



SATBAYEV
UNIVERSITY

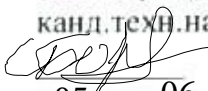
SATBAYEV UNIVERSITY

ИНСТИТУТ МЕТАЛЛУРГИИ
ПРОМЫШЛЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ

И

КАФЕДРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ
МАШИНЫ, ТРАНСПОРТ И ЛОГИСТИКА

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
НАО «КазНТУ им.К.И.Сатпаева»
Институт Metallургии и
Промышленной инженерии

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Зав. кафедрой
канд.техн.наук, асоц.проф.
 К.К. Елемесов
«05» 06 2021 г.

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

на тему: «Разработка конструкции кривошипно-шатунного механизма
дизельного ДВС эффективной мощностью 160 кВт»

Специальность: 5В072400 – «Технологические машины и оборудование»

Выполнил выпускник

Ведищев А.А.

Научный руководитель

канд.техн.наук, профессор
Мырзахметов Б.А.

Алматы 2021

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Казахский Национальный исследовательский технический университет
имени К.И Сатпаева

Институт металлургии и промышленной инженерии


Кафедра «Технологические машины, транспорт и логистика»

5B072400 – Технологические машины и оборудование

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой

канд. техн. наук, асоц. проф.

 К.К. Елемесов
«04» _____ 12 _____ 2020 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломной работы

Обучающегося Ведищев Артем Александрович

Тема работы “Разработка конструкции кривошипно-шатунного механизма дизельного ДВС эффективной мощностью 160 кВт ”

Утверждено приказом по вузу № 2131-б от «24» ноября 2020 г.

Срок сдачи законченного проекта “31” мая 2021 г.

Исходные данные к работе Дизельный двигатель с мощностью 160 кВт

Перечень подлежащих разработке в дипломном проекте вопросов или краткое содержание дипломного проекта:

а) В технической части рассмотрены различные конструкции дизельных двигателей и выбор прототипа:

б) В расчетном разделе произвести:

- тепловой расчет ДВС;

- Расчет действительных циклов работы двигателя;

- расчет теплового баланса ДВС

- Расчет кинематики кривошипно–шатунного механизма

в) В разделе охраны труда, и техники безопасности рассмотреть вопросы обеспечения требований охраны труда и техники безопасности при эксплуатации дизельных двигателей;

Алматы 2021

АНДАТПА

Бұл дипломдық жоба жүк көлігіне арналған төрт сатылы дизельді V-қозғалтқышты қарастырады.

Қозғалтқыштың жылу есебі жасалды, жылу балансы жасалды, иінді механизмнің динамикалық есебі жасалды, қозғалтқыштың тепе-теңдігіне талдау жасалды және қозғалтқыштың негізгі бөліктерінің беріктігіне есептеулер жүргізілді.

Аналитикалық жолмен жобаланған қозғалтқыштың негізгі параметрлері анықталды, сонымен қатар нақты жұмыс істейтін қозғалтқыштың нақты циклінің жақсару дәрежесі тексерілді. Жалпы момент графигі және нақты күштердің өзгеруі, байланыстырушы шыбықтың тозу диаграммасы салынды. Бақылау нүктесі үшін "қолмен" динамикалық есептеу ($\varphi 370^\circ$), он екі цилиндрлі V-тәрізді қозғалтқыштың тепе-теңдігін талдау, қозғалтқыштың негізгі бөлшектерін жобалық есептеу.

АННОТАЦИЯ

В этом дипломном проекте рассмотрен четырехтактный дизельный V образный двигатель, предназначенный для грузового автомобиля.

Выполнен тепловой расчет двигателя, составлен тепловой баланс, произведен динамический расчет кривошипно-шатунного механизма, сделан анализ уравновешенности двигателя и произведены расчеты на прочность основных деталей двигателя.

Аналитическим путем определены основные параметры проектируемого двигателя, а также проверена степень совершенствования действительного цикла реального работающего двигателя. Построены графики суммарного крутящего момента и изменения удельных сил, построена диаграмма износа шатунной шейки. Выполнен "ручной" динамический расчет для контрольной точки ($\varphi 370^\circ$), анализ уравновешенности двенадцатицилиндрового V-образного двигателя, проектный расчет основных деталей двигателя.

ANNOTATION

In this thesis project, a four-stroke diesel V-shaped engine designed for a truck is considered.

The thermal calculation of the engine is made, the thermal balance is made, the dynamic calculation of the crank mechanism is made, the analysis of the balance of the engine is made and the calculations for the strength of the main parts of the engine are made.

The main parameters of the designed engine were determined analytically, and the degree of improvement of the actual cycle of a real working engine was also checked. Graphs of the total torque and changes in specific forces are plotted, and a diagram of the wear of the connecting rod neck is plotted. A "manual" dynamic calculation for the control point ($\varphi 370^\circ$), an analysis of the balance of the twelve-cylinder V-shaped engine, and a design calculation of the main engine parts were performed.

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	5
1	Техническая часть	6
1.1	Конструкционные особенности дизельных двигателей	6
1.2	Кривошипно-шатунный механизм ДВС	9
1.2.1	Неподвижные детали КШМ	9
1.2.2	Подвижные детали КШМ	12
2	Расчетная часть	18
2.1	Тепловой расчет	18
2.2	Расчет действительных циклов работы двигателя	19
2.3	Расчет теплового баланса	26
2.4	Кинематика кривошипно–шатунного механизма	27
3	Охрана труда и безопасность жизнедеятельности	30
3.1	Общие требования безопасности	30
3.2	Требования безопасности перед началом работы	31
3.3	Требования безопасности во время работы	32
3.4	Требования безопасности в аварийных ситуациях	33
3.5	Требования безопасности по окончании работы	33
	Заключение	35
	Список использованных источников	36

ВВЕДЕНИЕ

В области развития и совершенствования дизельных двигателей основными задачами является: расширение использования экономичных двигателей, для грузовых автомобилей и дизельных электрических станции, снижение стоимости их изготовления и эксплуатации. На принципиально новый уровень ставится задача по уменьшению токсичных выбросов двигателей в атмосферу, а также ставятся задачи по снижению уровня шума работы двигателей. Выполнение этих задач требует от специалистов, связанных с производством и эксплуатацией дизельных двигателей, глубоких знаний теории, конструкции и расчета дизельных двигателей внутреннего сгорания.

1 Техническая часть

1.1 Конструкционные особенности дизельных двигателей

Дизельный двигательный агрегат – одна из разновидностей поршневых силовых установок. По своему исполнению он почти ничем не отличается от бензинового двигателя внутреннего сгорания. Там имеются те же цилиндры, поршни, шатуны, коленвал и прочие элементы.

Действие «дизеля» основано на свойстве самовоспламенения дизтоплива, распыляемого в пространстве цилиндра. Клапаны в таком моторе значительно усилены — это необходимо было сделать для того, чтобы агрегат был устойчив к повышенным нагрузкам в течение длительного времени. Из-за этого вес и размеры «дизеля» больше, чем у аналогичной бензиновой установки.

Есть и существенное отличие между дизельными и бензиновыми механизмами. Оно заключается в том, как именно образуется топливовоздушная смесь, каков принцип ее воспламенения и горения. Первоначально в работающие цилиндры направляется обычный чистый воздушный поток. По мере сжатия воздуха он прогревается до температуры около 700 градусов, после чего форсунки впрыскивают горючее в камеру сгорания. Высокая температура способствует моментальному самовозгоранию топлива. Горение сопровождается быстрым нагнетанием высокого давления в цилиндре, поэтому дизельный агрегат издает характерный шум в процессе работы.

Запуск дизельного двигателя

Пуск «дизеля» в холодном состоянии осуществляется благодаря свечам накаливания. Это нагревательные электроэлементы, интегрированные в каждую из камер сгорания. При включении зажигания свечи накаливания нагреваются до сверхвысоких температур = около 800 градусов. При этом разогревается воздух в камерах сгорания. Весь процесс занимает несколько секунд, а о готовности дизеля к запуску водителя оповещает сигнальный индикатор в панели приборов.

Подача электричества на свечи накаливания снимается автоматически примерно через 20 секунд после запуска. Это необходимо для обеспечения устойчивой работы холодного двигателя.

Устройство топливной системы дизельного мотора

Одной из самых важных систем двигателя, работающего на дизельном топливе, считается система подачи горючего. Ее главная задача – подача дизтоплива в цилиндр в жестко ограниченном количестве и только в заданный момент.

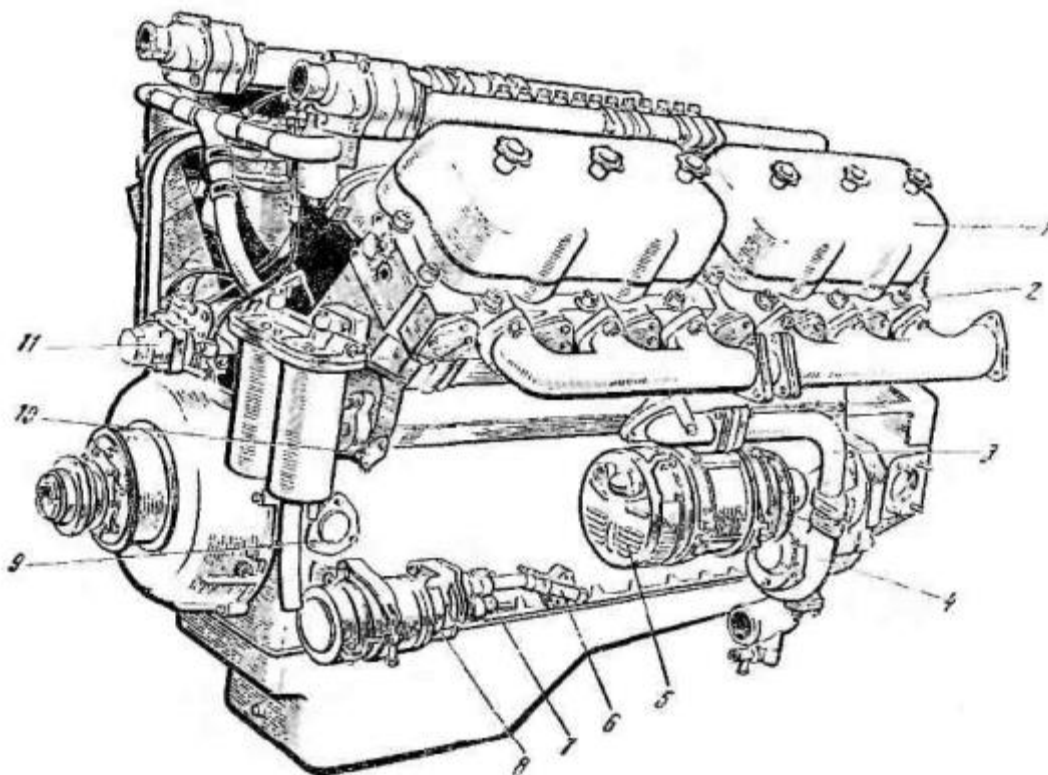
Основные компоненты топливной системы:

- топливный насос высокого давления (ТНВД);
- форсунки подачи горючего;
- фильтрующий элемент.

Основное назначение ТНВД — подача горючего на форсунки. Он работает по заданной программе в соответствии с тем режимом, в котором функционирует мотор, и действиями водителя. Фактически, современные топливные насосы являются высокотехнологичными механизмами, которые автоматически управляют работой дизельного мотора на основании управляющих воздействий водителя.

В тот момент, когда водитель выжимает газовую педаль, он не меняет количество подачи горючего, а вносит изменения в работу регуляторов в зависимости от силы нажатия на педаль. Именно регуляторы изменяют количество оборотов двигателя и, соответственно, скорость машины.

Форсунка получает топливо от насоса и регулирует его количество перед тем, как перенаправить горючее в камеру для сгорания. На дизельные агрегаты устанавливают форсунки с распределителем одного из двух видов: шрифтовым либо многодырчатым. Иглы распределителей изготавливаются из высокопрочных жаростойких материалов, поскольку они работают в условиях высоких температур.



- 1 - Крышка головки цилиндров; 2 - Головка цилиндров; 3 - Подводящая труба системы охлаждения; 4 - Водяной насос; 5 - Генератор; 6 - Запорный клапан; 7 - Угловой фланец маслозакачивающего насоса; 8 - Маслозакачивающий насос; 9 - Крышка люка; 10 - Заглушка водяного канала; 11 - Датчик тахометра.

Рисунок 1.1 – Дизельный двигатель ЯМЗ-240

Топливный фильтр — это простой и, одновременно, один из важнейших компонентов дизельного агрегата. Его рабочие параметры должны в точности соответствовать конкретному типу двигателя. Назначение фильтра — отделение конденсата (для этого предназначено нижнее сливное отверстие с

пробкой) и устранение лишнего воздуха из системы (используется верхний насос подкачки). На некоторых моделях авто предусмотрена функция электрического подогрева топливного фильтра — это позволяет упростить запуск дизеля в зимний период.

Виды дизельных агрегатов

В современном автомобилестроении используются два типа дизельных силовых установок:

- двигатели с прямым впрыском;
- дизели с отдельной камерой сгорания.

У дизельных агрегатов с прямым впрыском камера сгорания интегрирована в поршень. Горючее впрыскивается в пространство над поршнем, после чего направляется в камеру. Прямой впрыск топлива обычно используется на низкооборотных силовых установках с большим рабочим объемом, где имеются сложности с процессом воспламенения.

Более распространены сегодня дизельные моторы с отдельной камерой. Впрыск горючей смеси производится не в пространство над поршнем, а в дополнительную полость, которая имеется в головке цилиндра. Такой способ оптимизирует процесс самовоспламенения. К тому же такой тип дизеля работает с меньшим шумом даже на самых высоких оборотах. Именно такие двигатели сегодня устанавливают на легковых автомобилях, кроссоверах и внедорожниках.

В зависимости от конструктивных особенностей дизельный силовой агрегат работает в четырехтактном и двухтактном циклах.

Четырехтактный цикл подразумевает следующие этапы работы силового агрегата:

– Первый такт – это поворот коленвала на 180 градусов. Благодаря его движению открывается впускающий клапан, в результате чего воздух подается в полость цилиндра. После этого клапан резко закрывается. Одновременно с этим при определенном положении открывается и выпускной (выпускающий) клапан. Момент одновременного открытия клапанов называют перекрытием.

– Второй такт — это сжатие воздуха поршнем.

– Третий такт — начало хода. Коленвал поворачивается на 540 градусов, топливно-воздушная смесь воспламеняется и сгорает при соприкосновении с форсунками. Выделяющаяся при горении энергия поступает в поршень и заставляет его двигаться.

– Четвертый такт соответствует повороту коленвала до 720 градусов. Поршень поднимается вверх и выбрасывает через выпускной клапан отработавшие продукты горения.

Двухтактный цикл обычно используется при запуске дизельного агрегата. Суть его заключается в том, что такты сжатия воздуха и начало рабочего процесса у него укорочены. При этом поршень выпускает отработавшие газы через специальные впускные окна во время своей работы, а не после того, как опустится вниз. После принятия исходного положения

осуществляется продувка поршня, чтобы удалить остаточные явления от горения.

Преимущества и недостатки использования дизельных двигателей

Силовые агрегаты на дизельном топливе характеризуются высокой мощностью и коэффициентом полезного действия. Автомобили с дизельными агрегатами с каждым годом становятся все более востребованными в нашей стране.

Во-первых, благодаря особенностям процесса горения топлива и постоянному выхлопу отработавших газов, дизель не предъявляет строгих требований к качеству топлива. Это делает их и более экономичными и доступными в обслуживании. Кроме того, расход топлива у дизельного мотора меньше, чем у бензинового агрегата аналогичного объема.

Во-вторых, самовозгорание топливно-воздушной смеси производится равномерно в момент впрыска. Поэтому дизельные двигательные аппараты могут работать на пониженных оборотах и, несмотря на это, выдавать очень высокий крутящий момент. Такое свойство позволяет сделать транспортное средство с дизельным агрегатом намного легче в управлении, нежели авто с потреблением бензинового топлива.

В-третьих, в использованных газовых выхлопах дизельного мотора содержится гораздо меньше окиси углерода, что делает эксплуатацию таких авто экологичной.

1.2 Кривошипно-шатунный механизм ДВС

Кривошипно-шатунный механизм (КШМ) служит для преобразования прямолинейного возвратно-поступательного движения поршня во вращательное движение коленчатого вала. КШМ состоит из неподвижных и подвижных деталей. Группу неподвижных деталей составляют блок цилиндров, головки цилиндров, гильзы, вкладыши, крышки коренных подшипников. В группу подвижных деталей входят поршни, поршневые кольца, поршневые пальцы, шатуны, коленчатый вал с маховиком.

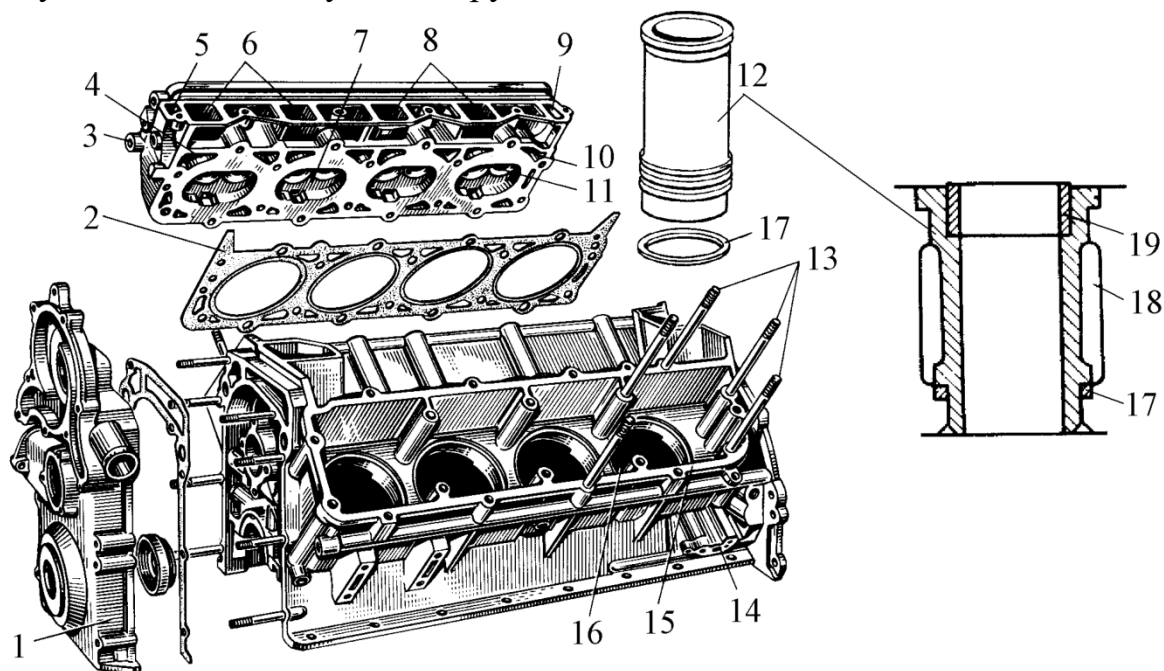
1.2.1 Неподвижные детали КШМ

Блок цилиндров является базовой деталью двигателя (рис. 1.2). На нем устанавливаются все основные механизмы и системы двигателя.

В автотракторных многоцилиндровых двигателях с жидкостным охлаждением все цилиндры выполняются в виде общей отливки, которая и называется блоком цилиндров. Такая конструкция обладает наиболее высокой жесткостью и хорошей технологичностью. С отдельными цилиндрами в настоящее время выполняются только двигатели воздушного охлаждения.

Блок цилиндров работает в условиях значительного до 2000°С и неравномерного нагрева и давления (9,0...10,0 МПа). Чтобы противостоять действию значительных силовых и температурных нагрузок, блок цилиндров должен обладать высокой жесткостью, обеспечивающей минимальные

деформации всех его элементов, гарантировать герметичность всех полостей (цилиндры, рубашка охлаждения, каналы и т. д.), иметь высокий срок службы, простую и технологичную конструкцию.



1 – крышка блока зубчатых колес ГРМ; 2 – сталеасбестовая прокладка; 3 – головка блока цилиндров; 4, 10 – входные отверстия водяной рубашки; 5, 9 – выходные отверстия водяной рубашки; 6, 8 – каналы для подачи горючей смеси; 11 – седло клапана; 12 – мокрая гильза; 13 – шпильки крепления; 14 – верхняя часть; 15 – блок цилиндров; 16 – гнезда гильз; 17 – резиновое уплотнительное кольцо; 18 – водяная рубашка; 19 – вставка

Рисунок 1.2 - Неподвижные детали кривошипно-шатунного механизма V-образного двигателя

Для изготовления блока цилиндров применяют серый или легированный чугун, а также алюминиевые сплавы. Наиболее предпочтительным материалом для изготовления блока цилиндров в настоящее время является чугун, т.к. он дешев, обладает большой прочностью и мало поддается температурным деформациям. Иногда блок цилиндров отливают из высокопрочного хромомедного чугуна.

Существенным недостатком блоков из алюминиевых сплавов является их повышенное тепловое расширение и относительно невысокие механические качества.

Расположение цилиндров может быть однорядным (вертикальным или наклонным), двухрядным или V-образным, с углом развала между цилиндрами 60° , 75° , 90° . Двигатели с углом развала 180° называются оппозитными. V-образная компоновка получила широкое распространение, так как обеспечивает большую компактность и меньшую удельную массу двигателя.

На двигателях с однорядным расположением цилиндров их номеруют, начиная с переднего. На V-образных двигателях номера присваивают вначале правому ряду цилиндров, начиная с переднего, а затем маркируют левый ряд.

Цилиндр в большинстве автотракторных двигателей выполняется в виде гильз, устанавливаемых в блок. Гильзы по способу установки делятся на сухие и мокрые.

Мокрые гильзы, омываемые снаружи охлаждающей жидкостью, обеспечивают лучший теплоотвод. Герметичность мокрой гильзы обеспечивают уплотнением нижней части резиновым кольцом 17 (рис. 1.2) и установкой медной прокладки под верхним буртиком. Применение мокрых гильз улучшает отвод от цилиндров избыточного тепла, однако снижает жесткость блока цилиндров.

Сухие гильзы используются преимущественно в двухтактных двигателях, где применение мокрых гильз затруднительно.

Гильза воспринимает высокое давление рабочих газов, имеющих значительную температуру. Поэтому гильзы изготавливают, как правило, из ковкого легированного чугуна или хромомарганцевого чугуна методом центробежного литья, хорошо противостоящего эрозионному и абразивному износу. Внутренняя поверхность гильзы – зеркало цилиндра – тщательно обработана. Иногда зеркало цилиндра покрывается плазменным керамическим напылением на основе двуокиси циркония.

Поскольку условия работы верхней части гильзы наиболее тяжелые, а изнашивается она наиболее интенсивно, в современных двигателях равномерность износа цилиндров по высоте обеспечивается короткими вставками 19 из противокоррозийного высоколегированного аустенитного чугуна.

Головка цилиндров 3 (рис. 1.2) служит для размещения камер сгорания, впускных и выпускных клапанов, свечей зажигания или форсунок. В процессе работы двигателя головка цилиндров подвергается воздействию высоких температур и давлений. Нагрев отдельных частей головки неравномерен, т.к. одни из них соприкасаются с продуктами сгорания, имеющими температуру до 2500°C, а другие омываются охлаждающей жидкостью. Основные требования к конструкции головки цилиндров – высокая жесткость, исключающая деформации от механических нагрузок и коробление при рабочих температурах; простота; технологичность конструкции и небольшая масса.

Головка цилиндров выполняется отливкой из серого легированного чугуна, хромомолибденового чугуна или алюминиевого сплава. Часто на поверхности камер сгорания, впускных и выпускных каналов наносится плазменное керамическое покрытие на основе двуокиси циркония. Выбор материала зависит от типа двигателя. В карбюраторных двигателях, где сжимается горючая смесь, предпочтение отдается более теплопроводным алюминиевым сплавам, т.к. это обеспечивает бездетонационную работу. В дизельных двигателях, где сжимается воздух, головка цилиндров из чугуна

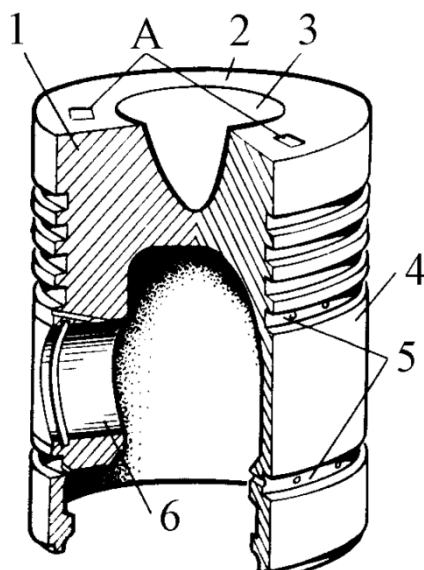
способствует повышению температуры стенок камер сгорания, что улучшает протекание рабочего процесса, особенно при запуске в холодное время.

Головки цилиндров могут выполняться индивидуальными или общими. Индивидуальные головки, как правило, применяют в двигателях воздушного охлаждения. В большинстве двигателей, имеющих жидкостное охлаждение, применяют общие головки для каждого ряда цилиндров. В некоторых случаях, при большой длине блока цилиндров, применяют головки для группы цилиндров.

У карбюраторных двигателей и у некоторых типов дизелей обычно камеры сгорания располагают в головках цилиндров. Форма и расположение камер сгорания, впускных и выпускных каналов являются важным конструктивным параметром, определяющим мощностные и экономические показатели двигателей. Форма камеры сгорания должна обеспечивать наилучшие условия для наполнения цилиндра свежим зарядом, полное и бездетонационное сгорание смеси, а также хорошую очистку цилиндра от продуктов сгорания.

1.2.2 Подвижные детали КШМ

Поршень (рис. 1.3) воспринимает давление газов и передает его через поршневой палец и шатун на коленчатый вал. В двухтактных двигателях наряду с этим поршень выполняет роль золотника механизма газораспределения. Поршни работают в весьма тяжелых условиях: они испытывают воздействие горячих газов и воспринимают большие динамические нагрузки. В связи с тяжелыми условиями работы поршень должен обладать высокой прочностью, небольшой массой, хорошей теплопроводностью и износостойкостью.



1 – головка; 2 – днище; 3 – камера сгорания; 4 – юбка (направляющая часть); 5 – канавки; 6 – бобышка; А – метка;

Рисунок 1.3 – Поршень ДВС

Для современных двигателей, работающих с большой частотой вращения коленчатого вала и с большими нагрузками, наиболее полно этим требованиям отвечают поршни, изготовленные из алюминиевого сплава или из высококремнистого алюминиевого сплава с содержанием кремния 12%. Для тихоходных двигателей поршни изготавливают из чугуна. Иногда в алюминиевых поршнях под верхнее компрессионное кольцо используются нерезиновые вставки. Возможно покрытие днища поршня плазменным напылением составами на основе двуокиси циркония. Алюминиевые поршни дизельных двигателей могут иметь камеру сгорания с анодированными кромками.

Применение поршней из алюминиевых сплавов дает возможность снизить конструкционную массу и, следовательно, силы инерции на 20...30% по сравнению с чугунными. Наряду с этим поршни из алюминиевого сплава имеют и недостатки: меньшую механическую прочность, повышенный износ, больший коэффициент линейного расширения (в 2...2,5 раза).

Поскольку поршень непосредственно охлаждаться не может, он нагревается значительно сильнее, чем охлаждаемая гильза. Для предотвращения заклинивания поршня его устанавливают в цилиндр с зазором. Поскольку днище и головка поршня нагреваются интенсивнее, чем юбка, зазор между цилиндром и головкой делают большим. Иногда для обеспечения охлаждения поршня используются специальные форсунки в смазочной системе, которые подают разбрызгивают масло на внутреннюю поверхность поршня.

Конструкция и размеры поршня определяются главным образом величиной и скоростью нарастания давления газов и быстроходностью двигателя. Поршни дизелей имеют более массивную и жесткую конструкцию, большее число поршневых колец. Канавка под верхнее поршневое кольцо может быть армирована залитым в поршень кольцедержателем. На дизельных двигателях с турбонаддувом могут использоваться армированные бронзовыми втулками отверстия под поршневой палец в бобышках.

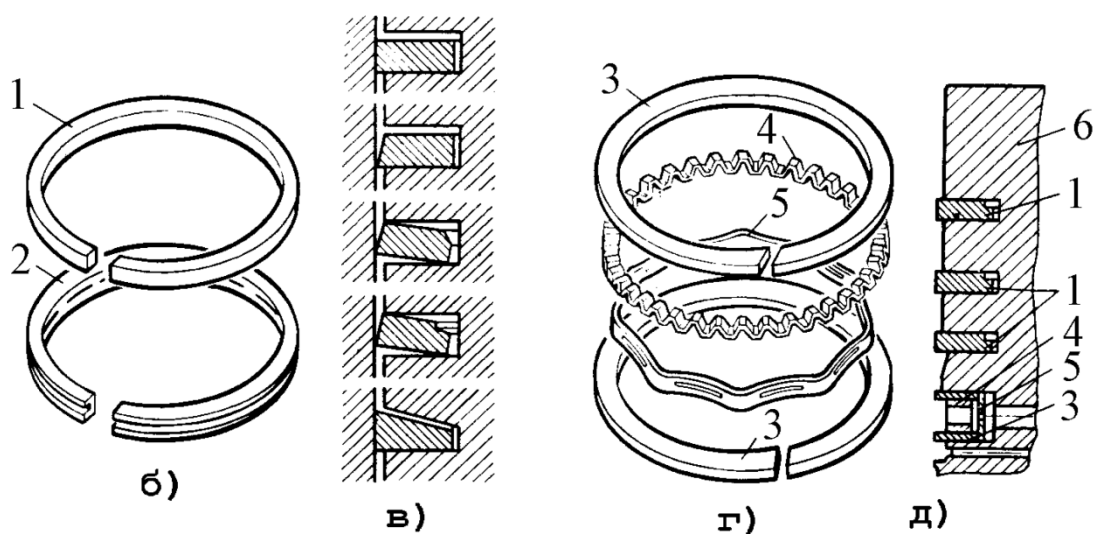
В практике моторостроения для повышения прочностных параметров поршня его изготавливают составным – стальная головка и алюминиевый корпус. Компрессионные кольца располагаются в канавках головки поршня, а маслосъемные – в канавке корпуса на стыке со стальной головкой.

На долговечность поршня и бесшумность его работы большое влияние оказывает размещение оси поршневого пальца. С целью обеспечения одинаковых условий работы поршня при различных направлениях его движения ось поршневого пальца несколько смещают вниз и располагают на высоте 0,64...0,68 рабочей высоты юбки. Чтобы избежать стуков при переходе через мертвые точки, ось поршневого пальца смещают на 1,4...1,6 мм от оси поршня в сторону действия боковой силы при рабочем ходе (противоположную направлению вращения).

На дизельных двигателях с турбонаддувом используются как правило поршни, в которых предусмотрены три канавки под компрессионные кольца и

одна канавка под маслоъемное кольцо и никелевыми износостойкими вставками.

Поршневые компрессионные кольца (рис. 1.4) служат для герметизации надпоршневого пространства и предотвращают прорыв газов в картер двигателя. Поршневое кольцо представляет собой криволинейный брус, имеющий в свободном состоянии вырез. При установке в цилиндр кольцо сжимается и благодаря своей упругости прижимается наружной поверхностью к зеркалу цилиндра. Уплотняющее действие поршневых колец тем лучше, чем больше их число. В карбюраторных двигателях устанавливают на поршне 2...3 компрессионных кольца, в дизельных – 3...4.



- б) внешний вид поршневых колец; в) формы сечения компрессионных колец;
г) составное маслоъемное кольцо; д) расположение колец на поршне;
1 – компрессионные кольца; 2 – маслоъемное кольцо; 3 – плоские стальные кольца;
4 – осевой расширитель; 5 – радиальный расширитель; 6 – поршень;

Рисунок 1.4 – Кольца применяемые в поршнях ДВС

Самым распространенным материалом для изготовления поршневых компрессионных колец является легированный чугун. Чугунные поршневые кольца получают из индивидуально отлитых заготовок. Однако качество литых чугунных колец не полностью удовлетворяет современным требованиям.

В настоящее время часто применяют стальные кольца. Более перспективными являются кольца из металлокерамических материалов, обладающие большей износостойкостью. Поэтому все чаще используются компрессионные кольца из модифицированного чугуна или с твердым хромовым покрытием.

В процессе работы двигателя компрессионные кольца попеременно прижимаются к верхней и нижней кромкам канавок поршня и действуют как насос, стремясь перекачивать масло со стенок цилиндра в камеру сгорания.

Поэтому на поршнях устанавливают, кроме компрессионных,

маслосъемные кольца (рис. 1.4, г). Они снимают масло со стенок цилиндра, направляя его обратно в картер двигателя. Длительное время маслосъемные кольца изготавливались из чугуна. В настоящее время широкое распространение получили стальные составные маслосъемные кольца. Обладая гибкостью, относительной подвижностью элементов и высоким давлением на стенки цилиндра, стальное кольцо хорошо приспосабливается к поверхности цилиндра, имеющего искаженную форму (вследствие износа) и обеспечивает хорошее распределение масла по поверхности цилиндра как в новом, так и в изношенном двигателе.

На современных дизельных двигателях помимо компрессионных и маслосъемных колец часто используются еще жаростойкие кольца, расположенные в канавках головки поршня выше компрессионных колец.

Шатун (рис. 1.5) обеспечивает шарнирную связь прямолинейно движущегося поршня с вращающимся коленчатым валом. Он передает от поршня коленчатому валу силу давления газов при рабочем ходе. Шатун совершает сложное плоскопараллельное движение: возвратно-поступательное вдоль оси цилиндра и качательное относительно оси поршневого пальца. Шатун испытывает значительные знакопеременные нагрузки, действующие по его продольной оси. Во время рабочего хода сила давления газов сжимает шатун. Силы инерции стремятся оторвать поршень от коленчатого вала и растягивают шатун. Наряду с этим качательное движение вызывает знакопеременные силы инерции, изгибающие шатун в плоскости его качания.

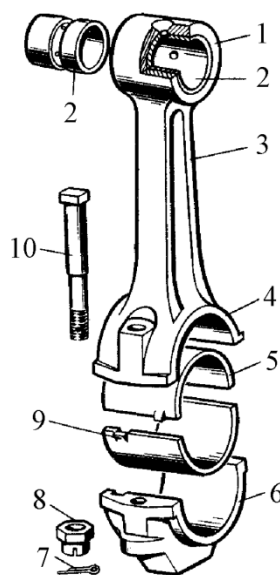


Рисунок 1.5 – Шатун

Указанные условия работы предъявляют к конструкции шатуна следующие требования: высокая жесткость; достаточная усталостная прочность; небольшая масса; простота и технологичность. Габаритные размеры нижней головки шатуна не должны препятствовать его прохождению через цилиндр при сборке двигателя.

Коленчатые валы изготавливают ковкой или штамповкой из углеродистой или низколегированной (хромисто-молибденовой) стали. В последние годы получают распространение литые валы из магниевого чугуна. Они имеют меньшую массу и дешевле, чем кованные. Валы подвергают термической обработке – закалке и отпуску. Шейки коленчатого вала закалывают токами высокой частоты на глубину 3...4 мм, шлифуют и полируют. Коленчатый вал имеет коренные 1 и шатунные 11 шейки, соединенные друг с другом при помощи щек 2. Коренные шейки выполняются одинаковыми по диаметру. Шатунная шейка со смежными щеками составляет колено, кривошип вала. Все шатунные шейки по длине и диаметру одинаковы.

В автотракторных двигателях коленчатые валы могут вращаться в подшипниках качения и скольжения. Подшипники качения обеспечивают уменьшение потерь на трение, что обеспечивает значительное облегчение запуска двигателя в холодное время. Однако в многоцилиндровых двигателях конструкция блока цилиндров и коленчатого вала с подшипниками качения значительно усложняется. Поэтому чаще всего используются подшипники скольжения.

Коренные подшипники скольжения выполняют в виде тонкостенных стальных вкладышей 10 (полуколец), которые устанавливают в расточках блока цилиндров. На внутреннюю поверхность вкладыша наносится слой из антифрикционного сплава, состав и свойства которого зависят от степени нагруженности. В настоящее время широко применяются сталеалюминиевые вкладыши, обладающие высокой усталостной прочностью и хорошими противокоррозийными качествами. Сталеалюминиевые вкладыши широко применяются на современных V-образных карбюраторных двигателях и обеспечивают им достаточно высокий межремонтный срок службы.

В дизельных двигателях, имеющих повышенную нагрузку на подшипники, применяются стальные трехслойные вкладыши – антифрикционный сплав из свинцовистой бронзы, никелевый подслои и антикоррозионное покрытие. На дизельных двигателях с турбонаддувом возможно применение составных вкладышей, одна половинка которых снабжена канавками со стороны крышки коренного подшипника. Это обеспечивает хорошую поглощающую способность рабочей поверхности. Часто применяются вкладыши с рабочей поверхностью, которая подвергнута катодному напылению составами, повышающими работоспособность.

Крышки коренных подшипников выполняются из высокопрочного чугуна, соединяются с блоком цилиндров вертикальными и горизонтальными болтами, чем достигается высокая конструкционная жесткость и надежность крепления коленчатого вала.

2 Расчетная часть

2.1 Тепловой расчет

1) Топливо.

В соответствии с ГОСТ 305-73 для рассчитываемого двигателя принимаем дизельное топливо.

Средний элементарный состав дизельного топлива

$$C = 0.870; H = 0.126; O = 0.004$$

Низшая теплота сгорания топлива равна:

$$H_U = 33.91C + 125.60H - 10.89(O - S) - 2.51(9H + W), \quad (2.1)$$

где W – количество водяных паров в продуктах сгорания единицы топлива.

$$\begin{aligned} H_U &= 33.91 \cdot 0.87 + 125.60 \cdot 0.126 - 10.89 \cdot 0.004 - 2.51 \cdot 9 \cdot 0.126 = \\ &= 42.44 \text{ МДж/кг} = 42440 \text{ кДж/кг} \end{aligned}$$

2) Параметры рабочего тела.

Определяем теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг. топлива:

$$L_0 = \frac{1}{0.208} \left(\frac{C}{12} + \frac{H}{4} - \frac{O}{32} \right) \quad (2.2)$$

где L_0 - теоретически необходимое количество воздуха в кмоль для сгорания 1 кг топлива;

0,208 - объемное содержание кислорода в 1 кмоль воздуха.

$$L_0 = \frac{1}{0.208} \left(\frac{0.87}{12} + \frac{0.126}{4} - \frac{0.004}{32} \right) = 0.500 \text{ кмоль возд / кг топл.}$$

$$l_0 = \frac{1}{0.23} \left(\frac{8}{3}C + 8H - O \right) \quad (2.3)$$

где l_0 - теоретически необходимое количество воздуха в кг для сгорания 1 кг топлива;

0,23 – массовое содержание кислорода в 1 кг воздуха.

$$l_o = \frac{1}{0.23} \left(\frac{8}{3} \cdot 0.87 + 8 \cdot 0.126 - 0.004 \right) = 14.452 \text{ кг возд} / \text{кг топл.}$$

Количество свежего заряда равно:

$$\text{при } \alpha = 1.45 \quad M_1 = \alpha \cdot L_0 \quad (2.4)$$

$$M_1 = 1.45 \cdot 0.5 = 0.725 \text{ кмоль св. зар.} / \text{кг топл.}$$

Количество отдельных компонентов продуктов неполного сгорания топлива:

$$M_{CO_2} = \frac{C}{12} \quad (2.5)$$

$$M_{CO_2} = \frac{0.87}{12} = 0.0725 \text{ кмоль } CO_2 / \text{кг топл.}$$

$$M_{H_2O} = \frac{H}{2} \quad (2.6)$$

$$M_{H_2O} = \frac{0.126}{2} = 0.063 \text{ кмоль } H_2O / \text{кг топл.}$$

$$M_{O_2} = 0.208(\alpha - 1)L_0 \quad (2.7)$$

$$M_{O_2} = 0.208 \cdot (1.45 - 1.0) \cdot 0.5 = 0.0468 \text{ кмоль } O_2 / \text{кг топл.}$$

$$M_{N_2} = 0.792 \cdot \alpha \cdot L_0 \quad (2.8)$$

$$M_{N_2} = 0.792 \cdot 1.45 \cdot 0.5 = 0.5742 \text{ кмоль } N_2 / \text{кг топл.}$$

Вычисляем общее количество продуктов неполного сгорания топлива:

$$M_2 = M_{CO_2} + M_{H_2O} + M_{O_2} + M_{N_2} \quad (2.9)$$

$$M_2 = 0.0725 + 0.063 + 0.0468 + 0.5742 = 0.7565 \text{ кмоль пр. сг.} / \text{кг топл.}$$

2.2 Расчет действительных циклов работы двигателя

1) Процесс впуска

За период процесса впуска осуществляется наполнение цилиндра двигателя свежим зарядом. Изменение давления в процессе впуска в двигателе приведено на рисунке 2.1.

$\xi_{ВП}$ - коэффициент сопротивления впускной системы

$\omega_{ВП}$ - средняя скорость движения заряда в наименьшем сечении впускной системы.

$(\beta^2 + \xi_{ВП}) = 2.7$ и $\omega_{ВП} = 70$ м/с приняты в соответствии со скоростным режимом двигателя и с учетом небольших гидравлических сопротивлений во впускной системе дизеля.

$$\Delta p_a = 2.7 \cdot 70^2 \cdot 1.629 \cdot \frac{10^{-6}}{2} = 0.011 \text{ МПа}$$

Определим давление в конце впуска:

$$p_a = p_K - \Delta p_a \quad (2.12)$$

$$p_a = 0.17 - 0.011 = 0.159 \text{ МПа}$$

Вычислим коэффициент остаточных газов:

$$\gamma_r = \frac{T_K + \Delta T}{T_r} \cdot \frac{p_r}{\varepsilon \cdot p_a - p_r} \quad (2.13)$$

$$\gamma_r = \frac{363.6 + 10}{800} \cdot \frac{0.162}{16.5 \cdot 0.159 - 0.162} = 0.0307$$

Температура в конце такта впуска рассчитывается по формуле, полученной из уравнения теплового баланса в цилиндре двигателя в конце такта впуска:

$$T_a = \frac{(T_K + \Delta T + \gamma_r T_r)}{1 + \gamma_r} \quad (2.14)$$

$$T_a = \frac{363.6 + 10 + 0.0307 \cdot 800}{1 + 0.0307} = 386.3 \text{ К}$$

Коэффициент наполнения рассчитаем по формуле:

$$\eta_v = \frac{T_K (\varepsilon \cdot p_a - p_r)}{[(T_K + \Delta T)(\varepsilon - 1) \cdot p_K]} \quad (2.15)$$

$$\eta_v = \frac{363.6 \cdot (16.5 \cdot 0.159 - 0.162)}{[(363.6 + 10) \cdot (16.5 - 1) \cdot 0.17]} = 0.9092$$

2) Процесс сжатия

В период процесса сжатия в цилиндре двигателя повышаются температура и давление рабочего тела, что обеспечивает надежное воспламенение и эффективное сгорание топлива.

Изменение давления в процессе сжатия показано на рисунке 2.2. В реальных условиях сжатие происходит по сложному закону, практически не подчиняющемуся термодинамическим соотношениям, так как на изменение температуры и давления в этом процессе влияют кроме изменения теплоемкости рабочего тела в зависимости от температуры.

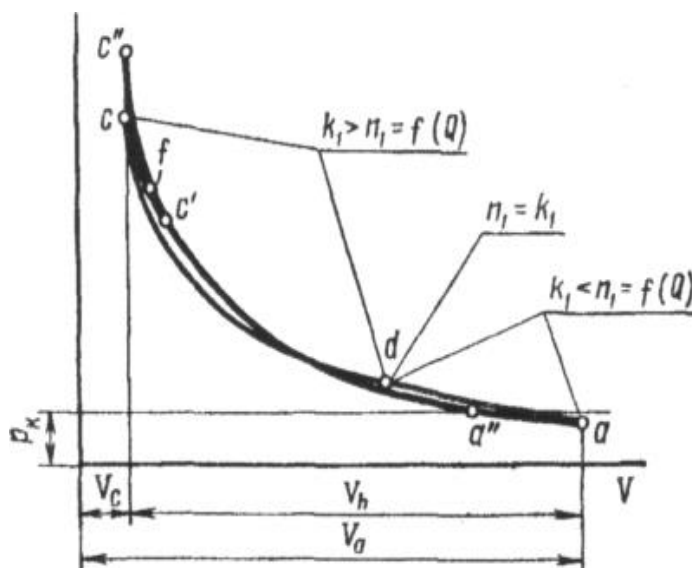


Рисунок 2.2 Изменение давления в процессе сжатия

При работе дизеля на номинальном режиме можно с достаточной степенью точности принять показатель политропы сжатия приблизительно равным показателю адиабаты.

При $\varepsilon = 16.5$ и $T_a = 386.3 \text{ K}$

$$k_1 = 1.359 \quad n_1 \approx 1.360$$

Давление и температуру в конце сжатия определим из уравнений:

$$p_c = p_a \cdot \varepsilon^{n_1} \quad (2.16)$$

$$p_c = 0.159 \cdot 16.5^{1.360} = 7.197 \text{ МПа}$$

$$T_c = T_a \cdot \varepsilon^{n_1 - 1} \quad (2.17)$$

$$T_c = 386.3 \cdot 16.5^{1.360 - 1} = 1059.8 \text{ K}$$

Средняя молярная теплоемкость в конце сжатия:

а) воздуха

$$(mc_v)_{t_0}^{t_c} = 20.6 + 2.638 \cdot 10^{-3} t_c, \quad (2.18)$$

где $t_c = T_C - 273 = 1059.8 - 273 = 786.8 \text{ K}$

$$(mc_v)_{t_0}^{t_c} = 20.6 + 2.638 \cdot 10^{-3} \cdot 786.8 = 22.676 \text{ кДж} / (\text{кмоль} \cdot \text{град})$$

б) остаточных газов

$$(mc_v)_{t_0}^{t_c} = 24.6155 \text{ кДж} / (\text{кмоль} \cdot \text{град})$$

в) рабочей смеси

$$(mc_v)_{t_0}^{t_c} = \left(\frac{1}{1 + \gamma_r} \right) \cdot \left[(mc_v)_{t_0}^{t_c} + \gamma_r \cdot (mc_v)_{t_0}^{t_c} \right] \quad (2.19)$$

$$(mc_v)_{t_0}^{t_c} = \left(\frac{1}{1 + 0.0307} \right) \cdot (22.676 + 0.0307 \cdot 24.6155) = 22.734 \frac{\text{кДж}}{(\text{кмоль} \cdot \text{град})}$$

3) Процесс сгорания

Процесс сгорания – основной процесс рабочего цикла двигателя, в течение которого теплота, выделяющаяся вследствие сгорания топлива, идет на повышение внутренней энергии рабочего тела и на совершение механической работы.

С целью упрощения термодинамических расчетов автомобильных и тракторных двигателей принимают, что процесс сгорания в двигателях с воспламенением от сжатия – при $V = \text{const}$ и $P = \text{const}$, т.е. по циклу со смешанным подводом теплоты (прямые $cc''z'$ и $z'z$ на рисунке 2.3).

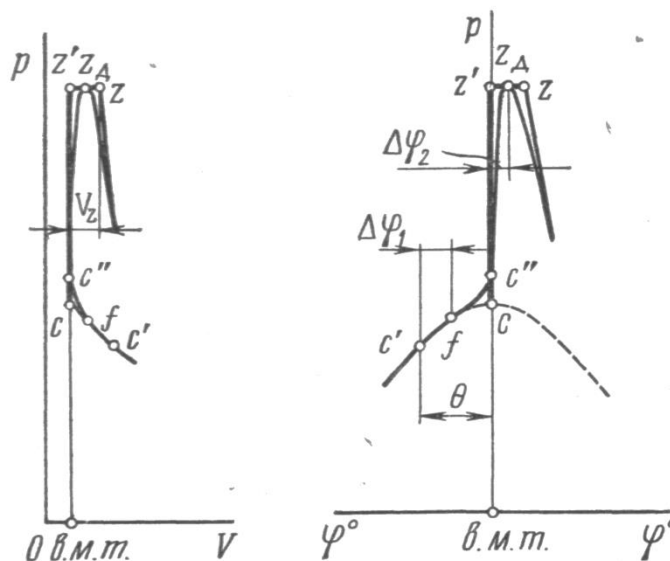


Рисунок 2.3 – Изменение давления в процессе сгорания в дизеле

Коэффициент молекулярного изменения свежей смеси в дизеле, вычислим по формуле:

$$\mu_0 = \frac{M_2}{M_1} \quad (2.20)$$

$$\mu_0 = \frac{0.7565}{0.725} = 1.043$$

Коэффициент молекулярного изменения рабочей смеси рассчитаем по формуле:

$$\mu = \frac{\mu_0 + \gamma_r}{1 + \gamma_r} \quad (2.21)$$

$$\mu = \frac{1.043 + 0.0307}{1 + 0.0307} = 1.042$$

Определим теплоту сгорания рабочей смеси:

$$H_{\text{раб.см.}} = \frac{H_u}{M_1 \cdot (1 + \gamma)} \quad (2.22)$$

$$H_{\text{раб.см.}} = \frac{42440}{0.725 \cdot (1 + 0.0307)} = 56794.3 \text{ кДж/кмоль раб. см.}$$

Коэффициент использования теплоты с неразделенными камерами сгорания и хорошо организованным струйным смесеобразованием принимаем равным:

$$\xi_z = 0.86$$

Степень повышения давления зависит от величины цикловой подачи топлива. С целью снижения газовых нагрузок на детали кривошипно-шатунного механизма принимаем степень повышения давления равной:

$$\lambda = 1.5$$

Температура в конце видимого процесса сгорания определяем из уравнения:

$$\xi_z \cdot H_{\text{раб.см.}} + [(mc'_V)_{t_0}^{t_c} + 8,315 \cdot \lambda] \cdot t_c + 2270 \cdot (\lambda - \mu) = \mu \cdot (mc''_p)_{t_0}^{t_z} \cdot t_z \quad (2.23)$$

$$0.86 \cdot 56794.3 + [(8.315 \cdot 1.5) + 22.734] \cdot 786.8 + 2270 \cdot (1.5 - 1.042) = \\ = 1.042 \cdot (32.414 + 0.00189 \cdot t_z) \cdot t_z$$

$$32.414 \cdot t_z + 0.00189 \cdot t_z^2 - 77549.457 = 0$$

$$t_z = \frac{-32.414 + \sqrt{32.414^2 + 4 \cdot 0.00189 \cdot 77549.457}}{2 \cdot 0.00189} = 2128.3^{\circ}C$$

$$T_z = 273 + 2128.3 = 2401.3 K$$

Определим максимальное давление сгорания:

$$p_z = \lambda \cdot p_c \quad (2.24)$$

$$p_z = 1.5 \cdot 7.197 = 10.796 \text{ МПа}$$

Степень предварительного расширения равна:

$$\rho = \frac{\mu \cdot T_z}{\lambda \cdot T_c} \quad (2.25)$$

$$\rho = \frac{1.042 \cdot 2401.3}{1.5 \cdot 1056.8} = 1.574$$

4) Процесс расширения и выпуска

В результате осуществления процесса расширения происходит преобразование тепловой энергии топлива в механическую работу.

Изменение давления в процессе расширения показано на рисунке 2.4(а). Кривые $z, b'b''$ схематически показывают действительное изменение давления в цилиндрах двигателя в процессе расширения. В реальных двигателях расширение протекает по сложному закону, зависящему от теплообмена между газами и окружающими стенками, величины подвода теплоты в результате догорания топлива и восстановления продуктов диссоциации, утечки газов через неплотности.

Условно считают, что процесс расширения в действительном цикле протекает по политропе с постоянным показателем политропы.

За период выпуска из цилиндра двигателя удаляются отработавшие газы.

Изменение давления в процессе выпуска в цилиндре двигателя с наддувом показано на рисунке 2.4 (б). В современных двигателях открытие выпускного клапана происходит за 56 град. до н.м.т.

Закрытие выпускного клапана происходит через 20 град. после в.м.т., что повышает качество очистки цилиндра за счет эжекционного свойства потока газа, выходящего из цилиндра с большой скоростью.

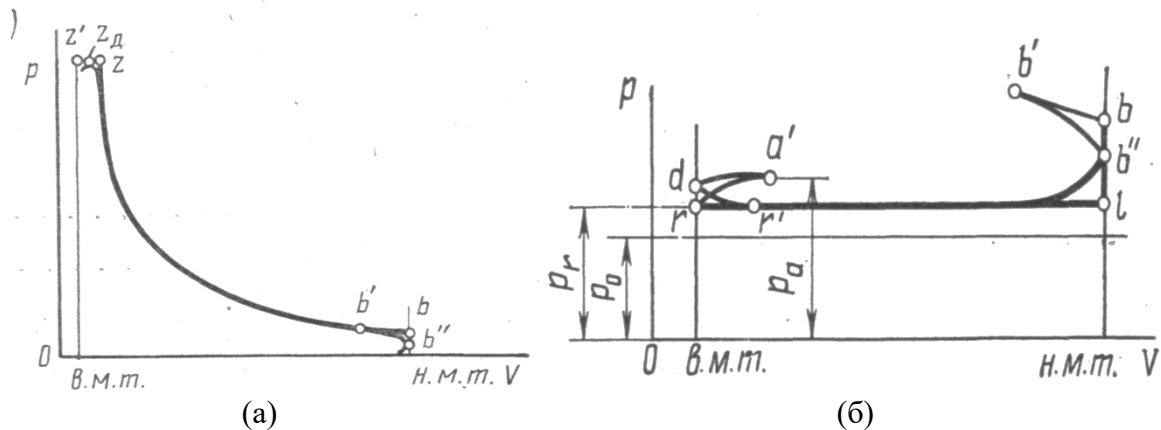


Рисунок 2.4 – Изменение давления дизеля в процессах расширения (а) и выпуска (б).

2.3 Расчет теплового баланса

Общее количество теплоты, введенной в двигатель равно:

$$Q_0 = \frac{Hu \cdot G_T}{3.6} \quad (2.26)$$

$$Q_0 = \frac{42440 \cdot 70.275}{3.6} = 828464.2 \text{ Дж/с}$$

Теплота, эквивалентная эффективной работе за 1с.:

$$Q_e = 1000 \cdot N_e \quad (2.27)$$

$$Q_e = 1000 \cdot 334.8 = 334800 \text{ Дж/с}$$

Теплота, передаваемая охлаждающей среде равна:

$$Q_s = C \cdot i \cdot D^{1+2 \cdot m} \cdot n^m \cdot \left(\frac{1}{\alpha} \right), \quad (2.28)$$

где $C = 0.48$ - коэффициент пропорциональности; $i = 12$ - число цилиндров; $D = 111$ - диаметр цилиндра; $m = 0.68$ - показатель степени; $n = 2100$ - частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин.

$$Q_s = 0.48 \cdot 12 \cdot 111^{1+2 \cdot 0.68} \cdot 2100^{0.68} \cdot \left(\frac{1}{1.45} \right) = 211410.2 \text{ Дж/с}$$

Теплота, унесенная с отработавшими газами равна:

$$Q_2 = \frac{G_T}{3.6} \cdot \left[M_2 \cdot (mc_p)_{t_0}^{t_r} \cdot t_r - M_1 \cdot (mc_p)_{t_0}^{t_k} \cdot t_k \right], \quad (2.29)$$

где $(mc_p)_{t_0}^{t_r} = (mc_v)_{t_0}^{t_r} + 8.315 = 8.315 + 23.784 = 32.099 \frac{\text{кДж}}{(\text{кмоль} \cdot \text{град})}$

$(mc_v)_{t_0}^{t_r} = 23.784$ - определено по табл.8 /1,с.19/ ” при $\alpha = 1.45$;

$$t_r = T_r - 273 = 849.3 - 273 = 576.3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = \frac{70.275}{3.6} \cdot [0.7565 \cdot 32.099 \cdot 576.3 - 0.725 \cdot 29.146 \cdot 90.6] = 235807.3 \text{ Дж/с}$$

$(mc_p)_{t_0}^{t_k} = (mc_v)_{t_0}^{t_k} + 8.315 = 8.315 + 20.831 = 29.146 \text{ кДж/ (кмоль} \cdot \text{град)}$

$(mc_v)_{t_0}^{t_k} = 20.831$ - определено по табл. 5 /1,с.16/ по графе ”воздух” при $\alpha = 1.45$;

$$t_k = T_k - 273 = 363.6 - 273 = 90.6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Составляющие теплового баланса представлены в табл.2.1

Таблица 2.1-Составляющие теплового баланса

Составляющие теплового баланса	Q, Дж/с	q, %
Теплота эквивалентная эффективной работе	334800	40,42
Теплота, передаваемая охлаждающей среде	211410.2	25,52
Теплота, унесенная с отработанными газами	235807.3	28,46
Неучтенные потери	46446.7	5,6
Общее количество теплоты, введенное в двигатель	828464.2	100,0

2.4 Кинематика кривошипно–шатунного механизма

В двигателях внутреннего сгорания возвратно-поступательное движение поршня преобразуется во вращательное движение коленчатого вала посредством кривошипно-шатунного механизма.

В данном двигателе применяется центральный кривошипно-шатунный механизм.

$$v_n = 0.068 \cdot 219.8 \cdot \left(\sin 370 + \frac{0.244}{2} \cdot \sin 2 \cdot 370 \right) = 3.219 \text{ м/с}$$

3) Ускорение поршня.

Ускорение поршня определяется по формуле:

$$j_n = \frac{dv_n}{dt} = \omega^2 \cdot R \cdot (\cos \varphi + \lambda \cdot \cos 2 \cdot \varphi) \quad (2.32)$$

$$j_n = 219.8^2 \cdot 0.068 \cdot (\cos 370 + 0.244 \cdot \cos 2 \cdot 370) = 3988.6 \text{ м/с}^2$$

2.5 Крутящие моменты

В двигателе ЯМЗ – 240 присутствует неравномерность вспышек, интервалы между которыми составляют 45° и 75° .

Суммирование значений всех двенадцати цилиндров выполняем табличным способом.

По полученным данным строим кривую $M_{кр}$ в масштабе:

$$\mu_{кр} = 20 \text{ Нм/мм}; \quad \mu_\varphi = 1 \text{ град п.к.в./мм}$$

Средний крутящий момент:

а) по данным теплового расчёта:

$$M_{кр,ср} = M_i = \frac{M_e}{\eta_M} \quad (2.33)$$

$$M_{кр,ср} = \frac{1523.2}{0.858} = 1775.3 \text{ Нм};$$

б) по площади, заключённой под кривой $M_{кр}$:

$$M_{кр,ср} = \frac{F_1 - F_2}{OA} \cdot \mu_M \quad (2.34)$$

$$M_{кр,ср} = \frac{10575.5}{120} \cdot 20 = 1762.6 \text{ Нм},$$

где F – площадь кривой $M_{кр}$ относительно оси $O\varphi$.

Ошибка:

$$\Delta = \frac{1775.3 - 1762.6}{1775.3} \cdot 100\% = 0.7\%,$$

Расчёт выполнен верно т.к. ошибка меньше $[\Delta] = 10\%$

3 Охрана труда и безопасность жизнедеятельности

3.1 Общие требования безопасности

К работе машиниста двигателя внутреннего сгорания (ДВС) допускаются лица не моложе 18 лет после обучения в специализированных центрах, имеющие квалификационное удостоверение по данной специальности, прошедшие предварительное медицинское обследование и не имеющие противопоказаний к выполнению указанной работы.

Предварительные и периодические медицинские обследования работников, выполняющих работы с опасными и вредными производственными факторами, проводятся медицинскими организациями, имеющими лицензию на указанный вид деятельности.

Частота проведения периодических обследований определяется территориальным органом по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека совместно с работодателем, исходя из конкретной санитарно-гигиенической и эпидемиологической ситуации, но периодические медицинские обследования должны проводиться не реже чем один раз в два года.

Машинист двигателя внутреннего сгорания при приеме на работу проходит вводный инструктаж. Перед допуском к самостоятельной работе он должен пройти:

- первичный инструктаж на рабочем месте;
- стажировку на рабочем месте под руководством опытного наставника продолжительностью не более 14 рабочих дней;
- проверку знаний по профессии и видам работ;
- проверку знаний по безопасной эксплуатации нового типа оборудования;
- проверку знаний по оказанию первой помощи пострадавшим при несчастном случае на производстве;
- проверку знаний по пожарной безопасности;
- проверку знаний по электробезопасности.

Результаты проверки заносятся в удостоверение по охране труда.

Вновь принятому работнику выдается удостоверение по проверке знаний, в котором должна быть сделана соответствующая запись о проверке знаний инструкций и правил, указанных в п.1.4, и о праве на выполнение специальных работ.

Квалификационные удостоверения персонала во время исполнения служебных обязанностей могут храниться у руководителя работ или при себе в соответствии с местными условиями.

Допуск к самостоятельной работе оформляется распоряжением по предприятию или структурному подразделению. Машинист двигателя внутреннего сгорания, не прошедший проверку знаний в установленные сроки, к самостоятельной работе не допускается.

Машинист двигателя внутреннего сгорания в процессе работы обязан проходить:

- повторные инструктажи по программе первичного инструктажа на рабочем месте в полном объеме - не реже одного раза в квартал;
- проверку знаний.

Машинист двигателя внутреннего сгорания после 5 лет работы должен проходить переподготовку по данной специальности.

При внедрении новых видов оборудования и механизмов, новых технологических процессов, а также при введении в действие новых правил и инструкций по охране труда, машинист двигателя должен пройти внеплановый инструктаж. О каждом несчастном случае или аварии пострадавший или очевидец должен немедленно известить своего непосредственного руководителя. Каждый работник должен знать места расположения средств спасения, сигналы аварийного оповещения, правила поведения при авариях, правила оказания доврачебной помощи пострадавшим.

Курение разрешается только в специально отведенных и оборудованных местах.

Выполнение требований инструкций по промышленной безопасности и охране труда обязательно как для работодателя, так и для производственного персонала. В случае невыполнения требований инструкций по охране труда, изложенных в данном сборнике, производственный персонал может быть привлечен к дисциплинарной, административной, уголовной и материальной ответственности в соответствии с законодательством Республики Казахстан в зависимости от тяжести последствий.

На машиниста двигателя внутреннего сгорания возлагаются следующие обязанности:

- управление двигателем внутреннего сгорания;
- обслуживание и профилактический ремонт двигателя;
- выявление и устранение неисправностей в работе машины, заправка ДВС горючими и смазочными материалами.

3.2 Требования безопасности перед началом работы

Работник, приступающий по смене к обслуживанию двигателя, обязан:

- ознакомиться с записями в вахтовом журнале о работе двигателя, замечаниями и неисправностями, имеющими место в предыдущую смену, с распоряжениями руководителя работ;
- одеть спецодежду, спецобувь и др. СИЗ, которые должны быть исправными;
- совместно со сдавшим смену работником проверить состояние обслуживаемого оборудования и рабочего места, а также наличие и исправность инструмента, приспособлений и разместить их в безопасном и удобном месте;
- расписаться в вахтовом журнале о приеме смены.

Движущиеся части двигателя должны иметь съемные ограждения. Выхлопная труба двигателя должна быть выведена с соблюдением противопожарных требований. Расстояние между выхлопной трубой и крышей помещения должно быть не менее одного метра. Высота проводки выхлопной трубы над полом помещения должна обеспечивать свободный проход обслуживающего персонала. Выхлопная труба должна быть оборудована глушителем и искрогасителем.

Горюче-смазочные материалы (ГСМ) следует хранить в отдельных емкостях на расстоянии не менее 15 метров от двигателя. Для переливания ГСМ в емкости должен быть насос.

Перед запуском двигателя необходимо:

- внешним осмотром, а также проверкой с помощью инструмента, убедиться в надежности крепления двигателя к фундаменту;
- проверить с помощью щупа или мерной линейки уровень масла в двигателе, воды в радиаторе, наличие топлива. Заправку маслом и топливом производите аккуратно. Не допускать их разлива и подтекания;
- убрать уложенные на двигателе инструменты и другие предметы;
- установить и надежно укрепить защитные ограждения на всех вращающихся частях двигателя (валах, муфтах, вентиляторе).

При пуске двигателя следует убедиться в исправном состоянии всех его частей. Запрещается пуск двигателя при неисправностях, нарушающих его нормальную работу.

В холодное время года перед пуском двигателя маслопровод и топливопровод разрешается подогревать горячей водой или паром. Запрещается применять для подогрева паяльную лампу или факел.

3.3 Требования безопасности во время работы

Во время работы двигателя необходимо:

- следить за показаниями КИП и принимать меры по устранению возникающих отклонений;
- проверять на ощупь нагрев доступных подшипников;
- производить необходимые регулировки для поддержания рабочих температур масла и воды, давления масла в пределах, указанных в заводской инструкции по эксплуатации;
- следить за состоянием гаечных, фланцевых и дюритовых соединений на двигателе, наличием хомутиков, за отсутствием течи топлива, масла, воды.

Запрещается переливать ГСМ черпаком или ведром. Заправлять бак топливом следует через воронку с фильтром. Подачу топлива следует осуществлять по шлангу посредством насоса.

Запрещается хранить топливо и обтирочный материал в помещении, предназначенном для двигателя.

При работе двигателя в помещении, укрытии должны быть приняты меры по предотвращению попадания выхлопного газа в воздушное пространство помещения, укрытия.

При выполнении работ по ремонту и техобслуживанию двигатель должен быть остановлен и приняты меры, исключающие самопроизвольный пуск двигателя при проворачивании коленчатого вала.

Масло следует сливать только в специально предназначенную для этого тару. Инструмент использовать только по назначению. При разборочных и сборочных работах следует применять исправные съемки и ключи. Отворачивать гайки с помощью зубила и молотка запрещается. Запрещается также оставлять инструменты и приспособления на двигателе.

3.4 Требования безопасности в аварийных ситуациях

В случае обнаружения неисправностей двигателя, которые могут вызвать аварийную ситуацию, необходимо принять меры по их устранению. При невозможности устранить неполадки своими силами доложить об этом механику. О случившемся сообщить руководителю работ и действовать согласно полученным указаниям.

В случае возникновения пожара необходимо:

- прекратить все технологические операции;
- сообщить о пожаре;
- отключить электроэнергию;
- принять меры к удалению людей из опасной зоны;
- умело и быстро выполнять обязанности, изложенные в плане ликвидации аварий;
- изолировать очаг пожара от окружающего воздуха;
- горящие объемы заполнить негорючими газами или паром;
- принять меры по искусственному снижению температуры горящего вещества.

В большинстве случаев горение ликвидируется одновременным применением нескольких методов.

При несчастном случае необходимо немедленно освободить пострадавшего от воздействия травмирующего фактора, оказать ему первую доврачебную помощь и сообщить непосредственному руководителю о несчастном случае.

При необходимости вызвать скорую помощь или отправить пострадавшего в учреждения здравоохранения.

По возможности сохранить обстановку на месте несчастного случая до начала расследования, за исключением случаев, когда необходимо вести работы по ликвидации аварии и сохранению жизни и здоровья людей.

3.5 Требования безопасности по окончании работы

Машинист двигателя внутреннего сгорания при сдаче вахты обязан:

- произвести уборку рабочего места. Не производить уборку мусора непосредственно руками, пользоваться для этого щеткой, совком и другими приспособлениями;

- убрать и сложить в специально отведенное место загрязненный обтирочный материал для сжигания;
- проверить состояние и исправность оборудования, закрепленного за ним;
- проверить наличие и исправность рабочего инструмента.

Обо всех неисправностях, изменениях, отклонениях от норм и правил сообщить машинисту двигателя, принимающего смену.

Оставлять рабочее место без сдачи вахты запрещается.

Снять защитные средства, спецодежду и спецобувь, привести их в порядок и уложить в места хранения (бригадную сушилку).

Вымыть руки и лицо теплой водой с мылом или принять душ. Для трудноудаляемых загрязнений применять специальные очищающие средства.

После работы с моющими растворами сначала вымыть руки под струей теплой воды до устранения "скользкости". Смазать руки питающим и регенерирующим кожу кремом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненного теплового и динамического расчетов дизельного двенадцатилиндрового двигателя доказана принципиальная возможность уменьшения основных размеров двигателя.

Прочностной расчет основных деталей двигателя показал, что напряжения в основных деталях двигателя меньше допустимых значений.

Полученный двигатель меньшие размеры поршня при той же мощности, что у прототипа.

Т.е. задача дипломного проекта выполнена - рассчитан двигатель по параметрам превосходящий прототип.

Выполнен поперечный разрез двигателя.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Колчин А.И., Демидов В.П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. – М.: Высшая школа, 1980.-400с.
- 2 Методические указания к выполнению курсового проекта по ДВС.
- 3 Автомобильные двигатели. Архангельский В.М., Вихерт М.М., Войков А.И. и др. – М.: Машиностроение, 1977.-340с.
- 4 Вибе И. И. Теория двигателей внутреннего сгорания. Конспект лекций. – Челябинск: ЧПИ, 1974.
- 5 Чайнов Н., Косарев В., Панин В. Проблемы поршневого двигателестроения в России: Двигатель, 2000. – № 3.
- 6 Фаворский О. Энергетика – решающий фактор экономики: Двигатель, 2000. – № 2.
- 7 Ипатов А. А. и др. Конверсия в машиностроении, 2000. – № 6.
- 8 Шепелев А. Н., Деревянченко А. А., Мамин Я. Очерк о жизни и творчестве изобретателя Я. В. Мамина. – Челябинск: Юж-Урал. кн. издательство, 1988.
- 9 Твег Р. Системы впрыска бензина. Устройство, обслуживание, ремонт: практическое пособие. – М.: Издательство «За рулем», 1998.
- 10 Марков В. А., Козлов С. И. Топливо и топливоподача многотопливных и газодизельных двигателей. – М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000.
- 11 Драгомиров С. Г. Концепция вихревого смесеобразования для центрального впрыска топлива автомобильных двигателей. Известия ТГУ . Серия «Автомобильный транспорт», Вып. 2, Тула, 1988.
- 12 Гришин А. И. и др. Дизель ЗИЛ-645. Устройство, эксплуатация и ремонт. – М.: Машиностроение, 1995.

Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Ведищев А.А

Название: "Разработка конструкции кривошипно-шатунного механизма дизельного ДВС эффективной мощностью 160 кВт

Координатор: Бейбит Мырзахметов

Коэффициент подобия 1: 3.8

Коэффициент подобия 2: 0.3

Замена букв: 1

Интервалы: 0

Микропробелы: 0

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

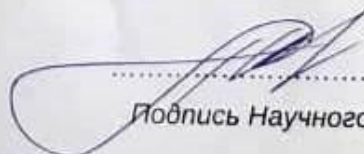
- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

Рекомендую допустить к защите

07.06.21г.

Дата



Подпись Научного руководителя

Протокол анализа Отчета подобия

заведующего кафедрой / начальника структурного подразделения

Заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения заявляет, что ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Ведищев А.А

Название: "Разработка конструкции кривошипно-шатунного механизма дизельного ДВС эффективной мощностью 160 кВт

Координатор: Бейбит Мырзахметов

Коэффициент подобия 1:3.8

Коэффициент подобия 2:0.3

Замена букв:1

Интервалы:0

Микропробелы:0

Белые знаки:0

После анализа отчета подобия заведующий кафедрой / начальник структурного подразделения констатирует следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, работа признается самостоятельной и допускается к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, работа не допускается к защите.

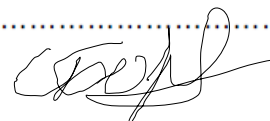
Обоснование:

Обнаруженные заимствования не обладают признаками плагиата.

.....
.....
.....
.....
.....

05.06.2021 г.

.....
.....



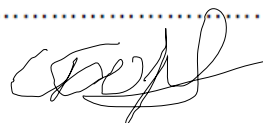
Дата

Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

Окончательное решение в отношении допуска к защите, включая обоснование:

Дипломный проект допускается к защите

05.06.2021 г.



Дата

Подпись заведующего кафедрой /
начальника структурного подразделения

**ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

на дипломный проект _____
(наименование вида работы)

Ведищев Артем
(Ф.И.О. обучающегося)

5В072400 – Технологические машины и оборудование _____
(шифр и наименование специальности)

Тема: **Разработка конструкции кривошипно-шатунного механизма ДВС эффективной мощностью 160кВт**

Тема дипломного проекта вызвана актуальностью вопросов повышения технико-экономических и экологических показателей дизельных ДВС, широко применяемых в нефтегазовой отрасли в качестве приводов широкой номенклатуры технологических машин и приводов ДГУ. Столь широкое применение дизельных ДВС связано с их высокой топливной экономичностью, высоким крутящим моментом и высокой приемистостью к приему и резким изменениям нагрузки. Современные дизеля оснащаются электронными системами управления впрыском топлива, системами контроля параметров топливно-воздушной среды, системами нейтрализации токсичных компонентов в отработавших газах и пр.

В соответствии с индивидуальным заданием на дипломное проектирование предполагалось спроектировать основной механизм дизельного ДВС заданной мощности, учитывающий все современные тенденции в двигателестроении. Наибольшее внимание в процессе расчетного проектирования двигателя уделялось расчету основных параметров рабочего цикла и анализу эффективности по индикаторной диаграмме.

В результате предпроектного анализа методик расчета индикаторных показателей ДВС автором установлено, что одним из эффективных решений проблемы повышения эффективности может быть применение электронных систем управления впрыском топлива, позволяющих оптимизировать рабочий процесс с наиболее высокой эффективностью.

При работе над диссертацией дипломант проявил некоторую недисциплинированность, проявляющуюся в несвоевременном выполнении отдельных разделов дипломного проекта, затягивании сроков представления и пр. Однако, немалыми усилиями дипломный проект был представлен к защите в последний момент. В процессе работы им приобретены навыки решения реальной инженерной задачи, связанной с расчетом и проектированием ДВС. Этому способствовала его профессиональная подготовка при изучении профильной дисциплины и некоторый его практический опыт.


В целом, содержание разделов дипломного проекта логически последовательно, обладает внутренним единством и направленностью на решение поставленной задачи.

Дипломант Ведищев А. обладает удовлетворительными навыками и умениями для решения практических инженерных задач и может успешно осуществлять профессиональную деятельность в составе команды исполнителей.

Дипломный проект Ведищева А. по содержанию и оформлению соответствует требованиям нормативных документов, и может быть допущен к защите для присвоения квалификации «Бакалавр техники и технологий».

Научный руководитель
канд. техн. наук, профессор
(должность, уя. степень, звание)

Б.А. Мырзахметов

(подпись)  2021 г.