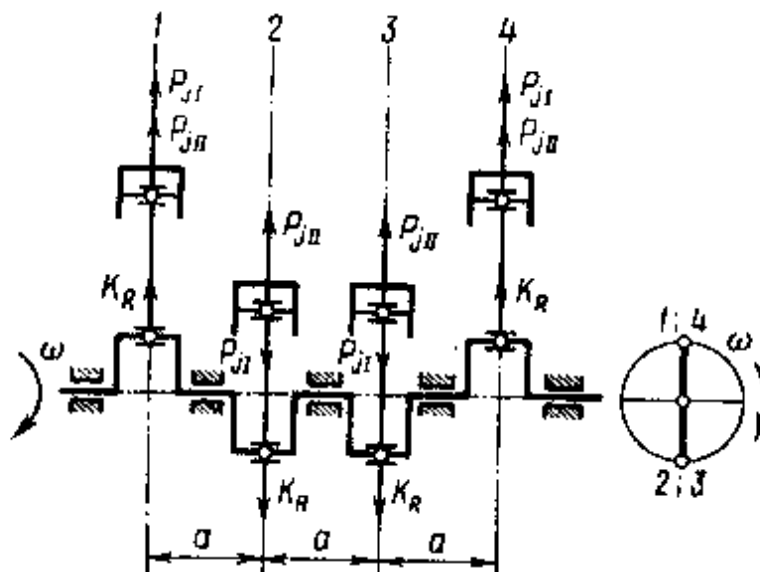


Рис.3.6 Схема сил инерции

Комплекс мероприятий по улучшению уравновешенности называется уравновешиванием двигателя. Силы и моменты, действующие на кривошипно-шатунном механизме, непрерывно изменяются и, если они не уравновешены, вызывают сотрясение и вибрацию двигателя, передающиеся раме автомобиля.

К неуравновешенным силам и моментам относятся:

- 1) силы инерции возвратно-поступательно движущихся масс $P_j = P_{jI} + P_{jII}$ и центробежные силы инерции вращающихся масс K_R ;
- 2) продольные моменты $M_j = M_{jI} + M_{jII}$ и M_R ;
- 3) крутящий момент $M_{кр}$ и равный ему, но противоположно направленный опрокидывающий момент $M_{опр} = -M_{кр}$.

Двигатель считается полностью уравновешенным, если при установившемся режиме работы силы и моменты, действующие на его опоры, постоянны по величине и направлению. Однако поршневые двигатели не могут быть полностью уравновешенными, т.к. крутящий момент всегда является периодической функцией угла поворота коленчатого вала и, следовательно, величина опрокидывающего момента всегда переменна.

Условия уравновешенности двигателя с любым числом цилиндров (при

					ВКР 23.03.03 227.18. СДВ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

соблюдении равенства масс движущихся частей и идентичности протекания рабочего процесса во всех цилиндрах, а также обеспечении статистической и динамической уравновешенности коленчатого вала) принято записывать в следующем виде:

1) результирующие силы инерции первого порядка и их моменты равны нулю: $\sum P_{jI}=0$, $\sum M_{jI}=0$;

2) результирующие силы инерции второго порядка и их моменты равны нулю: $\sum P_{jII}=0$, $\sum M_{jII}=0$;

3) результирующие центробежные силы инерции и их моменты равны нулю: $\sum K_R=0$, $\sum M_R=0$.

Т.о., решение вопроса уравнивания двигателей сводится к уравниванию лишь наиболее значительных сил и их моментов.

Силовые факторы, вызывающие неуравновешенность двигателя.

Силовыми факторами, определяющими неуравновешенность ДВС, являются все силовые факторы, которые уравниваются реакциями опор и при этом изменяют свою величину и (или) направление.

Уравнивание четырехцилиндрового рядного двигателя с кривошипами расположенными под углом 180° .

Силы инерции первого порядка и их моменты при указанном расположении кривошипов взаимно уравниваются: $\sum P_{jI}=0$, $\sum M_{jI}=0$. Силы инерции второго порядка для всех цилиндров равны и направлены в одну сторону. Их равнодействующая: $\sum P_{jII}=4P_{jII}$.

Силы инерции второго порядка можно уравновесить лишь с помощью дополнительных валов. Суммарный момент этих сил равен нулю: $\sum M_{jII}=0$. Центробежные силы инерции для всех цилиндров равны и направлены попарно в разные стороны. Равнодействующие этих сил и момент равны нулю: $\sum K_R=0$, $\sum M_R=0$.

В большинстве многоцилиндровых двигателей результирующие силы инерции уравниваются без установки противовесов за счет соответству-

					ВКР 23.03.03.227.18. СДВ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ющего числа и расположения колен вала. Однако даже уравновешенные валы часто снабжают противовесами в целях уменьшения и более равномерного распределения нагрузки $R_{K.III}$ на коренные шейки и подшипники, а также для уменьшения моментов, изгибающих коленчатый вал.

Центробежные силы инерции проектируемого двигателя и их моменты полностью уравновешены: $\sum K_R = 0$; $\sum M_R = 0$.

Силы инерции первого порядка и их моменты также уравновешены:

$$\sum P_{j1} = 0; \sum M_R = 0.$$

Силы инерции второго порядка для всех цилиндров направлены в одну сторону:

$$\sum P_{jII} = 4P_{III} = 4m_J R \omega^2 \lambda \cos 2\varphi = 4\lambda C \cos 2\varphi.$$

Для разгрузки третьей коренной шейки от местных инерционных сил целесообразно установить противовесы на продолжении щек, прилегающих к ней. Основные значения противовесов найдем из следующих соображений, необходимо переместить полюс O_{k3} полярной диаграммы $R_{киз}$ в центр.

Для уменьшения нагрузки на 1-ю и 5-ю коренные шейки целесообразно на продолжении щек, прилегающих к 1-й и 5-й коренным шейкам установить противовесы $P_{пр1} = P_{пр5} = 0,5P_{пр3}$. В соответствии с этим центр полярной диаграммы сил действующих на 1(5)-ю коренную шейку сместится.

3.4.4 Методика расчета процесса впуска двигателя с системой дополнительного завихрения заряда

Расчет двигателя с данной системой проводится с некоторыми отклонениями от методики Колчина.

Расчет по Колчину предусматривает постоянное давление во время впуска и определение параметров по P_a в нижней мёртвой точке на такте впуска. В двигателе с системой дополнительного завихрения заряда P_a в

					ВКРК 23.03.03.227.18 СДВ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

процессе впуска меняется, чтобы это учесть, давление в НМТ принималось равное в момент закрытия впускного клапана (тем самым учтено наполнение цилиндров), а коэффициент дозарядки принимался равным 1.

Давление в конце закрытия впускного клапана и наполнение цилиндров для каждого скоростного режима рассчитывалось следующим образом:

1) Из теплового расчета стандартного двигателя нам известны: n (мин^{-1}), D (м), $R=S/2$ (м), V_c (м), V_h (м), P_a (Па), P_o (Па), T_a (К), T_o (К).

Задаем давление P_k – давление дополнительно подводящегося воздуха и $\Delta\varphi = 100^\circ$ ПКВ.

Для установки на двигатель я выбрал тарельчатый клапан, с целью выбора оптимального диаметра проходного сечения клапана, проведу расчеты для пяти диаметров: 2, 3, 4, 5 и 6 мм.

2) Произведем расчеты по формулам:

Для плотности воздуха попадающего в цилиндр через впускной коллектор:

$$\rho_0 = \frac{P_0}{RT_0}, \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right),$$

через перепускной клапан:

$$\rho_k = \frac{P_k}{RT_k}, \left(\frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \right),$$

$$\text{где } T_k = T_0 \left(\frac{P_k}{P_0} \right)^{\frac{n_k-1}{n_k}}, \text{ (К)}, \quad (n_k=1,6 \dots 1,8).$$

Угловая скорость коленвала: $\omega = \frac{n\pi}{30}$, (рад/с).

Разбиваем $\Delta\varphi$ на i участков размером в 1° ПКВ, тогда получим 100 участков и время прохождения поршнем каждого участка будет:

$$\Delta\tau = \frac{\Delta\varphi \cdot \pi}{\omega \cdot 180} \cdot \frac{1}{100}, \text{ (с)}.$$

Далее расчет проводим для каждого участка:

Находим перемещение поршня по формуле кинематики:

					ВКР 23.03.03.18 СДВ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$X_i = R \left[(1 - \cos \varphi) + \frac{\lambda}{4} (1 - \cos 2\varphi) \right], (\text{м}).$$

Объем:

$$V_{X_i} = V_c + X_i \cdot \frac{\pi D^2}{4} (\text{м}^3).$$

Рассчитываем площадь сечения проходного отверстия перепускного клапана в каждый момент перемещения поршня по углу ПКВ:

$$f_{\kappa_i} = \frac{\pi \cdot r_{\kappa}^2}{180} \arccos \left(\frac{X_i'}{r_{\kappa}} \right) - X_i' \cdot r_{\kappa} \cdot \sin \left(\arccos \left(\frac{X_i'}{r_{\kappa}} \right) \right), (\text{м}^2),$$

где $r_{\kappa} = d/4$ – радиус проходного отверстия перепускного клапана,

$X_i' = r_{\kappa} - (X_i - X_1)$, (м) – величина, оценивающая, на сколько поршень открыл проходное отверстие клапана.

Нахожу расход воздуха через перепускной клапан на каждом участке ПКВ:

$$G_{ei} = \mu \cdot f_{\kappa_i} \cdot \sqrt{2\rho_{\kappa}(P_{\kappa} - P_{ai})}, (\text{кг/с}),$$

где $\mu = 0,5$ – коэффициент расхода перепускного клапана,

Масса воздуха в цилиндре на момент открытия впускного клапана рассчитываю по формуле:

$$m_{u1} = V_{X_1} \cdot \frac{P_{a1}}{RT_a}, (\text{кг}).$$

Масса воздуха, попавшая в цилиндр через перепускной клапан:

$$\Delta m_{ei} = G_{ei} \cdot \Delta \tau, (\text{кг}).$$

Задаю площадь открытия впускного клапана на каждом участке ПКВ, чтобы учесть воздух, попадающий в цилиндр, через впускной коллектор. При необходимости уменьшения обратного выброса следует изменить фазы газораспределения.

Нахожу массу воздуха попавшего в цилиндр через впускной коллектор за время $\Delta \tau$, для каждого участка ПКВ:

$$\Delta m_{ui} = \Delta \tau \cdot \mu_{ex} \cdot S_{\kappa} \cdot \sqrt{2\rho(P_0 - P_a)}, (\text{кг}),$$

где $\mu_{ex} = 0,7$ – коэффициент расхода впускного клапана при впуске.

					ВКР 23.03.03227.18 СДВ.00.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Масса воздуха убывшего из цилиндра через впускной клапан за время $\Delta \tau$, при обратном выбросе, для каждого участка ПКВ:

$$\Delta m_{\text{ци}} = -\Delta \tau \cdot \mu_{\text{вх}} \cdot S_k \cdot \sqrt{2\rho(P_0 - P_a)}, \text{ (кг)}, \text{ где}$$

$\mu_{\text{вх}}=0,55$ – коэффициент расхода впускного клапана при обратном выбросе.

Масса воздуха в цилиндре в конце каждого участка ПКВ:

$$m_{\text{ци}} = m_{\text{ци}(i-1)} + \Delta m_{\text{вх}} + \Delta m_{\text{ци}}, \text{ (кг)}.$$

Давление в цилиндре к концу i -того, началу $i+1$ -го участка:

$$P_{a(i+1)} = \frac{m_{\text{ци}} R T_a}{V_{\text{х}(i+1)}}, \text{ (Па)}.$$

Рассчитав P_i для каждого участка, находим наполнение цилиндра в конце впуска:

$$\eta_{\text{в}} = \frac{m_{\text{ц101}}}{\rho_0 V_h}$$

Проводим тепловой расчет, используя полученные значения P_{a101} и $\eta_{\text{в101}}$ для каждого скоростного режима по методике Колчина

						Лист
					ВКР 23.03.03.227.18 СДВ.00.00.00.ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ И МЕРОПРЯТИЯ ПО БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

4.1 Организационно – экономический анализ

На сегодняшний день при проектировании двигателей внутреннего сгорания (ДВС) основной акцент делают на повышении экологической эффективности двигателя при сохранении и в некоторых случаях даже и улучшении мощностных показателей.

Такой результат может быть достигнут при усовершенствовании рабочих процессов силового агрегата путем усовершенствования конструкции, что безусловно приводит к ее усложнению и в некоторой мере к определённой удорожанию двигателя. Для того, чтобы удовлетворять всем нормам экологических стандартов «EURO», приходится делать выбор между экономической и экологической эффективностью двигателя.

Проведем расчет технико-экономических показателей на примере одной детали – штуцера подачи дополнительного воздуха. Вес заготовки 0,34 кг, вес детали 0,180 кг, материал сталь 13X11H2B2MФЛ.

Режим работы предприятия двухсменный. Годовая программа выпуска 1000 шт. деталей.

4.1.1 Определение такта производства

Такт работы поточной линии между выпуском отдельных изделий определяется по формуле:

$$\tau = (\Phi_d \cdot 60) / N_3 \text{ мин/шт.}, \quad (4.1)$$

где τ – такт в минутах:

N_3 – годовая программа выпуска изделий, в шт., с учетом потерь на брак:

$$N_3 = (100 \cdot N_{\text{вып}}) / (100 - a) = (100 \cdot 1000) / (100 - 5) = 1053 \text{ шт.}, \quad (4.2)$$

a – процент брака (2 - 5%), принимаем 5% ; $N_{\text{вып}}$ – годовая программа выпуска изделий, без учета брака: $\Phi_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования, в часах;

$$\Phi_{\text{д}} = \Phi_{\text{РВРМ}} / K_0 = 4096 \cdot 0,95 = 4312 \text{ ч} \quad (4.3)$$

$$\tau = (\Phi_{\text{д}} \cdot 60) / N_3 = \frac{4312 \cdot 60}{1053} = 245,76 \text{ мин / шт.},$$

где: K_0 – коэффициент загрузки оборудования, $K_0=0,95$; $\Phi_{\text{РВРМ}}$ – годовой фонд времени рабочего места:

$$\Phi_{\text{РВРМ}} = (D_{\text{к}} - D_{\text{в}} - D_{\text{п}}) \cdot 8 \cdot C = (365 - 100 - 9) \cdot 8 \cdot 2 = 4096 \text{ ч} \quad (4.4)$$

$C=2$ - сменность работы;

$$\begin{aligned} \Phi_{\text{ДВР}} &= (D_{\text{к}} - (D_{\text{оо}} + D_{\text{по}} + D_{\text{вв}} + D_{\text{в}} + D_{\text{п}} + D_{\text{уп}})) \cdot 8 - Ч = \\ &= (365 - (24 + 5 + 10 + 100 + 10 + 9)) \cdot 8 - 9 = 1691 \text{ ч} \end{aligned} \quad (4.5)$$

Где: $\Phi_{\text{ДВР}}$ – действительный годовой фонд времени рабочего; $D_{\text{к}}=365$ дней – количество календарных дней в году; $D_{\text{оо}}=24$ дня – продолжительность очередного минимального отпуска; $D_{\text{по}}$ – продолжительность дополнительных отпусков 3-6 дней; $D_{\text{вв}}$ – продолжительность дополнительного отпуска за тяжёлые и особо вредные условия труда 6-12 дней; $D_{\text{в}}=100$ дней – количество выходных дней в году; $D_{\text{п}}=9$ дней – количество праздничных дней в году; $D_{\text{уп}}=10$ дней – число не явочных дней по уважительным причинам; $Ч=9$ ч. – количество предпраздничных часов.

4.1.2 Определение потребного количества оборудования, численность основных рабочих мест и коэффициент загрузки оборудования

Потребность в оборудовании при поточной форме организации производственного процесса определяется отдельно для каждой операции по формуле:

$$C_{\text{расч.}} = T_{\text{шт.}} / \tau \text{ шт.}, \quad (4.6)$$

где: $C_{расч.i}$ – расчетное количество рабочих мест для выполнения i -ой операции, шт.;

$T_{шт.i}$ – штучное время на i -ю операцию, мин ;

τ – такт работы поточной линии, мин.

Принятое количество оборудования ($C_{пр}$) (рабочих мест) для каждой операции определяется путем округления $C_{расч.i}$; в большую сторону до ближайшего целого числа.

Коэффициенты загрузки оборудования по времени

$$\xi_{загр i} = \frac{C_{расч i}}{C_{пр и i}}, \quad \xi_{загр.ср.} = \frac{\sum C_{расч i}}{\sum C_{пр и i}} = 0,047.$$

Коэффициенты использования оборудования

$$\xi_{исп i} = \frac{T_{oi}}{T_{ум i}}, \quad \xi_{исп.ср.} = \frac{\sum T_{oi}}{\sum T_{ум i}} = 0,473.$$

Время выполнения сменного задания одним станком

$$П_{ум i} = \frac{T_{ум i} \cdot B_{см}}{m_i} \text{ мин/смена},$$

где: $m = 1$ – количество станков-дублеров на i -ой операции;

$B_{см} = 1,95 \text{ шт/смена}$ – сменное задание;

Таблица 4.1 - Нормировочные данные обработки детали.

N	Операции	$T_{шт}$	$C_{расч.}$	$C_{пр}$	$\xi_{загр}$	$\xi_{исп}$	$П_{шт}$
1	Гориз.-фрезерная	15,31	0,062	1	0,062	0,555	29,9
2	Токарно-винторез.	35,48	0,144	1	0,144	0,293	69,3
3	Верт.-сверлильн.	2,14	0,009	1	0,009	0,283	4,2
4	Токарная	5,12	0,021	1	0,021	0,391	10,0
5	Слесарная	1,57	0,006	1	0,006	0,223	3,1
6	Промывочная	2,56	0,010	1	0,010	0,391	5,0
7	Контроль	17,9	0,073	1	0,073	0,838	35,0

4.1.3 Составление ведомости технологического оборудования

На основании полученных результатов расчетов составляется сводная ведомость потребного технологического оборудования на производственном участке. Для составления ведомости оборудования, данные по мощности электродвигателей, стоимости и категориях ремонтной сложности берутся по заводским данным (бухгалтерии, группы механика и энергетика цеха).

Таблица 4.2 Характеристики применяемого оборудования.

Марка оборудования	Количество	Мощность электродвиг		Стоимость оборудования		Амортизация	
		На дования оборуд.	Всего	На единицу оборудования	Всего	Процент	Сумма
6Н80	1	3	3	250000	250000	13	32500
1А283	1	20	20	250000	250000	14	35000
2Н125	1	2,2	2,2	70000	70000	13	9100
Полир. ст.	1	1	1	20000	20000	12,5	2500
Мойка	1	2	2	15000	15000	12	1800

4.1.4 Состав работающих на поточной линии

Состав рабочих поточной линии может быть определен по графику-регламенту. В случае, когда используется полуавтоматы и автоматы явочное число рабочих целесообразно определять расчетным способом с учетом нормы многостаночного обслуживания.

$$P_{явi} = \frac{C_{расчi}}{m_i} \text{ чел.}, \quad (4.9) \text{ где:}$$

$m = \frac{t_{ма}}{t_{г} + t_{ан} + t_n} \cdot K_k + 1$ – принятая норма (расчетная величина) многостаночного обслуживания на данной операции;

$t_{ма} = T_{ум}$ – время работы станка на данной операции, мин;

$t_{г} = T_{г}$ – время выполнения всех ручных приемов на этой операции, мин;

$t_{ан} = (0,05 \dots 0,10) \cdot t_{ма} = 0,07 \cdot t_{ма}$ – время наблюдения за технологическим процессом;
 $t_n = 0,035$ мин – время перехода рабочего от одного станка к другому (в среднем 0,015 минуты на 1 метр пути);

$K_k = 0,8$ – коэффициент, учитывающий колебленность ручного времени.

Списочное число основных рабочих на линии при двухсменной работе определяется по формуле:

$$P_{сп} = 2 \cdot P_{яв} \cdot K_{сп} \text{ чел.}, \quad (4.10)$$

$K_{сп} = \frac{\Phi_{н.о.}}{\Phi_{д.в.р.}} = 2,42$ – коэффициент, учитывающий отношение номинального фонда рабочего времени к действительному.

Таблица 4.3 - Необходимое количество основных рабочих.

Операция	$t_{ма}$	$t_{в}$	$t_{ан}$	m	$P_{яв}$	$P_{яв.пр}$	$P_{сп}$	$P_{сп,пр}$
Гориз.-фрезерная	8,500	6,000	0,595	2,03	0,03	1	0,15	1
Токарно-винторез.	0,410	4,450	,729	1,33	0,11	1	0,53	1
Верт.-сверлильная	0,605	1,500	0,042	1,31	0,01	1	0,03	1
Токарная	2,000	3,000	0,140	1,50	0,01	1	0,07	1
Слесарная	0,350	1,200	0,025	1,22	0,01	1	0,03	1
Мойка	1,000	1,500	0,070	1,50	0,01	1	0,03	1
Контроль	15,000	2,000	1,050	4,89	0,01	1	,07	1

Количество РСиС определяют исходя из норм управляемости. Численность для РСиС одинаковы, а численность ремонтного и обслуживающего персонала определяют из сменности оборудования, его ремонтной сложности, действительного фонда рабочего времени рабочего-ремонтника или нормам обслуживания с учетом совмещения работ.

Число вспомогательных рабочих

$$P_{яв} = \frac{\sum EPC}{H_o} \cdot K_{см}, \quad (4.11)$$

где: $\sum EPC$ – сумма единиц ремонтной сложности (таблица 4.4);

H_o – норма обслуживания (таблица 4.5).

$K_{см} = 2$ – коэффициент сменности.

Численность вспомогательных рабочих принимается равным расчетному значению

Таблица 4.4 - Категория ремонтной сложности.

Оборудование	Кат. ремонтной сложности (ЕРС)			
	мех. часть		эл. часть	
	единичная	общая	единичная	общая
6Н80	19	19	17	17
1А283	20	20	14	14
2Н125	14	14	13	13
Полировальный	13	13	9	9
Шлифовальный	16	16	13	13
Мойка	12	12	8	8

Расчет количества наладчиков оборудования находится по типовым нормам обслуживания

$$P_H = \sum_{i=1}^n \frac{S_i}{H_{oi}} \cdot K_{см} \cdot K_{сн} , \quad (4.12)$$

где: n – количество моделей оборудования;

H_{oi} – норма обслуживания данной модели оборудования;

S_i – число фактических единиц оборудования данной модели.

Таблица 4.5 - Нормы обслуживания оборуд-я вспомогательными рабочими.

Оборудование	В ЕРС механической части		В ЕРС электрической части		Станки
	станочники	слесари-ремонтники	смазчики	слесари-электрики	наладчики
Металлорежущее, легкое и среднее	1650	500	1000	900	9
Металлорежущее, полуавтоматы	1650	400	800	900	8

Таблица 4.6 Числовспомогательных рабочих.

Рабочие	Ряв
станочники	0,11
слесари-ремонтники	0,47
смазчики	0,19
слесари-электрики	0,16
наладчики	3,63

4.1.5 Планирование оптовой цены продукции, прибыли

Оптовая цена детали рассчитывается из заданной нормативной рентабельности P_n :

- C_n – полная производственная себестоимость 340 руб/шт;

- P_n – рентабельность, 25%

$$C_{онт} = \frac{P_n \cdot C_n}{100} + C_n = \frac{25 \cdot 340}{100} + 340 = 425 \text{ руб / шт.}$$

Прибыль на одно изделие

$$\Pi_{шт} = C_{онт} - C_n = 425 - 340 = 85 \text{ руб.}$$

Годовая прибыль

$$П_{год} = N_3 \cdot П_{шт} = 1053 \cdot 85 = 89505 \text{ руб.}$$

4.1.6 Техничко-экономические показатели планирования производства

Таблица 4.7-Техничко-экономические показатели.

Наименование показателей	Ед. изм.	Значение показател.
Годовая программа выпуска изделий		
в натуральном выражении	шт	1053
в денежном выражении	тыс. руб	3682,03
Капитальные затраты (основные фонды), в т.ч. технологическое оборудование	тыс. руб	159,96
		142,83
Производственная площадь	м ²	300
Численность работающих, в т.ч. основных	чел.	8
Цеховая себестоимость одного изделия	руб	340
Сменность работы цеха	Смен./сутк.	2
Выработка продукции		
Среднемесячная з/п:	руб/чел	
- одного работающего		4917,48
- одного осн. рабочего		5898,82
Оптовая цена изделия	руб	425
Годовая сумма прибыли	руб	447525
Рентабельность производства	%	25

4.1.7 Заключение по экономической части

В результате расчета технико-экономических показателей определили оптовую цену изготавливаемого изделия. Она составила 340 руб. при рентабельности производства 25%, средней зарплате работающих 5897,82. При годовой программе выпуска 1053 шт. прибыль составляет 447525 руб.

Благодаря сделанным расчетам, можно заметить, что большую часть себестоимости изделия составляют расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, поэтому для снижения себестоимости изделия, можно попробовать использовать более дешевое оборудование или повысить производительность за счет уменьшения времени обработки.

4.2 Безопасность жизнедеятельности

С развитием и усложнением техники остро стоит вопрос безопасного исполнения персоналом своих трудовых обязанностей, то есть, это система мероприятий, направленных на обеспечение безопасности человека, сохранение его здоровья, разработку методов и средств защиты путем снижения влияния вредных и опасных факторов, выработку мер по ограничению ущерба в ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций мирного и военного времени. Охрана здоровья трудящихся, обеспечение безопасности условий труда, ликвидация профессиональных заболеваний и производственного травматизма—это одна из главных задач на предприятии.

На рабочем месте должны быть предусмотрены меры защиты от возможного воздействия опасных и вредных факторов производства. Уровни этих факторов не должны превышать предельных значений, оговоренных правовыми, техническими и санитарно-техническими нормами.

4.2.1 Общая характеристика участка

В данном разделе рассмотрен участок по изготовлению клапана дополнительного воздуха. Участок состоит из линии, в которую входят:

1) горизонтально-фрезерный станок; 2) токарный-винторезный станок; 3) электропечь; 4) полировальный станок; 5) вертикально-сверлильный станок; 6) моечная машина.

На рассматриваемом участке выделим следующие опасные и вредные производственные факторы: 1) физические; 2) движущиеся машины и механизмы; 3) передвигающиеся заготовки и поковки; 4) повышенный уровень шума; 5) повышенная запыленность; 6) электроэнергия; 7) химические: 8) раздражение кожи рук и дыхательных путей смазочно-охлаждающей жидкостью и промышленными маслами; 9) монотонность труда; 10) нагрузка на зрение. Проектируемый участок относится к V санитарному классу. Этот класс устанавливает санитарно-защитную зону в 50 метров [15].

Рассматриваемый участок относится к особо опасным помещениям. Участок характеризуется наличием токопроводящих полов, с размещением электроустановок с металлическими корпусами, имеющих соединение с землей, металлоконструкций зданий и технологического оборудования, допускающих одновременное соприкосновение с ними.

При своей работе станки создают шум и вибрацию, многоступенчатое шлифование является повышенным источником пыли (как абразивной, так и металлической). Поэтому особое внимание следует уделить этим факторам.

По степени пожарной опасности производства подразделяются на шесть категорий: А, Б, В, Г, Д, Е. Рассматриваемый участок относится к категории «Г».

В рассматриваемом цехе освещение только искусственное. Оно обеспечивается в основном люминесцентными лампами с равномерным или локализованным размещением светильников.

Объем производственного помещения на одного рабочего составляет

более 15 м³, то есть, в пределах допустимого. Работы в цехе относятся к категории работ средней тяжести (работы выполняются стоя и не требуют перемещения тяжестей).

4.2.2 Требования к рабочему месту

Огромное значение для нормальной жизнедеятельности человека имеет наличие чистого воздуха в определённых параметрах (химический состав; оптимальная температура; влажность и скорость движения).

В производственных помещениях при работе оборудования, станков, машин, вследствие выполнения технологического процесса и присутствия работающих людей, могут выделяться избыточные количества тепла и влаги, а также загрязняющих воздух газов, паров, пыли.

По ГОСТ 12.2.003-80 производственное оборудование должно удовлетворять требованиям безопасности при монтаже, ремонте, эксплуатации, не должно загрязнять выбросами вредных веществ окружающую среду, превышать установленные нормы.

Производственное оборудование должно быть пожаро и взрывобезопасным. Оно при эксплуатации в условиях, установленных эксплуатационной и ремонтной документацией по ГОСТ 2.601-84 и ГОСТ 2.602-84, не должно создавать опасных и вредных факторов для работающих в результате воздействия влажности, солнечной радиации, механических колебаний, высоких и низких давлений и температур, агрессивных веществ, ветровых нагрузок, обледенения.

Содержание в воздухе вредных веществ, поступающих внутрь зданий, не должно превышать 30% ПДК. В нормативах стандарта, определяющего параметры воздуха рабочей зоны (СанПиН 2.2.4.548 – 96), допустима возможность следующих отклонений: 1) в помещениях со значительным вы-

делением влаги допускается на постоянных рабочих местах повышение относительной влажности (на 20-30 %) в отличие утвержденным нормативам для теплого периода года, но не выше 75 %. При этом температура воздуха в помещениях не должна превышать 28°C при работе средней тяжести; 2) в холодный и переходный периоды года в отапливаемых производственных помещениях, а также в помещениях со значительным избытком явного тепла, где на каждого работающего приходится от 50 до 100 м² площади пола, допускается понижение температуры воздуха вне постоянных рабочих мест, в отличие нормированных, до 10°C - для работ средней тяжести; 3) в холодный и переходный периоды года в производственных помещениях, в которых выполняются работы средней тяжести, допускается на постоянных рабочих местах повышение скорости движения воздуха до 0,7 м/с при одновременном повышении температуры воздуха на 2°C.

ГОСТ 12.1.030-81 «ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление» определяет устройство и применение защитного заземления и зануления. ГОСТ 12.4.011-81 в разделе "Средства коллективной защиты" определяет следующий перечень основных видов средств защиты от поражения электрическим током: 1) устройства оградительные, автоматического контроля и сигнализации, защитного заземления и зануления, автоматического отключения; 2) устройства выравнивания потенциалов и понижения напряжения; 3) автоматы дистанционного управления; 4) изолирующие устройства и покрытия; 5) предохранительные устройства; 6) молниеотводы и разрядники; 7) знаки безопасности.

ГОСТ 12.2.007-81 устанавливает требования безопасности, предотвращающие или уменьшающие до допустимого уровня воздействие на человека электрического тока; электрической искры или дуги; движущихся частей изделия; частей изделия, нагревающихся до высоких температур; опасных и вредных материалов, используемых в конструкции изделий, а также опасных и вредных веществ, выделяющихся при эксплуатации.

Гигиеническое нормирование вибраций и правила работы с виброопас-

ными механизмами и оборудованием регламентируют ГОСТ 12.1.012-90 "ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования", Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.556-96 "Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий".

Документы устанавливают: классификацию вибраций, методы гигиенической оценки, нормируемые параметры и их допустимые значения, режимы труда лиц виброопасных профессий, подвергающихся воздействию локальной вибрации, требования к обеспечению вибробезопасности и к вибрационным характеристикам машин.

Нормируемые параметры на рабочих местах определены в соответствии ГОСТ 12.1.003-80 и Санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96 "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки". Документы дают классификацию шумов по спектру на широкополосные и тональные, а по временным характеристикам на постоянные и непостоянные.

На рабочем месте обязательно выполнение нижеизложенных правил:

Нельзя сметать стружку с обрабатываемой детали рукой, чтобы посмотреть, насколько чистой получается поверхность обработки, при этом можно попасть пальцами под работающий инструмент. Опасно охлаждать фрезу, сверло и другие инструменты концами, пропитанными охлаждающей жидкостью.

Очень важное условие безопасной работы—это опрятность и аккуратность в одежде. Нужно одеваться так, чтобы одежда не могла быть захвачена движущимися частями станка. Работать надо в спецодежде, плотно облегающей тело, не имеющей шнурков и завязок. Рабочий костюм необходимо завязывать плотно.

Осторожность нужна также при установке, креплении и снятии деталей. При этом существует возможность пореза о заусенцы или острые кромки деталей уже после её обработки. Кроме того, нельзя на ходу станка делать какие бы то ни было измерения детали. Особая осторожность требуется при

установке тяжёлых приспособлений, которые при падении могут поранить ноги работающего.

Обрабатываемые детали следует надёжно крепить в тисках. Для защиты работающего на станке от летящей металлической стружки применяют ограждения различных конструкций.

При работе с электрооборудованием необходимо прежде всего остерегаться непосредственного соприкосновения со всякого рода токоведущими частями, с частями оборудования и металлоконструкциями, которые оказались под напряжением вследствие нарушения изоляции в тех или иных электроустановках.

4.2.3 Чрезвычайная ситуация

При возникновении чрезвычайной ситуации, нарушаются нормальные условия жизнедеятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, экономике и окружающей среде.

Они могут быть классифицированы по значительному числу признаков, по типам и видам событий, по масштабу распространения, по сложности обстановки, тяжести последствий.

Устойчивость любого объекта в ЧС может оцениваться в общей и частных постановках задачи. В общей постановке оценивается функционирование объекта в целом в соответствии с его целевым предназначением. В частных постановках может оцениваться устойчивость конструктивных элементов, участков, цехов или даже отдельных функций объекта относительно отдельных или всех в совокупности поражающих факторов ЧС.

Устойчивость функционирования промышленного объекта при возникновении пожара зависит от: 1) огнестойкости элементов оборудования и зданий; 2) конструктивной и функциональной пожарной опасности; 3) наличия на объекте средств локализации и тушения пожаров и возможностей их своевременного применения.

Устойчивость систем электроснабжения зависит от выполнения следующих мероприятий: 1) дублирование входов электропитания предприятия; 2) наличие систем автоматического включения резерва для объектов первой категории; 3) размещение силовых электролиний только в подземном исполнении; 4) трассу кабельной линии выбирать по межевым территориям на непроезжей части, по возможности наиболее коротким и прямолинейным путем; 5) при невозможности замены участков воздушных линий внутризаводской распределительной сети подземными линиями, обеспечить дублирование первых; 6) иметь разработанную схему специальных режимов работы системы электроснабжения с поэтапным подключением источников к цехам и участкам; 7) предусмотреть автономные резервные источники электропитания отдельных производств и всего объекта в целом.

Спасательные и другие неотложные работы в очагах поражения включают: 1) разведку очага поражения, в результате которой получают истинные данные о сложившейся обстановке; 2) локализацию и тушение пожаров, спасение людей из горящих зданий; 3) розыск и вскрытие заваленных защитных сооружений, розыск и извлечение из завалов пострадавших; 4) оказание пострадавшим медицинской помощи и их эвакуация в медицинские учреждения; 5) санитарная обработка людей, обеззараживание транспорта, технических систем, зданий, сооружений и промышленных объектов; 6) неотложные аварийно-восстановительные работы на объектах.

4.2.4 Заключение по разделу безопасность жизнедеятельности

На рассматриваемом участке обнаружены следующие отрицательные факторы, влияющие на работающих: вибрация, шум, повышенное значение напряжения электрической цепи, содержание вредных примесей в воздухе.

Для снижения данных факторов были предусмотрены следующие ме-

роприятия по уменьшению их воздействия на организм человека:

1) Защита от вибрации: применение виброизолированных фундаментов для оборудования; специальной обуви на массивной резиновой подошве; ру-кавиц, перчаток, вкладышей и прокладок, которые изготовляют из упруго-демпфирующих материалов;

2) Снижение шума: своевременный ремонт оборудования; замена ударных процессов на безударный; принудительное смазывание трущихся поверхностей; балансировка вращающихся частей замена подшипников качения на подшипники скольжения, зубчатых и цепных передач клиноременными и зубчатоременными передачами, металлических деталей - деталями из пластмасс; использование средств индивидуальной защиты от шума: ушные вкладыши, наушники и шлемофоны;

3) Пожаробезопасность: сплинкерная система пожаротушения (ППА); пожарная электрическая сигнализация ПКЛ-9; пожарные краны углекислотные порошковые и другие огнетушители типов ОХПВ-2, ОУ-25; ящики с песком и пожарные щиты; план эвакуации работающих в цехе людей;

4) Снижение вредных примесей в воздушной среде: цехи оборудованы устройствами для аэрации станки снабжены местными вытяжными устройствами;

5) Электробезопасность: металлические части оборудования зануляются; в схеме электрических цепей производственного оборудования предусмотрено устройство, отключающее его от питающей сети; применяются средства индивидуальной защиты; применение малого напряжения.

Были отмечены мероприятия по повышению устойчивости функционирования предприятия при ЧС и порядок проведения спасательных работ.

4.3 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда. Основным средством физической культуры являются физические упражнения,

направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков, необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ ПО ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ

Двигатели внутреннего сгорания используются на легковых автомобилях более ста лет. За все время технических изменений они многократно подвергались всевозможным изменениям но, тем не менее, у них остались множество недостатков, от которых инженеры по сей день пытаются избавиться, предлагая различные решения. Одной из таких недостатков являются расход топлива и токсичность.

Цель данного дипломного проекта являлась в оптимизации системы питания силового агрегата автомобиля за счет подачи дополнительного воздуха в нижнюю часть цилиндра.

После сбора и анализа информации о моделях двигателей, применяемых, на сегодняшний день на зарубежных и отечественных автомобилях были получены представления о пределах изменения основных показателей двигателей. На их основании было решено спроектировать рядный, четырехцилиндровый бензиновый двигатель внутреннего сгорания.

В ходе работы мною был произведён тепловой и динамический расчеты, анализ уравниваемости. Также рассмотрены системы двигателя. Также дипломный проект включает технологическую часть, в которой рассмотрен процесс изготовления крышки, экономическую часть и раздел безопасности жизнедеятельности.

Анализируя результаты работы, можно отметить следующие положительные моменты:

- получена высокая литровая мощность двигателя $N_{el}=73,6$ кВт/л;
- получены удовлетворительный расход топлива на всех режимах работы по ВСХ;
- получены удовлетворительные результаты прочностных расчетов деталей проектируемого двигателя;
- достигнут удовлетворительный характер протекания кривой крутящего момента по ВСХ;

- благодаря применения дополнительного воздуха удалось повысить мощность двигателя и снизить расход топлива и токсичность отработавших газов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Расчёт автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. Пособие для вузов./А. И. Колчин, В. П. Демидов – 3-е издание, переработанное и доп. – М.: Высш. шк., 2002. – 496 с.: ил..
2. Расчет деталей и узлов машин./Райко М. В. – Киев: Техника. – 500 с.: ил..
3. Березовский А.Б., Егоров С.В. Эксплуатационные свойства автомобиля: Учебное пособие к курсовой работе. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2002. 51с.
4. Двигатели внутреннего сгорания. Системы поршневых и комбинированных двигателей/Под общ. ред. А-С.Орлина, М.Г.Круглова, - М. Машиностроение, 1985. 456 с.
5. Автокаталог. Модели 2009 года. М.: За рулём, 385 с..
6. Проектирование систем жидкостного охлаждения поршневых двигателей. А.Б. Березовский. Учебное пособие к курсовому и дипломному проектированию / Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2000. 87с.
7. Уонг Х. Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров: Пер. с англ. (справочник). – М.: Атомиздат, 1979. – 216 с..
8. Бурков В. В., Индейкин А. И. Автотракторные радиаторы. – Л.: Машиностроение. Ленингр. от-ние, 1978. – 216 с. с ил.
9. Басуров В. М., Белов В. В. Системы автомобильных и тракторных двигателей: Практикум/ Владим. гос. ун-т. Владимир, 2001. 68 с.
10. Дунин Н.А ”Проектирование технологических процессов производства деталей двигателей летательных аппаратов”: Учебное пособие. Издание 2-е, дополненное. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2001. 144с.
11. Методические рекомендации по определению экономической эффективности новой техники/ Сост. Е.В. Голдобеев, А.М. Яушев; Казан. гос. техн. ун-т. Казань, 2000. 36 с.
12. А. Г. Косилова, Р. К. Мещеряков. Справочник технолога-машиностроителя, том 2-ой, М.: Машиностроение, 1986. 496 с.
13. Коровин Е.М., Зыков В.Ю. Расчет режимов резания конструкционных материалов: Учебное пособие. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2002. 47с.
14. Корсаков В. С. Основы технологии машиностроения, М.: машиностроение, 1977. 416 с.
15. Охрана труда в машиностроении – учебник для

машиностроительных вузов. Под ред. Е. Я. Юдина. М.: Машиностроение, 1983, 432 с.

16. Березовский А.Б., Егоров С.В. Эксплуатационные свойства автомобиля: Учебное пособие к курсовой работе. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2002. 51с.

17. Методические рекомендации по определению экономической эффективности новой техники/ Сост. Е.В. Голдобеев, А.М. Яушев; Казан. гос. техн. ун-т. Казань, 2000. 36 с.

18. Курмаз Л.В., Скойбеда А.Т. Детали машин. Проектирование. – М.:Высш. шк., 2004. – 310 с.

19. Основы трибологии: Учебник для технических вузов. – М.: Машиностроение, 2002.

20. Теплофизические процессы и характеристики бензиновых и дизельных двигателей с дополнительным завихрением и расслоением заряда/ Самойлов Д.Н.; Издательство Казанского университета 2004. – 375 с.

21. Токсичность автотракторных двигателей и способы ее снижения/ Самойлов Д.Н., Самойлов Н.П., Игонин Е.И., Кашеваров О.А.; Изд-во КГУ Казань 1997. – 172 с.

22. Влияние дополнительного завихрения и расслоения заряда в цилиндре на процесс наполнения/ Самойлов Д.Н. Ж. Вестник КГАУ №2, 2008.

ПРИЛОЖЕНИЕ