Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: Директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 27.10.2023 14:57:09
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Московский политехнический университет»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Кафедра «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики»

Д.В. Апелинский

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Учебно-методические рекомендации
к выполнению курсового проекта по дисциплине
«Конструирование и расчет ДВС»

Направление подготовки: 13.03.03 “Энергетическое машиностроение”
Образовательная программа: «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики»

Текстовое электронное издание

Москва
2022

УДК 621.43(075.8)
ББК31.365я73
К43

Одобрено учебно-методической комиссией транспортного факультета

Рецензенты:
А.А. Лизунов; к.т.н., директор ООО «Мотор Техника».
Р.А. Малеев, к.т.н., профессор кафедры «Электрооборудование и промышленная электроника» Московского Политеха.

Апелинский, Д.В.
А 90 Проектирование автомобильных двигателей: учебно-методические рекомендации к выполнению курсового проекта по дисциплине «Конструирование и расчет ДВС» для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавриата 13.03.03 «Энергетическое машиностроение», профиль «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики» / Д.В. Апелинский. –Москва: Московский Политех, 2022 – 1 CD-R. Загл. с титул. экрана. – Текст: электронный.
ISBN 978-5-2760-2668-8.

Приведены необходимые исходные данные по расчету автотракторных двигателей, указаны объем и сроки выполнения, а также необходимые справочные данные. Последовательно изложены методики расчета и построения графической части проекта, а также основные сведения по расчету двигателей и их систем.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавриата 13.03.03 «Энергетическое машиностроение», профиль «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики».

УДК 621.43.068.3(075.8)
ББК 31.354я73

Системные требования: PC-совместимый процессор 1,3 ГГц и выше. Оперативная память (RAM): 256 Мб. Необходимо на винчестере: 350 Мб. Операционные системы: Windows, Mac OS. Видеосистема: разрешение экрана 1024x768. Дополнительные программные средства: Adobe Acrobat Reader 9 и выше.

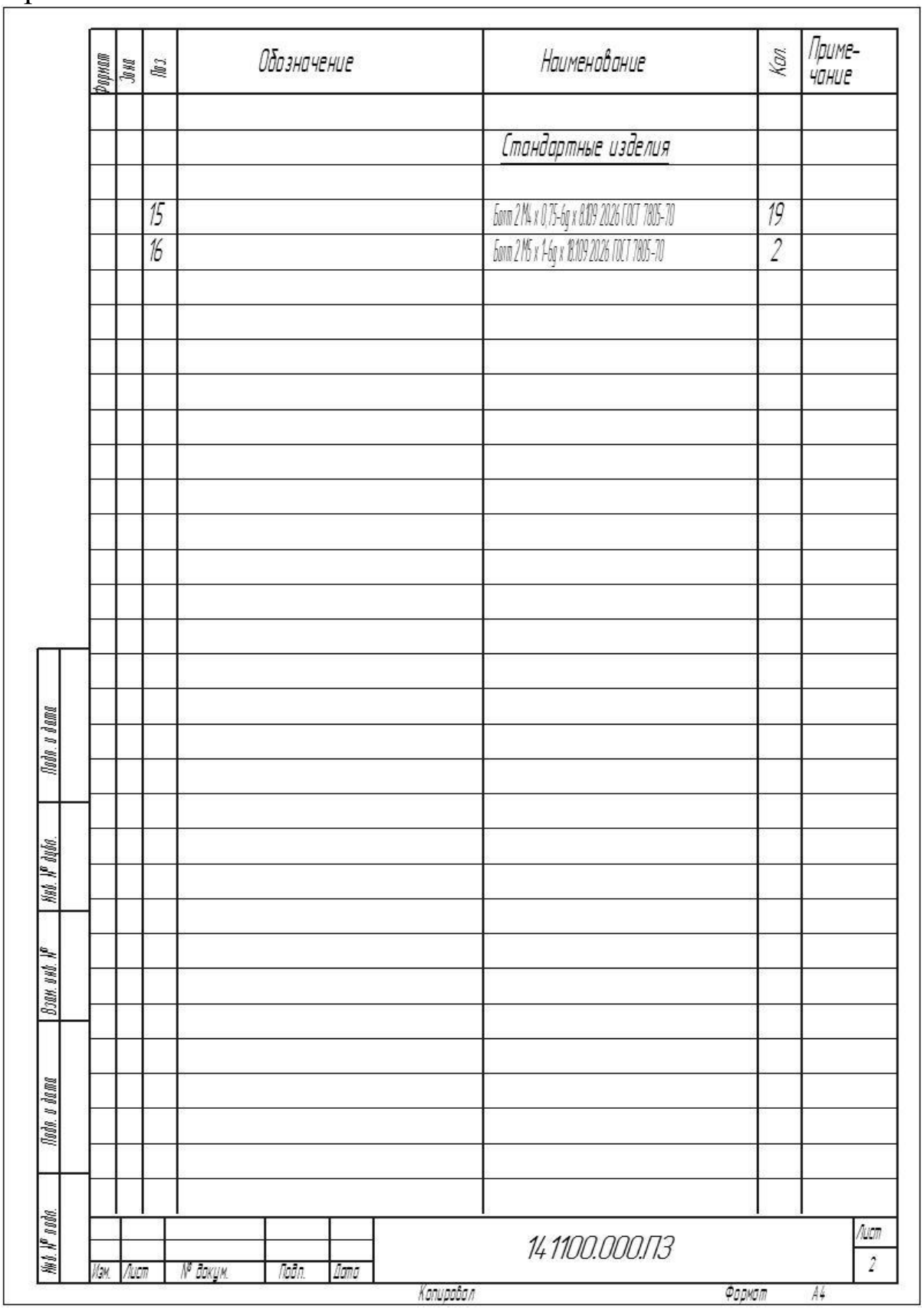
ISBN 978-5-2760-2668-8

© Апелинский Д.В., 2022
© Московский Политех, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 6
1. Тематика курсового проекта 7
2. Этапы курсового проектирования 8
3. Структура и объем курсового проекта 9
4. Содержание пояснительной записки и графических листов . 10
4.1. Титульный лист пояснительной записки 11
4.2. Задание на курсовой проект 11
4.3. Аннотация 12
4.4. Оглавление (содержание) 12
4.5 Введение 12
4.6 Выбор исходных параметров проектируемого двигателя . 13
4.7 Мощностной баланс автомобиля (трактора) 20
4.8 Тепловой расчет двигателя 25
4.9 Динамический расчет двигателя 27
4.10 Расчет на прочность деталей кривошипно-шатунного механизма 28
4.11 Расчет механизма газораспределения и систем двигателя 34
4.12 Оценка технического уровня спроектированного двигателя 36
4.13 Заключение 36
4.14 Список использованных источников 37
4.15 Приложения 38
5. Требования к оформлению курсового проекта 38
5.1 Общие требования 38
5.2 Оформление заголовков 39
5.3 Правила оформления ссылок на использованные источники 40
5.4. Рекомендации по оформлению графической части курсового проекта 41
5.5. Защита курсового проекта 42
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 43
Приложение А 44
Приложение Б 45
Приложение В 47
Приложение Г 48

Приложение Д 49
Приложение Е 51
Приложение Ж 52



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Стандартные изделия		
		15		Болт 2М4 х 0.75-6g х 8.109.2026 ГОСТ 7805-70	19	
		16		Болт 2М5 х 1-6g х 18.109.2026 ГОСТ 7805-70	2	

Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	14.1100.000.ПЗ	Лист 2

Копировал Формат А4

Приложение З 53

Приложение И.....56

ВВЕДЕНИЕ

В настоящих учебно-методических рекомендациях изложены методы конструирования и расчета автотракторных двигателей в объеме, необходимом для курсового проектирования ДВС.

Рассмотрены вопросы теплового расчета двигателя. Итогом такого расчета является построение индикаторной диаграммы давления газов в цилиндре двигателя. Приводится динамический расчет кривошипно-шатунного механизма и рассматриваются мероприятия, необходимые для уравновешивания двигателя. Рассматривается методика конструктивной разработки двигателя, прочностной расчет его отдельных элементов, а также расчет систем двигателя. Приведена необходимая справочная информация, обеспечивающая работу над проектом.

Методические указания устанавливают единые требования к организации и проведению курсового проектирования, к содержанию, оформлению и оценке курсовых проектов. Указания предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавриата 13.03.03 «Энергетическое машиностроение», профиль «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики». Определяют особенности курсового проектирования и являются обязательными для профессорско-преподавательского состава кафедры и студентов.

Основными задачами курсового проектирования являются:

- выработка навыков творческого мышления и умения применять технико-экономически обоснованные решения инженерных задач, воспитание ответственности за качество принятых решений;
- закрепление ранее полученных знаний;
- формирование профессиональных навыков самостоятельной деятельности будущего специалиста;
- применение современных расчетно-аналитических методов оценки, сравнения, выбора и обоснования предлагаемых проектных решений;
- самостоятельное выполнение расчетов конструктивного характера с использованием современных информационных технологий;
- оформление проектных материалов (четкое, ясное, технически

грамотное и качественное изложение расчетно-пояснительной записки и оформление графического материала проекта);

- развитие навыков работы со специальной и нормативной литературой, применения норм проектирования, методик расчетов типовых проектов, стандартов и других нормативных материалов.

1. Тематика курсового проекта

Выбор темы курсового проекта целесообразно проводить с учетом ее использования для выполнения выпускной квалификационной работы. Студент вправе предложить свою тему исследования, если она соответствует программе дисциплины «Конструирование и расчет ДВС» предварительно согласовав ее с преподавателем, читающим курс лекции.

Выбор варианта курсового проекта в соответствии с номером зачетной книжки

	Последняя цифра зачетной книжки										
Предпоследняя цифра зачетной книжки		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0	14	13	15	13	11	6	7	5	3	1
	1	6	14	12	10	12	9	8	6	4	2
	2	1	3	5	7	9	11	13	15	14	12
	3	2	4	6	8	10	12	14	16	13	2
	4	7	15	13	11	5	7	1	3	19	5
	5	8	1	2	16	14	12	10	8	6	4
	6	15	13	11	9	7	7	14	5	1	3
	7	14	2	4	12	10	8	6	24	16	8
	8	3	5	7	9	13	15	11	1	9	7
	9	4	6	8	10	16	2	12	8	15	14

Закрепление темы курсового проекта за студентом оформляется соответствующим распоряжением по кафедре в течение месяца после начала семестра и утверждается заведующим кафедрой после предварительного согласования с лектором. После выхода распоряжения тема курсового проекта изменению не подлежит.

Тема курсового проекта должна быть сформулирована так, чтобы в ней содержалась конкретная информация о типе двигателя (бензиновый, дизель...), его эффективной мощности, типе транспортного средства, для которого предназначен двигатель, об узле, подлежащем разработке.

Примеры тем курсового проекта:

1. Разработать рядный четырёхцилиндровый бензиновый двигатель с непосредственным впрыскиванием для легкового автомобиля среднего класса

Ne=105кВт, n=5700 мин-1

2. Разработать рядный четырёхцилиндровый бензиновый двигатель для легкового автомобиля среднего класса

Ne=95кВт, n=5700 мин-1

3. Разработать рядный четырёхцилиндровый бензиновый двигатель для легкового автомобиля малого класса

Ne= 85 кВт, n= 6200 мин-1

4. Разработать рядный четырёхцилиндровый бензиновый двигатель для легкового автомобиля малого класса

Ne= 90 кВт, n= 6000 мин-1

5. Разработать рядный четырёхцилиндровый бензиновый двигатель для легкового автомобиля малого класса

Ne= 90 кВт, n= 5700 мин-1

2. Этапы курсового проектирования

Курсовое проектирование двигателя внутреннего сгорания должно состоять из четырех этапов.

На первом этапе проектирования изучаются и уточняются исходные данные проекта, подбирается необходимый материал,

анализируются конструктивные особенности прототипа и условия эксплуатации проектируемого двигателя, производится обоснование выбора дополнительных исходных данных для проектирования.

На втором этапе проектирования выполняются тепловой и динамический расчеты двигателя. Тепловой расчет дает возможность определить основные размеры цилиндропоршневой группы двигателя (диаметр и ход поршня); выявляет основные мощностные и экономические показатели его работы. Динамический расчет определяет силы, действующие в кривошипно-шатунном механизме, и характер их изменения.

Третий этап проектирования – компоновка двигателя, разработка механизмов, систем, узлов и деталей на основе конструктивных решений прототипа и с учетом новейших достижений в двигателестроении. При этом студент должен применить в проекте самостоятельные конструктивные решения одного-двух узлов или ответственных деталей.

Четвертый этап проектирования – заключительный. Основной его целью является проведение расчетов на прочность деталей кривошипно-шатунного механизма, газораспределительного механизма, а также расчетов систем смазывания, охлаждения, питания и пуска.

В проектно-конструкторских работах должны быть учтены современные направления в развитии автотракторного двигателестроения, способствующие повышению надежности и долговечности двигателя, снижению токсичности отработавших газов, расхода топлива и улучшению других технико-экономических показателей.

3. Структура и объем курсового проекта

После выхода приказа о темах студент должен согласовать со своим руководителем содержание и объем отдельных разделов работы, а также сроки их выполнения.

Проект включает в себя пояснительную записку формата А4 и графическую часть формата А1. Рекомендуемый объем

пояснительной записки составляет 70…90 страниц машинописного текста, напечатанного через 1,5 интервала (шрифт №14, Times New Roman Cyr), без учета списка использованной литературы, а также приложений, объем которых не ограничивается.

Текст пояснительной записки должен быть разграничен разделами (главами), в случае необходимости – пунктами и подпунктами. Введение следует считать первым разделом, заключение – последним. Аннотация не считается разделом и не нумеруется как раздел. Разделы (главы), пункты и подпункты должны иметь свое наименование и отражаться в оглавлении.

Для графической части оптимальным считается объем в 9-10 листов, при этом в случае необходимости допускается использование формата большего, чем А1.

4. Содержание пояснительной записки и графических листов

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части.

Пояснительная записка включает в себя:

- титульный лист;
- задание на курсовой проект;
- аннотацию;
- оглавление (содержание);
- введение;
- выбор исходных параметров проектируемого двигателя;
- мощностной баланс автомобиля (трактора);
- тепловой расчет двигателя;
- динамический расчет двигателя;
- расчет на прочность;
- расчет механизма газораспределения и систем двигателя;
- оценку технического уровня спроектированного двигателя;
- заключение;
- список использованных источников;

– приложения.

Графическая часть работы иллюстрирует мощностной баланс автомобиля (трактора), тепловой и динамический расчет двигателя, конструкцию спроектированного двигателя.

4.1. Титульный лист пояснительной записки

На титульном листе (см. приложение А) указывается тема курсового проекта, которая должна точно соответствовать теме, сформулированной в приказе ректора. Здесь же впоследствии расписываются сам студент, подтверждая свое авторство и свою ответственность за представленный в курсовом проекте материал, а также руководитель работы и нормоконтролер кафедры, выражая согласие считать работу отвечающей заявленной теме, выполненной на приемлемом уровне и оформленной в соответствии с требованиями ГОСТ. В заключение титульный лист подписывает заведующий (заместитель заведующего) кафедрой, который тем самым допускает студента к защите его работы на Государственной аттестационной комиссии.

4.2. Задание на курсовой проект

Задание на курсовой проект составляется на двух страницах (см. приложение Б). На первой странице указывается тема курсового проекта, сформулированная точно в соответствии с приказом ректора и подписанная руководителем и самим студентом. Подписи сторон означают согласие соответственно на руководство и выполнение курсового проекта с заявленной темой. Подпись заведующего (заместителя заведующего) кафедрой в верхней части первой страницы относится ко всему заданию, которое этой подписью утверждается и становится обязательным для всех сторон, подписавших его.

На второй странице задания приводится содержание графической части курсового проекта в виде перечня графических листов с указанием их точного названия и сроков исполнения. Эта страница подписывается студентом и руководителем в знак

согласия с содержанием и сроками исполнения графической части работы.

4.3. Аннотация

Аннотация описывает в самой сжатой форме содержание пояснительной записки, например:

«Представлена конструкция бензинового двигателя мощностью 90 кВт, спроектированного для легкового автомобиля малого класса определен мощностной баланс автомобиля, выполнены тепловой, динамический и прочностной расчеты двигателя, описаны конструкция, принцип действия и технология сборки разработанного для двигателя механизма изменения фаз газораспределения, предложены меры, позволяющие повысить экологическую безопасность автомобиля».

Еще один пример аннотации с указанием объема курсового проекта приведен в приложении В.

4.4. Оглавление (содержание)

В оглавлении приводятся наименования глав (разделов), пунктов и подпунктов пояснительной записки и их постраничное расположение в ней. Страницы записки должны быть для этого пронумерованы. Номера страниц вносятся в содержание после одобрения руководителем и консультантами всех разделов записки, т.е. в отсутствие вероятности каких-либо исправлений в тексте, которые могли бы вызвать изменение постраничного расположения разделов (пунктов, подпунктов).

Если разделы записки не именуются словом «глава», то рассматриваемый пункт 4.4 должен называться "содержание", а не "оглавление".

4.5 Введение

Введение должно отражать основные задачи, поставленные действующим законодательством и практикой эксплуатации

перед автомобильным транспортом (тракторным парком), и вытекающие из них главные направления развития двигателестроения, призванные обеспечить высокий технический уровень подвижного состава. Во введении следует показать необходимость модернизации объекта, который мог бы служить прототипом проектируемого двигателя. В качестве прототипа обычно выбирают двигатель, устанавливаемый на отечественный автомобиль (трактор) соответствующего класса и стоящий на производстве в течение 5...10 лет, то есть двигатель, созданный во времена менее жестких требований к его технико - экономическим показателям и меньших технологических возможностей автомобильной (тракторной) промышленности, чем те, что определяют качество конструкции двигателя в настоящее время.

Во введении следует указать также возможные пути и конкретные решения, позволяющие спроектировать двигатель заданного класса на современном уровне.

В случае если компоновочная схема отечественного двигателя не устраивает студента, он вправе выбрать в качестве прототипа двигатель, устанавливаемый на автомобиль зарубежного производства.

4.6 Выбор исходных параметров проектируемого двигателя

Данный раздел содержит обоснование общей конструкции спроектированного двигателя, которая связана в первую очередь с его компоновочной схемой - расположением и числом цилиндров.

Компоновочная схема проектируемого двигателя, как указывалось, должна быть аналогичной схеме двигателя – прототипа или близкой к этой схеме. Необходимо обосновать выбор такой схемы, указав ее достоинства. Следует также перечислить недостатки выбранной схемы и объяснить, как будут смягчены негативные последствия, вызванные этими недостатками.

Наиболее распространены рядные конструкции с числом цилиндров до шести, V-образные двигатели встречаются почти в три раза реже. Совсем редко используются оппозитные и W-образные компоновочные схемы. Достоинства и недостатки основных компоновочных схем указаны в таблице 1.

Таблица 1

Схема компоновки двигателя	Достоинства	Недостатки
Однорядная: вертикальная, горизонтальная, наклонная (число цилиндров 2-6)	Простота конструкции, технологии изготовления и обслуживания двигателя.	Значительные габаритные размеры двигателя (особенно по длине), пониженная жесткость блока цилиндров и коленчатого вала, повышенная масса двигателя.
V-образная (число цилиндров 4-12)	Уменьшение габаритов и массы двигателя, увеличение жесткости блока цилиндров и коленчатого вала, повышение надежности двигателя.	Усложнение конструкции и технологии изготовления, повышение стоимости двигателя, усложнение технического обслуживания и ремонта.
Оппозитная (число цилиндров 4-8)	Уменьшение габаритов блока цилиндров в вертикальном направлении, снижение массы двигателя, увеличение жесткости коленчатого вала, повышение надежности двигателя.	Повышение стоимости двигателя вследствие усложнения конструкции и технологии изготовления, усложнение технического обслуживания и ремонта.
W-образная (число цилиндров 6-8)	Уменьшение габаритов и массы двигателя, увеличение жесткости блока цилиндров и коленчатого вала, повышение надежности двигателя.	Увеличение стоимости двигателя вследствие повышенной сложности конструкции и технологии изготовления, усложнение технического обслуживания и ремонта.

При выборе числа цилиндров следует иметь в виду, что с его увеличением повышаются равномерность крутящего момента и равномерность хода двигателя, уменьшается требуемая масса маховика, облегчается пуск двигателя, снижаются динамические

нагрузки на детали кривошипно - шатунного механизма (КШМ) и, соответственно, повышаются возможности форсирования двигателя по частоте вращения. Увеличение числа цилиндров может также во многих случаях улучшить реальную уравновешенность двигателя благодаря, в частности, уменьшению амплитуды колебаний суммарного реактивного (опрокидывающего) момента, создаваемого двигателем.

Оборотной стороной увеличения числа цилиндров являются повышенные механические потери, худшие топливно-экономические показатели двигателя, опасность увеличения крутильных колебаний коленчатого вала.

Количество цилиндров в большой степени зависит от литража (рабочего объема) двигателя, который для проектируемого двигателя определяется по результатам теплового расчета. В свою очередь тепловой расчет производится с учетом особенностей конструкции двигателя, от которых зависят значения многих параметров и коэффициентов в этом расчете. В связи с этим тепловой расчет должен выполняться, а затем и уточняться параллельно с собственно конструированием двигателя.

К числу важнейших параметров, характеризующих конструкцию двигателя, относятся также средняя скорость поршня, частота вращения коленчатого вала, отношение хода поршня к диаметру цилиндра, сами ход поршня и диаметр цилиндра. Некоторые из этих параметров следует задать, другие должны быть определены.

Средняя скорость поршня определяет быстроходность двигателя, которая характеризует его конструкцию с точки зрения тепловой и динамической напряженности.

Напряжения растяжения, сжатия, изгиба и кручения, вызываемые в деталях двигателя силами инерции, пропорциональны квадрату средней скорости поршня. Тепловая напряженность деталей двигателя так же зависит от средней скорости поршня, величина которой поэтому подлежит ограничению. С другой стороны, чем выше принятая скорость поршня, тем большим может быть значение номинальной частоты вращения вала двигателя и тем, следовательно, большей будет литровая мощность двигателя. Это объясняет стремление конструктора установить верхнюю планку средней скорости

поршня на максимально возможном уровне. Последний принимается с учетом типа и назначения двигателя, качества используемых в двигателестроении материалов, точности изготовления и сборки двигателя, качества применяемых масел и характеризуется значениями, указанными в таблице 2.

Таблица 2

Тип и назначение двигателя	Средняя скорость поршня на режиме максимальной мощности, м/с
Двигатель с искровым зажиганием для легкового автомобиля	12...20
Двигатель с искровым зажиганием для грузового автомобиля	9...16
Автомобильный дизель	7...13
Тракторный дизель	6...11

Установив для проектируемого двигателя предельное значение средней скорости поршня, студент должен учитывать это ограничение при выборе других параметров двигателя.

Частота вращения коленчатого вала непосредственно влияет на литровую мощность двигателя, поэтому на протяжении длительного времени существовала тенденция повышения ее значений.

Однако с увеличением частоты вращения возрастают инерционные силы в КШМ, ухудшается наполнение цилиндров, повышается износ деталей и узлов двигателя, снижается срок его службы. В связи с этим значения номинальной частоты вращения стабилизировались (см. таблицу 3), и форсирование двигателей в настоящеее время осуществляется в основном с помощью наддува.

Таблица 3

Тип и назначение двигателя	Номинальная частота вращения, мин-1
Двигатель с искровым зажиганием для легкового автомобиля	5000...7000
Двигатель с искровым зажиганием для грузового автомобиля	4000...6000
Дизель для легкового автомобиля	3500...4500

Дизель для грузового автомобиля	2000...3200
Тракторный дизель	1500...2500

Отношение хода поршня к диаметру цилиндра (S/D) - параметр, непосредственно связанный со скоростью поршня. В высокооборотных двигателях значение *S/D* целесообразно снижать до определенного предела для получения умеренной скорости поршня, повышения механического КПД, снижения износа поршневых колец, уменьшения размеров в направлении оси цилиндра и повышения жесткости коленчатого вала. Последнее достигается за счет увеличения перекрытия шатунных и коренных шеек вследствие уменьшения радиуса кривошипа. При меньших значениях *S/D* улучшаются условия размещения клапанов и создаются предпосылки для увеличения их размеров.

Однако с уменьшением *S/D* возрастают нагрузки на детали КШМ от газовых сил и сил инерции, не наблюдается снижения износа зеркала цилиндров (зависит, главным образом, от частоты вращения вала), в рядных двигателях увеличивается длина двигателя, а нередко и его масса.

Низкие значения *S/D* целесообразны в V - образных и оппозитных двигателях, которые получаются в этом случае более компактными. Наименьшие значения *S/D* (до 0,7) характерны для бензиновых двигателей такой компоновки; у дизелей всегда *S/D* > 0,9 , так как чрезмерное уменьшение этого параметра приводит к ухудшению процесса смесеобразования в них.

Из конструктивных параметров и особенностей двигателя, подлежащих обоснованию, отметим еще степень сжатия двигателя, число клапанов на цилиндр, тип камеры сгорания, наличие наддува и его особенности, фазы газораспределения и наличие механизма изменения этих фаз, а также все неординарные конструктивные решения (например, воздушную систему охлаждения двигателя).

Степень сжатия – один из важнейших термодинамических параметров двигателя. С увеличением степени сжатия растут термический, индикаторный и эффективный КПД двигателя, однако чем больше степень сжатия, тем слабее влияет она на КПД двигателя, тем больше нагрузки на детали КШМ, выше вероятность детонации (в бензиновом двигателе). Степень сжатия дизеля, где от нее зависит надежность самовоспламенения

топлива, выбирают в зависимости от способа смесеобразования, марки применяемого топлива, материалов деталей цилиндро-поршневой группы и типа системы охлаждения с учетом формы камеры сгорания, степени наддува дизеля и его быстроходности.

При выборе степени сжатия бензинового двигателя учитывают октановое число применяемого бензина, форму камеры сгорания и расположение свечи зажигания, место впрыскивания топлива, наличие и степень наддува, диаметр цилиндра, тип системы охлаждения.

Число клапанов на цилиндр в современных двигателях чаще всего равно 4. Тем не менее двухклапанная схема, уступающая четырехклапанной по наполнению цилиндров двигателя при высокой частоте вращения вала, удерживает определенные позиции благодаря простоте конструкции, меньшей суммарной массе клапанов, лучшему наполнению цилиндров на низких частотах вращения и благоприятному протеканию кривой крутящего момента по внешней скоростной характеристике двигателя. К тому же достоинства двухклапанной схемы можно удачно сочетать с наддувом двигателя или с регулированием механизма газораспределения для формирования необходимой характеристики крутящего момента.

Тип камеры сгорания оказывает большое влияние на протекание рабочих процессов в цилиндрах двигателя, особенно в дизелях. Тип камеры сгорания во многом определяет конструкцию поршня и головки цилиндров, а также способ смесеобразования. Так, например, объемное смесеобразование в дизелях, обусловливающее их наибольшую экономичность, осуществляется с помощью неразделенных камер сгорания. Полузакрытые камеры сгорания дизелей позволяют реализовать в них объемно-пленочное и пристено-пленочное смесеобразование, обеспечивающее более мягкую работу двигателя по сравнению с объемным смесеобразованием.

В бензиновых двигателях с четырьмя клапанами на цилиндр применяется шатровая камера сгорания. В двигателях с двумя клапанами на цилиндр возможны также полисферическая, полусферическая, клиновая, полуклиновая и плоскоовальная камеры сгорания. Выбор типа камеры сгорания связан в таких

двигателях обусловлен в первую очередь расположением клапанов и свечи зажигания.

Наличие наддува (в дизелях - обязательное) обеспечивает форсирование двигателя и улучшение его удельных энергетических показателей и массо-габаритных параметров. Для дизеля оптимальным является турбонаддув, позволяющий, кроме указанных возможностей, снизить удельный эффективный расход топлива, жесткость работы двигателя и излучаемый им шум, уменьшить содержание токсичных компонентов в отработавших газах и предотвратить значительное снижение мощности двигателя при работе в высокогорных условиях. Дизели без наддува, имея намного более скромные показатели, в настоящее время уже не проектируются. Альтернативой дизелю с турбонаддувом является только турбокомпаундный двигатель, то есть дизель с турбокомпрессором и силовой турбиной, вал которой связан с коленчатым валом двигателя. Такая конструкция, однако, будучи сложной, целесообразна только для дизелей тяжелых грузовиков и тракторов.

В бензиновых двигателях применяют и турбонаддув, и наддув механический; возможен и комбинированный наддув. У каждого из них есть достоинства и недостатки, которые, как указывалось, студент должен рассмотреть, обосновывая свой выбор (среди недостатков – отбор мощности от коленчатого вала на привод нагнетателя при механическом наддуве и экстремально высокая температура выпускных газов двигателя, направляемых на колесо турбины, при турбонаддуве).

Наддув дает возможность создать двигатель с заданной формой кривой крутящего момента на внешней скоростной характеристике двигателя. Потребностям наземных транспортных средств хорошо отвечает кривая крутящего момента двигателя, которая включает участок постоянного крутящего момента, начиная с минимально возможной для этого частоты вращения, переходящий в участок постоянной мощности при частотах вращения выше средних (вплоть до номинальной).

Фазы газораспределения в большой степени определяют наполнение цилиндров и потери индикаторной работы на осуществление газообмена в двигателе. От наполнения цилиндров, в свою очередь, зависит характер протекания кривой

крутящего момента на внешней скоростной характеристике двигателя.

Так, например, увеличенный угол опаздывания закрытия впускного клапана при высокой частоте вращения способствует интенсивной дозарядке и хорошему наполнению цилиндров, обеспечивая высокие значения крутящего момента и мощности двигателя на номинальном режиме. Последний к тому же перемещается при этом в область б*о*льших значений частоты вращения. Однако при малых и средних частотах вращения такой увеличенный угол приводит к обратному выбросу и, соответственно, недостаточному наполнению цилиндров, обусловливая тем самым снижение величины крутящего момента на этих режимах.

Фазы газораспределения устанавливают, таким образом, с учетом назначения транспортного средства, используя при этом данные двигателей - аналогов. При выборе фаз следует учитывать особенности конструкции проектируемого двигателя, прямо влияющие на наполнение: наличие механизма изменения фаз, использование настроенных систем впуска и выпуска, количество клапанов на цилиндр, возможность управления высотой подъема клапанов, наличие и вид наддува, обеспечение продувки камер сгорания.

В частности, продувка камер сгорания наддувочным воздухом, возможная в дизелях и бензиновых двигателях с впрыскиванием бензина непосредственно в цилиндры, требует существенного увеличения угла перекрытия клапанов (до 140° поворота коленчатого вала при высоком наддуве), что должно быть предусмотрено назначенными фазами газораспределения.

4.7 Мощностной баланс автомобиля (трактора)

Как правило, мощностной баланс составляется с целью определения мощности двигателя, необходимой для обеспечения движения автомобиля с заданной максимальной скоростью, и подтверждения достаточной его «приемистости».

Если мощность двигателя, как в нашем случае, назначена техническим заданием, мощностной баланс позволяет установить максимальную скорость транспортного средства и оценить его

«приемистость». Попутно решается задача по определению передаточного числа главной передачи трансмиссии.

Мощностной баланс автомобиля представляет собой график, на котором изображается мощностная характеристика автомобиля на всех передачах прямого хода и суммарная мощность сопротивления качению и аэродинамического сопротивления при равномерном движении на асфальтовом или асфальтобетонном шоссе. Кривую, выражающую суммарную мощность сопротивления при движении на грунтовой дороге, строить не обязательно, однако студенту необходимо знать, как она протекает на графике мощностного баланса.

Мощностная характеристика автомобиля выражает зависимость мощности на ведущих колесах автомобиля от скорости его движения. При этом мощность на ведущих колесах определяют по внешней скоростной характеристике двигателя, учитывая потери в трансмиссии, а скорость автомобиля вычисляют с учетом передаточных чисел главной передачи и включенной передачи в коробке передач.

Для легкового автомобиля и междугородного автобуса целесообразно, чтобы максимальная скорость достигалась при работе двигателя на режиме максимальной мощности и на наиболее часто используемой при движении передаче. КПД такой передачи должен быть максимально возможным. Этому условию отвечает прямая передача, а в случае ее отсутствия – передача, передаточное число которой наиболее близко к единице. Принимая во внимание эти обстоятельства, находят передаточное число главной передачи трансмиссии.

Полученное значение передаточного числа главной передачи необходимо проверить на «приемистость» автомобиля при движении его на передаче, на которой достигается максимальная скорость. Наиболее объективным показателем «приемистости» является величина максимального динамического фактора при движении на этой передаче по асфальтовому горизонтальному шоссе. Принято считать, что этот максимальный динамический фактор должен составлять не меньше 0,05.

Максимальный динамический фактор имеет место при работе двигателя на режиме максимального крутящего момента, поэтому сначала по частоте вращения коленчатого вала на этом режиме

определяют соответствующую скорость автомобиля, затем последовательно вычисляют условную силу тяги на ведущих колесах, силу аэродинамического сопротивления и значение искомого фактора.

Если условие «приемистости» не выполняется, можно несколько увеличить значение передаточного числа главной передачи, но лучше внести изменения в конструкцию или настройки двигателя с целью повышения запаса его крутящего момента.

Для грузовых автомобилей, для которых двигатель выбирается из условия движения с так называемой номинальной скоростью, «приемистость» обеспечивается превышением "номинальной" мощности над минимальной.

Номинальной скоростью грузового автомобиля называется основная рабочая скорость движения при выполнении им транспортной работы. В настоящее время большинство производителей грузовых автомобилей считают такой скоростью 80 км/час. Мощность, необходимая для равномерного движения с этой скоростью, называется минимальной. Двигатель развивает эту мощность при неполной цикловой подаче топлива.

Мощность, которую может развить двигатель грузового автомобиля при полной цикловой подаче топлива при движении с номинальной скоростью, называется то же "номинальной". При этой скорости, чтобы водитель мог чувствовать себя уверенно, автомобиль должен обладать некоторым запасом мощности и (если последнего все же недостаточно) возможностью сохранить скорость при переходе на понижающую передачу, а для этого необходим запас по частоте вращения коленчатого вала. Отсюда общепризнанными являются следующие требования к двигателю грузового автомобиля: "номинальная" мощность для одиночного грузовика должна превышать минимальную мощность не менее, чем на 30%, а для автопоезда – не менее, чем на 50%; частота вращения коленчатого вала, соответствующая номинальной скорости, должна составлять 60% от частоты вращения, при которой достигается максимальная мощность.

Последнее требование позволяет однозначно определить передаточное число трансмиссии при движении с номинальной скоростью. Поскольку номинальная скорость предполагает

включенной прямую передачу в коробке передач (и раздаточной коробке), то найденное передаточное число будет относиться к главной передаче трансмиссии.

Учитывая по-прежнему соотношение частот вращения, отвечающих номинальной скорости автомобиля и максимальной мощности двигателя, и зная из теплового расчета двигателя значения среднего эффективного давления для этих частот вращения, вычисляют "номинальную" мощность и проверяют, удовлетворяет ли ее величина указанным выше требованиям.

В случае, если эти требования не выполняются, следует внести изменения в конструкцию или настройки двигателя для повышения запаса его крутящего момента.

Для городских автобусов двигатель выбирается непосредственно из условия обеспечения заданной «приемистости», которая здесь характеризуется, согласно правилам ЕЭК ООН, ускорением 1 м/с^2 при скорости транспортного средства 50 км/час. Мощностной баланс в данном случае должен выражать это условие, связывая необходимую мощность двигателя с массой транспортного средства и его ускорением.

Поскольку при разгоне автобуса максимальная мощность двигателя реализуется на скорости 50 км/час, то этой скорости должна соответствовать частота вращения коленчатого вала двигателя, отвечающая такой мощности. Отсюда однозначно определяется передаточное число трансмиссии, необходимое для движения автобуса в заданном режиме ускорения. Оценив по прототипу транспортного средства с помощью найденного значения передаточного число включенной передачи коробки передач автобуса, можно теперь уточнить передаточное число его главной передачи.

При известном значении передаточного числа главной передачи трансмиссии мощностой баланс, составленный для условий движения без ускорения по горизонтальному шоссе, позволит проверить достаточность мощности двигателя для достижения автобусом максимальной разрешенной скорости, которая по современному законодательству равна 90 км/час.

Для тракторов сельскохозяйственного назначения двигатель выбирается из условия обеспечения номинального тягового усилия трактора в соответствии с его классом.

Под номинальным тяговым усилием понимается усилие, которое трактор развивает на стерне средней плотности при нормальной влажности почвы (от 8 до 18%) в зоне максимального значения тягового КПД при эксплуатационной массе, предусмотренной технической характеристикой (для колесных тракторов - с балластным грузом) при предельных значениях буксования: 18% и 16% для колесных тракторов соответственно с двумя и четырьмя ведущими колесами, 5% для гусеничных тракторов.

Одним из требований, предъявляемых к машино-тракторному агрегату технологическим процессом обработки почвы, является поддержание постоянной рабочей скорости трактора. Это требование с учетом возможных колебаний силы сопротивления движению агрегата обусловливает необходимость работы двигателя на регуляторной ветви его внешней скоростной характеристики с редким выходом на саму внешнюю характеристику в случае большой перегрузки двигателя. Отсюда следует, что мощностной баланс трактора должен подтвердить достаточность заданной мощности двигателя при неполном ее использовании для создания трактором номинального тягового усилия при движении агрегата с регламентированной рабочей скоростью.

Каждому классу тракторов отвечает некоторый диапазон значений номинального тягового усилия, поэтому мощностной баланс позволяет одновременно уточнить конкретную величину этого усилия для выбранного значения коэффициента использования мощности двигателя при работе на регуляторной ветви его внешней скоростной характеристики.

Таким образом, мощностной баланс легкового автомобиля и междугородного автобуса должен установить максимальную скорость транспортного средства и максимальный динамический фактор на передаче, на которой достигается эта скорость; для грузового автомобиля мощностной баланс позволяет оценить превышение "номинальной" мощности над минимальной; для городских автобусов с помощью мощностного баланса

проверяются возможности двигателя по регламентированному ускорению транспортного средства при регламентированной скорости, а также по достижению им максимальной разрешенной скорости; мощностной баланс трактора определяет конкретное значение номинального тягового усилия, которое должно отвечать заявленному классу трактора.

Результаты рассмотрения мощностного баланса должны быть отражены в резюме по данной части расчетно-пояснительной записки, где им должна быть дана со стороны студента соответствующая оценка.

Мощностной баланс иллюстрируется первым листом графической части курсового проекта. Для автомобиля в нем изображают в виде графиков мощность сопротивления движению транспортного средства и мощность, подводимую к колесам со стороны двигателя при полной подаче топлива. Для трактора мощностной баланс обычно сводят к балансу сил сопротивления и движущих сил, приложенных к ведущим колесам или гусеницам трактора, поэтому содержанием первого листа, в таком случае, является тяговый баланс трактора.

4.8 Тепловой расчет двигателя

Тепловой расчет двигателя выполняется для режима его номинальной мощности.

В качестве исходных данных для выполнения теплового расчета задаются или предварительно выбираются необходимые конструктивные и регулировочные параметры двигателя, а также указываются некоторые конструктивные особенности, наличие которых может повлиять либо на выбор первичных параметров, либо на показатели, получаемые на различных этапах расчета.

Тепловой расчет проектируемого двигателя выполняется для нескольких значений частоты вращения коленчатого вала в диапазоне от минимальной устойчивой частоты до номинального ее значения при условии полной подачи топлива. Расчет позволяет определить давление и температуру рабочего тела в цилиндрах, необходимые при динамическом и прочностном расчетах двигателя, построить внешнюю скоростную характеристику, определить рабочий объем двигателя, диаметр цилиндра и ход

поршня, вычислить параметры цикла, характеризующие технический уровень двигателя.

При выполнении теплового расчета, как указывалось, необходимо иметь в виду конструктивные особенности проектируемого двигателя, его исходные конструктивные параметры, рассмотренные в пункте 4.6. С учетом этих и других особенностей для теплового расчета принимаются также значения:

- коэффициента избытка воздуха;
- давления остаточных газов;
- температуры подогрева свежего заряда;
- суммарного коэффициента сопротивления впускной системы и затухания скорости заряда в клапанной щели;
- коэффициента дозорядки;
- адиабатического КПД компрессора;
- тепловой эффективности охладителя наддувочного воздуха;
- коэффициента использования теплоты на участке видимого сгорания;
- степени повышения давления (в дизеле);
- среднего давления механических потерь.

Каждое выбранное значение должно быть обосновано и подтверждено ссылкой на публикации; при этом следует ориентироваться на лучшие образцы аналогичных существующих двигателей, стараясь обеспечить вновь создаваемому двигателю самые современные показатели.

Особое внимание следует обратить на правильность и точность получаемых результатов, так как ошибка в подсчете одного из параметров может повлечь за собой искажение всего расчета. Поэтому на каждом этапе расчета необходимо сопоставлять полученные данные с аналогичными параметрами двигателей подобного типа.

Тепловому расчету посвящается второй лист графической части курсового проекта, в котором в виде графиков изображаются зависимости принятых и рассчитанных параметров рабочего цикла от частоты вращения коленчатого вала и строится внешняя скоростная характеристика двигателя. Последняя отображает характер изменения эффективных мощности двигателя, его крутящего момента и удельного расхода топлива, а также часового

расхода топлива по оборотам коленчатого вала при полной нагрузке.

4.9 Динамический расчет двигателя

Основной задачей динамического расчета является определение суммарных сил и моментов, действующих в КШМ, и характера их изменения по углу поворота коленчатого вала (ПКВ) в течение одного рабочего цикла. Знание величин этих сил необходимо для выполнения расчета на прочность и износ основных деталей, а также для определения неравномерности крутящего момента и степени неравномерности хода двигателя.

Динамический расчет выполняется для режима максимальной мощности и включает в себя получение и построение на листах графической части следующих данных:

- индикаторной диаграммы силы давления газов в координатах *P-V* с учетом поправки Брикса и круговой диаграммы фаз газораспределения;
- развернутых по углу ПКВ диаграмм силы избыточного давления газов, силы инерции возвратно-поступательно движущихся масс и суммарной силы, действующей на поршень по оси цилиндра;
- графиков изменения по углу ПКВ тангенциальной и нормальной сил, действующих на кривошип со стороны шатуна;
- диаграммы суммарного индикаторного крутящего момента с вычислением среднего его значения;
- графиков набегающих крутящих моментов на коренные и шатунные шейки (по указанию руководителя).
- полярных диаграмм сил, действующих на шатунную и наиболее нагруженную коренную шейки, а также диаграмм этих сил, развернутых по углу ПКВ.
- теоретических диаграмм износа шатунной и коренной шеек с выбором месторасположения канала для подвода масла.

Размещение основных диаграмм на листах графической части аналогично принятому для курсового проекта по динамике двигателя, выполняемого студентами на седьмом семестре. При их построении следует учитывать, что на свернутой индикаторной

диаграмме давление отсчитывают от абсолютного нуля, а на развернутой показывают избыточное давление над поршнем.

В пояснительной записке по данному разделу нужно представить следующие материалы:

- исходные данные, полученные по результатам теплового расчета;
- таблицу масштабов сил, давлений и крутящего момента;
- порядок работы цилиндров;
- результаты расчета всех сил и моментов (в виде таблицы);
- расчет противовесов, установленных на продолжении щек коленчатого вала;
- степень неравномерности крутящего момента;
- степень неравномерности хода двигателя с оценкой махового момента маховика;
- анализ уравновешенности двигателя и при необходимости выбор способа устранения его неуравновешенности.

Для расчета силы инерции необходимо знать массу деталей, совершающих возвратно-поступательное движение. Для определения этой массы используют результаты взвешивания поршня и шатуна двигателя - прототипа или задаются величинами конструктивных масс этих деталей.

После определения среднего индикаторного крутящего момента двигателя следует сравнить его величину со значением крутящего момента, полученным по результатам теплового расчета. Расхождение между этими значениями не должно превышать ± 5%.

4.10 Расчет на прочность деталей кривошипно-шатунного механизма

Расчет на прочность производится для основных деталей КШМ и включает в себя также расчеты на жесткость, износ, упругие колебания и тепловую нарпяженность. Деталь рассчитывают на том режиме, который является для нее наиболее опасным. Прежде чем приступить к расчету, необходимо пояснить конструкцию и назначить материал и термообработку детали, выяснить, какие силы и в каких сечениях создают опасные напряжения. Расчеты сопровождают эскизами деталей и

расчетными схемами с указанием опасных сечений, сил и необходимых размеров. Результаты расчетов сопоставляют с допустимыми значениями напряжений, удельных давлений, запасов прочности.

Поршень.

В расчетно-пояснительной записке должны быть представлены:

- сведения о марке и механических характеристиках материала поршня;
- краткие сведения о технологии изготовления поршня;
- эскиз и описание конструкции поршня, а также определение предварительных размеров его основных элементов;
- данные о наличии принудительного охлаждения элементов и способе его конструктивной реализации;
- сведения о способе подгонки поршня по массе;
- качественное описание микрогеометрии головки и юбки поршня (их формы по образующей и в плане);
- сведения о конструктивных мероприятиях по стабилизации зазора между юбкой поршня и зеркалом цилиндра в рабочем диапазоне режимов работы двигателя;
- описание комплекса конструкторско-технологических мероприятий по повышению долговечности и износостойкости элементов поршня и уменьшению работы трения в сопряжении поршень-цилиндр.

Поршень рассчитывают на:

- температурные напряжения в днище;
- напряжение изгиба в днище от давления газов;
- напряжение сжатия и напряжение разрыва в кольцевом сечении, ослабленном отверстиями для отвода масла;
- удельное давление на стенку цилиндра по всей высоте поршня;
- удельное давление по высоте юбки поршня;
- диаметральные зазоры для головки и юбки поршня.

Поршневые кольца.

В расчетно-пояснительной записке необходимо представить:

- обоснование числа, типа и расположения на поршне компрессионных и маслосъемных колец;

• эскизы и описание конструкции колец, выбор их материала и определение конструктивных параметров;

• характеристики материалов элементов колец и краткие сведения о технологии их изготовления;

• обоснование выбора типа эпюры радиального давления колец на зеркало цилиндра;

• конструкцию и размер зазора в рабочем состоянии замка компрессионных колец.

Поршневые кольца проверяются расчетом на:

- среднее давление кольца на стенку цилиндра;

- напряжения изгиба, возникающие при надевании кольца на поршень и
в рабочем состоянии;

- монтажный зазор в замке кольца.

Поршневой палец должен быть проверен на:

- удельные давления пальца на втулку верхней головки шатуна и на бобышки;

- напряжение среза;

- напряжение изгиба;

- напряжения от овализации пальца.

Шатун. В расчетно-пояснительной записке должны быть представлены:

• сведения о выборе материалов элементов шатуна и их механические характеристики;

• краткие сведения о технологии изготовления шатуна;

• эскиз и описание конструкции шатунной группы в сборе;

• конструктивные мероприятия по фиксации крышки кривошипной головки от боковых смещений;

• конструкторско-технологические мероприятия по упрочнению элементов шатунной группы;

• параметры защемления поршневого пальца в верхней головке (при пальце плавающего типа — параметры установки подшипниковой втулки);

• данные о местах съема металла и технология подгонки шатунной группы по массе и по положению центра масс.

Шатун рассчитывается на:

- напряжение разрыва по опасному сечению верхней головки шатуна;

- запас прочности головки с учетом пульсирующего цикла;

- поперечную деформацию верхней головки шатуна;

- суммарные напряжения в стержне шатуна от сжатия и продольного изгиба; напряжение изгиба нижней головки шатуна.

Шатунные болты. В расчетно-пояснительной записке должны быть представлены:

- сведения о типе и компоновке устройства крепления и фиксации от боковых смещений крышки кривошипной головки шатуна;
- обоснование выбора материалов элементов устройства и их механические характеристики;
- эскиз и описание конструкции шатунных болтов с указанием способа предотвращения их проворачивания при затяжке;
- комплекс конструкторско-технологических мероприятий по упрочнению шатунных болтов и минимизации напряжений от их повторно-переменного изгиба;
- способ и устройство элементов, предотвращающих самопроизвольное отворачивание шатунных болтов.

Шатунные болты требуют расчета на разрыв под воздействием сил инерции и силы их предварительной затяжки.

Шатунный подшипник. В расчетно-пояснительной записке должны быть представлены:

- обоснование выбора типа и идеологии конструкции подшипника;
- эскиз и описание конструкции подшипника;
- обоснование выбора материалов и определение конструктивных параметров элементов подшипника;
- краткое описание технологии изготовления подшипника;
- комплекс конструкторско-технологических мероприятий по обеспечению плотного прилегания вкладышей к постели подшипника;
- способ фиксации вкладышей от проворачивания;

• конструкция и назначение «холодильников» в зоне стыковки вкладышей.

Коленчатый вал.

В расчетно-пояснительной записке необходимо представить:

• обоснование выбора компоновочной схемы коленчатого вала с определением порядка работы цилиндров и углов чередования рабочих ходов проектируемого двигателя;

• обоснование выбора и описание системы противовесов, размещаемых на коленчатом валу с расчетом их статических моментов;

• обоснование выбора материала вала и его механические характеристики;

• краткие сведения о технологии изготовления коленчатого вала;

• определение на основании статистических данных, приведенных в табл. 3.4, конструктивных размеров элементов кривошипа;

• эскиз кривошипа (рис. 3.14) и описание конструкции коленчатого вала.

При описании конструкции коленчатого вала необходимо рассмотреть следующие вопросы:

• необходимый комплекс конструкторско-технологических мероприятий по упрочнению коленчатого вала;

• особенности размещения и конструкцию элементов фиксации вала от осевых смещений;

• систему и конструкцию уплотнения носка и хвостовика коленчатого вала.

Коленчатый вал рассчитывают на:

- запас прочности наиболее нагруженной скручивающим моментом коренной шейки;

- запасы прочности шатунной шейки для изгиба и кручения, а также общий запас ее прочности; расчет проводят для шатунной шейки, наиболее нагруженной скручивающим моментом;

- запас прочности щеки на сжатие - растяжение и изгиб в плоскости колена, запас ее прочности на кручение, а также общий запас прочности щеки.

Корпус двигателя.

В расчетно-пояснительной записке проекта необходимо:

• обосновать выбор компоновочной и силовой схем, а также привести эскиз конструкции корпуса (рис. 3.18), основываясь на результатах компоновки КШМ и определении требований к габаритным размерам корпусных элементов двигателя;

• обосновать выбор материалов и технологий изготовления корпусных элементов с приведением механических характеристик материалов;

• при описании конструкции особо выделить комплекс конструкторско-технологических мероприятий по повышению жесткости и снижению массы и габаритных размеров корпуса, а также по повышению износостойкости рабочей поверхности цилиндра.

Корпус двигателя проверяют расчетом на:

- напряжения, возникающие в стенке цилиндра от воздействия газовых и монтажных сил;
- воздействие на цилиндр тепловых нагрузок;
- напряжения, возникающие в стенке цилиндра от совместного воздействия газовых, монтажных сил и тепловых нагрузок;
- запас прочности силовых шпилек.

Газовый стык.

При описании конструкции газового стыка необходимо рассмотреть следующие вопросы:

• принцип функционирования и организацию конструкции;

• обоснование выбора материалов (с приведением их механических характеристик) и краткие сведения о технологии изготовления элементов стыка;

• комплексы конструкторско-технологических мероприятий по уменьшению термического коробления и механической деформации привалочных плоскостей головки и блока цилиндров, а также по повышению усталостной прочности анкерного болта (шпильки).

4.11 Расчет механизма газораспределения и систем двигателя

Механизм газораспределения (МГР) должен обеспечивать высокое наполнение и хорошую очистку цилиндров, имея одновременно небольшую массу подвижных деталей с целью уменьшения инерционных нагрузок в нем.

С учетом принятого ранее числа клапанов на цилиндр, выбранных фаз газораспределения, формы камеры сгорания и общей компоновки двигателя определяется целесообразная кинематическая схема МГР, уточняются размеры клапанов, высота их подъема, соотношение плеч коромысла, выбирается профиль кулачка. Затем производится профилирование кулачка, строятся графики перемещения, скорости и ускорения толкателя. Эти материалы целесообразно отобразить на листе графической части работы.

В расчетно-пояснительной записке приводят:

- обоснование компоновочной схемы МГР;
- обоснование способа фиксации распределительного вала от осевых перемещений;
- расчет перемещения, скорости и ускорения толкателя;
- определение средней (условной) скорости свежего заряда в клапанной щели;
- материалы и технологию изготовления деталей МГР;
- расчет распределительного вала на жесткость;
- расчет запаса прочности пружин на кручение;
- проверку клапанных пружин на резонанс;
- расчет на смятие контактных поверхностей деталей МГР.

Смазочная система.

Система смазки обеспечивает уменьшение трения между трущимися поверхностями деталей, удаление продуктов износа из зоны их контакта и частичное охлаждение отдельных узлов двигателя. При разработке этой системы на разрезах двигателя (графическая часть работы) или в виде отдельных узлов (в расчетно-пояснительной записке) следует показать:

- масляный насос (в разрезе) с приводом;
- масляную магистраль в блок-картере;

- подвод масла к коренным и шатунным подшипникам коленчатого вала.

Следует также пояснить пути подвода масла ко всем сопрягаемым поверхностям, смазываемым под давлением.

При расчете системы смазки определяют:

- циркуляционный расход масла;
- производительность масляного насоса и размер его шестерен;
- мощность, затрачиваемую на привод масляного насоса.

При разработке системы смазывания на разрезах двигателя или в виде отдельных узлов в расчетно-пояснительной записке должны быть показаны:

- масляный насос (в разрезе) с приводом;
- масляные магистрали в блоке или блок-картере;
- подвод масла к коренным и шатунным подшипникам коленчатого вала;
- подвод масла к клапанному механизму и подшипникам распределительного вала.

Система охлаждения.

Система охлаждения двигателя обеспечивает принудительный отвод тепла от нагретых деталей для предотвращения их перегрева.

Расчет системы охлаждения проводится для режима максимальной мощности двигателя; при этом определяются:

- производительность системы;
- площадь теплообменной поверхности радиатора;
- производительность жидкостного или воздушного насоса;
- мощность, затрачиваемая на привод насоса и вентилятора.

На листе продольного разреза двигателя жидкостного охлаждения должны располагаться конструкции жидкостного насоса в разрезе, приводов к насосу и вентилятору, ступицы вентилятора, термостата и механизма отключения вентилятора, если он предусмотрен.

4.12 Оценка технического уровня спроектированного двигателя

По завершении курсового проекта выполняется окончательная компоновка двигателя в виде поперечного и продольного его разрезов на графических листах курсового проекта, а в пояснительной записке приводится описание созданной конструкции. При необходимости на графических листах изображают также вид на двигатель спереди (слева, справа), уточняя таким образом важные элементы конструкции спроектированного двигателя.

Затем необходимо провести сравнение технико-экономических показателей спроектированного двигателя с лучшими аналогами зарубежных и отечественных производителей. Выбор аналогов для сравнения может осуществляться на основе анализа научно технической литературы, каталогов и проспектов фирм, материалов ЦНИДИ (Центрального научно-исследовательского дизельного института).

Рекомендуется в группу аналогов включать образцы двигателей, соответствующие по назначению и близкие по конструктивным параметрам спроектированному двигателю (мощность, частота вращения, наддув, размерность). После составления списка аналогов (рекомендуется выбрать не менее трех аналогов) заполняется таблица 3, представленная в приложении И.

По полученной таблице проводится сравнительный анализ технических характеристик спроектированного двигателя и двигателей-аналогов, на основании чего делается вывод о степени соответствия созданного двигателя современным экономическим, экологическим и энергетическим требованиям к ДВС.

4.13 Заключение

В этом разделе курсового проекта кратко формулируются итоги проектирования, приводится общая характеристика выполненной разработки, отмечаются ее преимущества и недостатки, оцениваются перспективы ее внедрения в производство.

Объем заключения не должен превышать 1 машинописной страницы.

4.14 Список использованных источников

Список использованной литературы является важной и неотъемлемой частью курсового проекта, позволяющей судить о глубине и объеме информационной проработки темы и о том, насколько автор знаком с литературой по отдельным вопросам работы. Обычно курсовой проект содержит примерно 30…60 ссылок на различные источники информации.

Под источниками информации понимаются отечественные и зарубежные научные публикации (книги, статьи), учебники и учебно-методические пособия, государственные стандарты, патенты, научно-технические отчеты, диссертации и их авторефераты, депонированные рукописи, технические условия на выпускаемую продукцию, рекламно-техническая информация фирм и т.п. Возможна ссылка на электронные издания, в том числе и в сети Интернет. В списке литературы не должно быть ссылок на неопубликованные лекции преподавателей по различным дисциплинам, реферативные журналы (они являются вторичными источниками информации), общественно-политические и развлекательные издания (газеты, журналы), устные замечания руководителя.

Список литературы может строиться по двум различным принципам:

• источники нумеруются по порядку их упоминания в тексте пояснительной записки;

• источники располагаются в списке в алфавитном порядке.

Можно использовать любой из этих принципов, учитывая при этом, что первый из них более прост и менее трудоемок. При втором варианте построения списка сначала указываются отечественные публикации, а затем зарубежные.

Ссылки на литературу в тексте записки должны приводиться в тех местах, где необходимо подтвердить какие-либо положения или конкретные данные, указать на источники разных мнений и теорий, привести результаты выполненных исследований и прогнозы специалистов.

4.15 Приложения

Приложения являются частью курсового проекта, но при этом не входят в общий объем пояснительной записки. В них обычно помещают вспомогательный материал, необходимый для более полного восприятия работы. В частности, могут быть даны варианты расчета конструкции деталей или процессов, спецификации к чертежам, распечатки компьютерных расчетов, материалы патентного поиска, таблицы вспомогательных числовых данных, описание алгоритмов и программ для компьютерного решения задач (если они разработаны автором квалификационной работы), иллюстрации вспомогательного характера.

5. Требования к оформлению курсового проекта

5.1 Общие требования

Строгих формальных требований к объему курсового проекта не существует. Курсовой проект, как указывалось, должен содержать пояснительную записку (ПЗ) объемом 70…90 страниц машинописного текста (не считая приложений) и графический материал в объеме 9-10 листов формата А1.

Текстовая часть ПЗ выполняется на листах писчей бумаги плотностью не менее 80г/м^2 формата А4 (210х297 мм) в одностороннем исполнении и оформляется рамкой и основной надписью. Первая страница раздела выполняется с большим штампом, все остальные страницы - с малым штампом (приложение Д - взять в электронном виде на кафедре).

Простановку порядковых номеров страниц ПЗ осуществляют в правом нижнем углу, в соответствующем поле штампа, вручную или электронным способом.

Выполнение ПЗ рекомендуется производить в текстовом редакторе MS Word, шрифтом 14 Times New Roman с полуторным междустрочным интервалом. Для абзацев использовать отступ 1,25. Параметры страницы: сверху – 0,9 см; снизу – 0,9 см; слева – 2,1 см; справа – 0,9 см. Расстояние от рамки

формы до границ текста оставляют в начале строк не менее 5 мм, в конце строк- не менее 3 мм, расстояние от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки формы оставляют 10 мм.

Пояснительная записка строго регламентирована и имеет структуру, представленную в пункте 4 (стр.8).

Титульный лист является первым листом ПЗ. Он выполняется по утвержденной форме, которую в электронном или бумажном виде можно взять у заведующего кафедрой. Бланк титульного листа заполняют чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304 типа Б с наклоном букв только ручным способом.

При оформлении проекта электронным способом отдельные формулы, буквы, слова и таблицы допускается выполнять вручную чернилами черного цвета. Опечатки, описки разрешается исправлять подчисткой или корректором с последующим нанесением исправленного текста.

5.2 Оформление заголовков

Заголовки разделов (глав) следует начинать с абзацного отступа и печатать строчными буквами с первой прописной, не подчеркивая, без точки в конце. Если заголовок включает несколько предложений, их разделяют точками. Переносы слов в заголовках разделов и подразделов не допускаются.

Каждый раздел (главу) следует начинать с новой страницы.

Главы, пункты и подпункты следует нумеровать арабскими цифрами. Главы работы должны иметь порядковую нумерацию в пределах основной части пояснительной записки и обозначаться арабскими цифрами без точки, например, Глава 1, Глава 2 и т.д.

Параграфы (пункты, подпункты) должны иметь порядковую нумерацию в пределах каждой главы. Номер параграфа включает номер главы, разделенный точкой, в конце номера параграфа точка не ставится, например 1.1, 1.2, 1.3 или 1.1.1, 1.1.2, 1.1.3 и т.д.

5.3 Правила оформления ссылок на использованные источники

Ссылки на использованные литературные источники, или библиографические ссылки – это «библиографические описания источников цитат, заимствований, а также произведений печати, рекомендуемых читателю по ходу чтения или обсуждаемых в тексте издания».

Использование библиографических ссылок в научных изданиях обязательно. Рекомендуется употреблять их в следующих случаях:

– при цитировании фрагментов текста, формул, таблиц, иллюстраций и т.п.;

– при заимствовании положений, формул, таблиц, иллюстраций и т.п. не в виде цитаты;

– при анализе в тексте содержания других публикаций;

– при необходимости отсылки читателя к другим публикациям, где обсуждаемый материал дан более полно.

При дословном приведении выдержки из какого-либо произведения, например, для подкрепления мысли авторитетным высказыванием, а также при ссылке на работу большого объёма, кроме номера источника, указывается и номер страницы, на которой помещено цитируемое высказывание. При общем обзоре литературы или ссылке на работы небольшого объёма указывается лишь порядковый номер источника. Пример: Относительно небольшие нагрузки в контакте и наличие разделительной масляной пленки делают значительное геометрическое скольжение неопасным.

Библиографический аппарат курсового проекта оформляется в соответствии с правилами ГОСТ 7.1 – 84 «Библиографическое описание документа».

В описании применяют следующие условные разделительные знаки, идентифицирующие области и элементы:

. – (точка и тире) – предшествуют каждой (кроме первой) области описания;

: (двоеточие) – предшествует сведениям, относящимся к заглавию и наименованию издательства;

/ (косая черта) – предшествует сведениям об авторах, составителях, редакторах, переводчиках принимавшей участие в издании организации;

// (две косые черты) – предшествуют сведениям о документе, в котором помещена статья, глава, раздел.

Кроме того, используются и другие условные знаки, выполняющие различные функции: точка, запятая, круглые скобки, квадратные скобки, знак плюс и знак равенства.

Приведем примеры библиографического описания документа:

1. Колчин А.И., Демидов В.П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей/ Учеб. пособие для вузов. - 4 изд. стер. – М.: Высш. шк., 2008. – 496 с.:ил.

2. Луканин В.Н., Морозов К.А., Хачиян А.С. и др. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн.1. Теория рабочих процессов: Учеб.; Под ред. Луканина В.Н. – М.: Высшая школа, 2005.-368 с.

3. Луканин В.Н., Алексеев И.В. и др. Двигатели внутреннего сгорания/ В 3 кн. Кн 2. Динамика и конструирование: учебник/ под.ред. В. Н. Луканин-2-е изд., перераб. и доп.- М.: Высш.шк., 2005. – 400с.

4. Чайнов Н.Д., Иващенко Н.А., Краснокутский А.Н., Мягков Л.Л. Комбинированные двигателей внутреннего сгорания: Учебник для студентов вузов; Под ред. Н. Д. Чайнова.- М.: Машиностроение, 2008. – 496 с.

5.Шатров М.Г., Алексеев И.В., Богданов С.Н. и др. Автомобильные двигатели: Курсовое проектирование: учеб. пособие для студентов учр. высш. проф.образования; Под ред М.Г.Шатрова -2-е изд.,испр. М.: Издательский центр «Академия», 2012-256с.

5.4. Рекомендации по оформлению графической части курсового проекта

При графическом оформлении чертежей необходимо:

- соблюдать существующие чертежные стандарты и ЕСКД;
- поперечный и продольный разрезы двигателя выполнять в соответствии с ГОСТ 2.109 — 73 с использованием программного обеспечения или карандашом на ватмане;

•принимать формат чертежного листа А1 согласно ГОСТ 2.301 —68;

•масштаб чертежей по ГОСТ 2.109—73 принимать натуральным (1:1);

•конструкции всех сборочных единиц прорабатывать достаточно полно и пояснять их необходимым числом сечений, разрезов и выносок;

•на чертежах проставлять диаметр цилиндра D и его ход S (или радиус кривошипа г).

Графический материал работы распределяется в соответствии с содержанием следующим образом:

- мощностной баланс автомобиля (трактора) - 1 лист;
- тепловой расчет двигателя – 1 лист;
- динамический расчет двигателя - 2 листа;
- поперечный разрез двигателя – 1 лист;
- продольный разрез двигателя – 1 лист ;

5.5. Защита курсового проекта

Расчетно-пояснительная записка должна иметь обложку и титульный лист, принятые и утвержденные на кафедре.

Оформленная пояснительная записка и чертежи представляются на проверку и подпись преподавателю-консультанту, решением которого проект допускается к защите на комиссии.

Защита курсового проекта проводится в комиссии, в состав которой входят консультант курсового проекта и один-два преподавателя кафедры, назначенные заведующим кафедрой.

При защите курсового проекта студент должен раскрыть в своем докладе следующие основные вопросы:

- назначение, область применения, конструкцию и технико-экономическую характеристику разработанного ДВС;
- методики расчета и методы проектирования;
- конструкцию и работу разработанной системы или агрегата двигателя;
- полученные результаты и степень новизны принятых решений.

Время, отводимое студенту на доклад 5–8 мин.

Вопросы, задаваемые студенту членами комиссии, не должны выходить за рамки тематики курсового проекта и тех конкретных задач, которые решались студентом в процессе курсового проектирования.

Оценка курсового проекта осуществляется согласно действующему положению о курсовых экзаменах и зачетах в высших учебных заведениях в соответствии с утвержденными критериями оценок.

Студент, не представивший в установленный срок курсовой проект или не защитивший его, считается имеющим академическую задолженность. Продление срока защиты устанавливается деканом факультета по согласованию с кафедрой при наличии у студента уважительных причин к невыполнению проекта.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.

1. Колчин А.И., Демидов В.П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей/ Учеб. пособие для вузов. - 4 изд. стер. – М.: Высш. шк., 2008. – 496 с.:ил.

2. Луканин В.Н., Морозов К.А., Хачиян А.С. и др. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн.1. Теория рабочих процессов: Учеб.; Под ред. Луканина В.Н. – М.: Высшая школа, 2005.-368 с.

3. Луканин В.Н., Алексеев И.В. и др. Двигатели внутреннего сгорания/ В 3 кн. Кн 2. Динамика и конструирование: учебник/ под.ред. В. Н. Луканин-2-е изд., перераб. и доп.- М.: Высш.шк., 2005. – 400с.

4. Чайнов Н.Д., Иващенко Н.А., Краснокутский А.Н., Мягков Л.Л. Комбинированные двигателей внутреннего сгорания: Учебник для студентов вузов; Под ред. Н. Д. Чайнова.- М.: Машиностроение, 2008. – 496 с.

5.Шатров М.Г., Алексеев И.В., Богданов С.Н. и др.

Автомобильные двигатели: Курсовое проектирование: учеб. пособие для студентов учр. высш. проф.образования; Под ред М.Г.Шатрова -2-е изд.,испр. М.: Издательский центр «Академия», 2012-256с.

Приложение А

Форма титульного листа пояснительной записки

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Кафедра «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

К КУРСОВОМУ ПРОЕКТУ НА ТЕМУ:

_____

_____

_____

_____

_____

Студент _____ / Фамилия И.О. /

Руководитель _____ / Фамилия И.О. /

Нормоконтроль _____ / Фамилия И.О. /

Допускается к защите

Заведующий кафедрой _____ / Фамилия И.О. /

Москва 20

Приложение Б

Форма задания на курсовой проект

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)

Кафедра «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики»

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой_____20

Дата начала проектирования 20
Дата защиты работы 20

ЗАДАНИЕ

на курсовой проект

Студенту_____группы_____

_____

_____

_____

_____

Руководитель _/_____/

Задание получил

_____/_____/

Москва 20

Приложение Б (продолжение)

Содержание и сроки выполнения графических листов

Номер листа	Содержание листа	Срок окончания		Примечание
		план	фактич	

Студент учебной группы

_____/_____/

Руководитель _____ _____/

Дата защиты курсового проекта

_____20

Приложение В

Пример аннотации

Аннотация

«В курсовом проекте в соответствии с заданием разработан бензиновый двигатель мощностью 295 кВт для легкового автомобиля среднего класса с разработкой впускного трубопровода.

Объем курсового проекта:

- пояснительная записка содержит 120 стр.;
- библиографий – 25;
- графическая часть выполнена на 10 листах формата А1.

Выполнены мощностной, тепловой, динамический и прочностной расчеты. Спроектирован 8-ми цилиндровый V-образный бензиновый двигатель, оборудованный впускным трубопроводом с бесступенчатым изменением длины. Описаны механизмы и системы двигателя.

Приложение Г

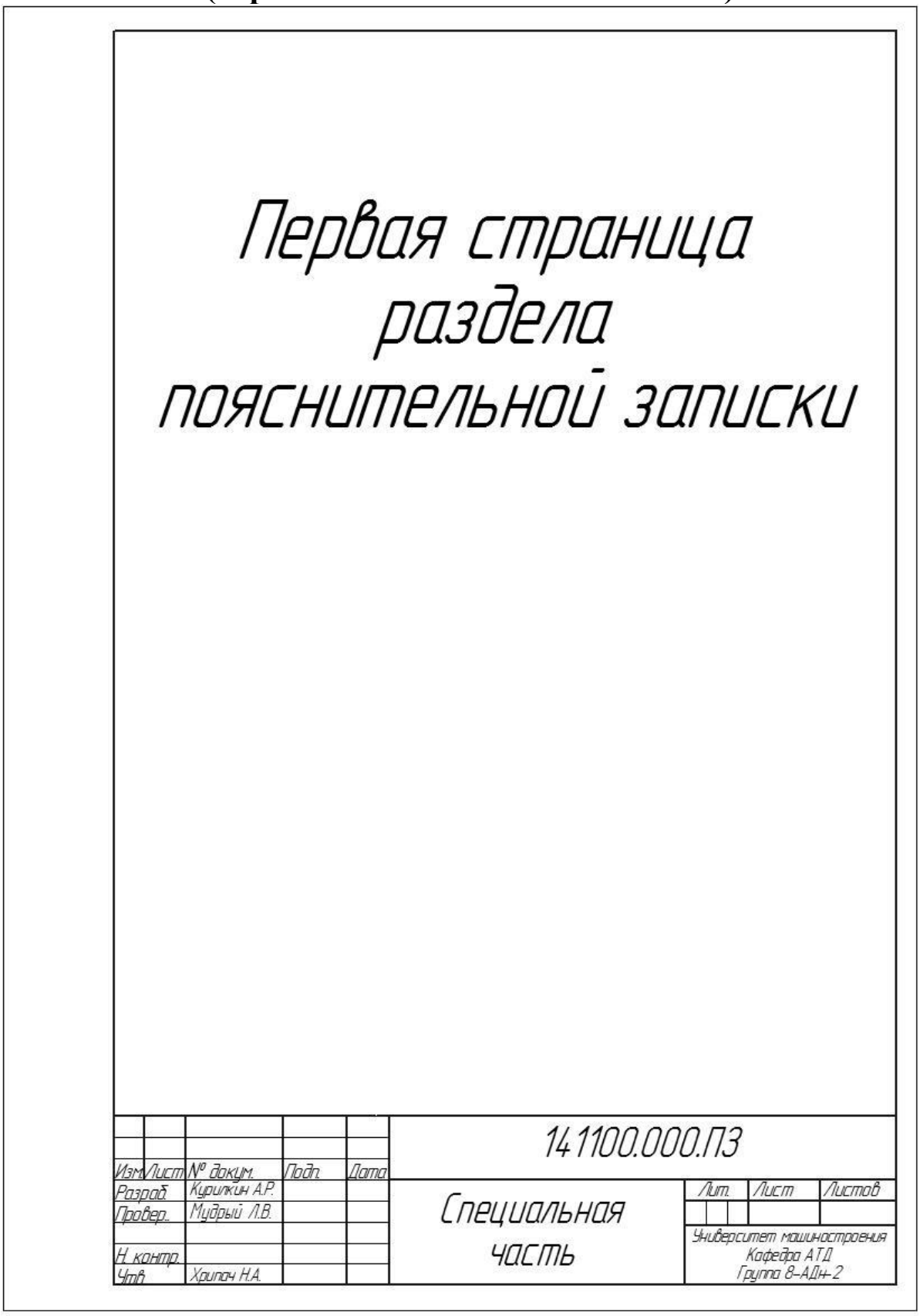
Пример технической характеристики проектируемого двигателя (ТХД)

Техническая характеристика проектируемого двигателя

Используемое топливо	ДТ
Система топливоподачи и способ смесеобразования	НВ
Способ наполнения цилиндров	ТКР
Число цилиндров	6
Расположение цилиндров	V, развал 90^0
Порядок работы цилиндров	1-4-2-5-3-6
Рабочий объем цилиндров, л	2,89
Диаметр цилиндра, м	0,093
Ход поршня, м	0,071
Степень сжатия	19
Промежуточное охлаждение воздуха	ОНВ
Максимальное давление цикла (МПа)	12,8
Номинальная мощность, кВт (л.с.)	145 (196)
Частота вращения вала при номинальной мощности, $мин^{-1}$	3800
Литровая мощность, кВт/л	50
Максимальный крутящий момент Н*м (кгс*м)	480
Частота вращения коленчатого вала при максимальном моменте, $мин^{-1}$	1600
Минимальная частота вращения вала на режиме холостого хода, $мин^{-1}$	800 ±50
Минимальный удельный эффективный расход топлива по внешней скоростной характеристике г/(кВт-ч)	220

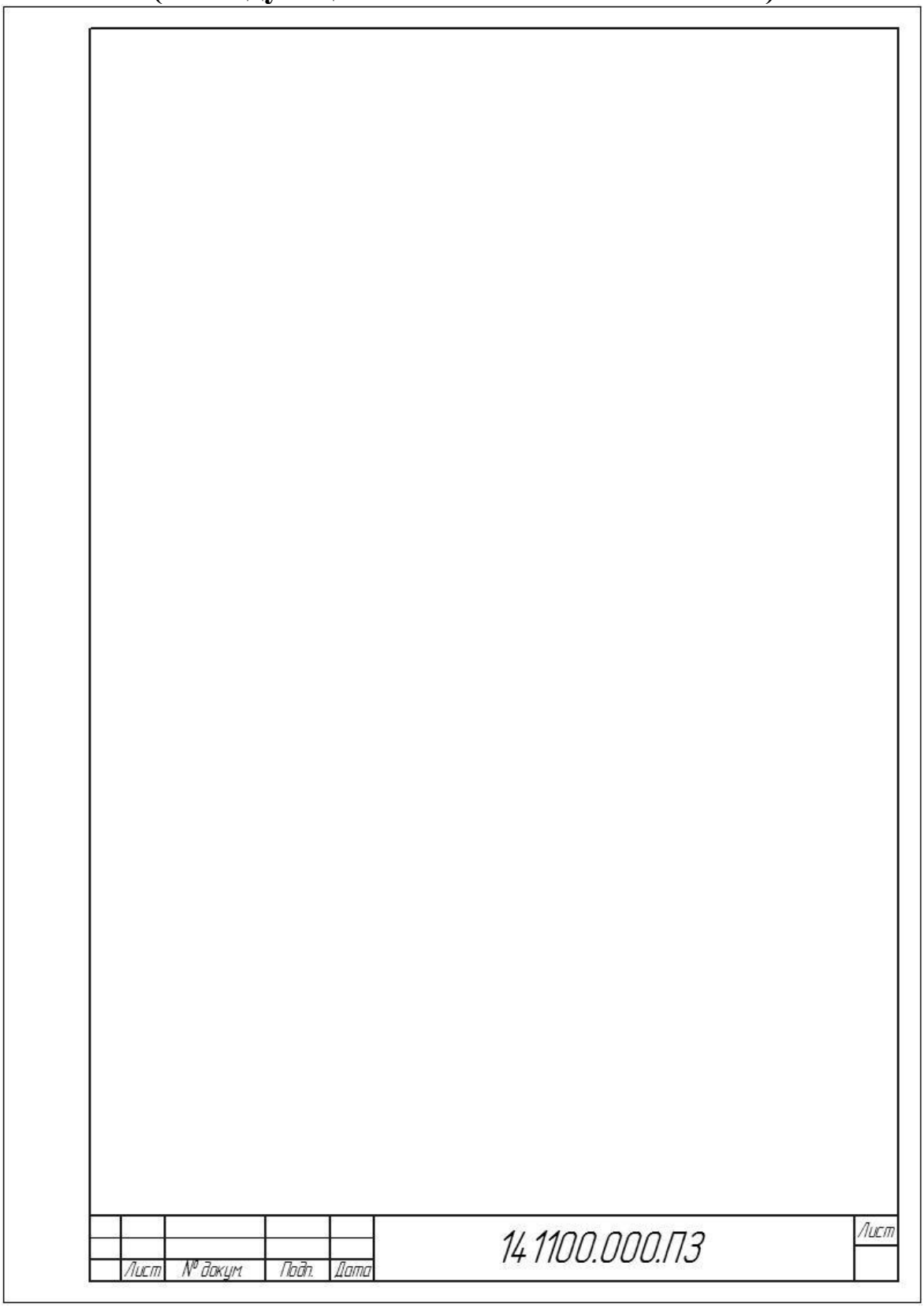
Приложение Д

Образец заполнения штампов пояснительной записки (первый лист с большим штампом)



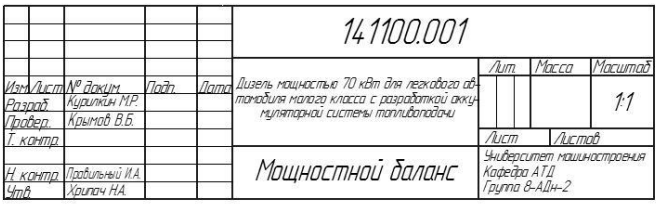
Приложение Д (продолжение)

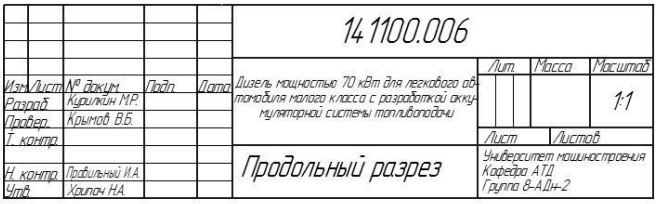
Образец заполнения штампов пояснительной записки (последующие листы с малым штампом)



Приложение Е

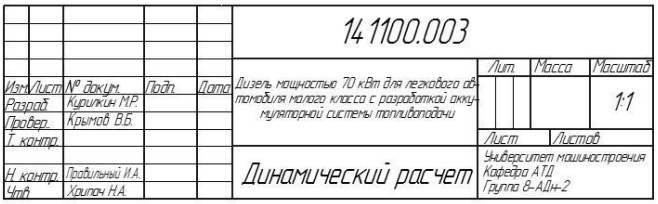
Образец заполнения штампов графической части курсового проекта

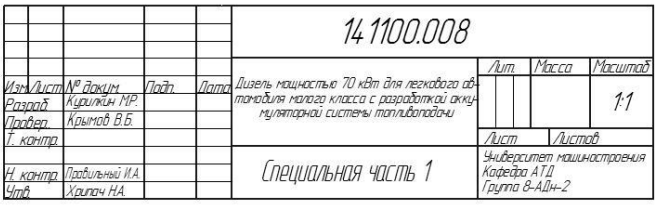


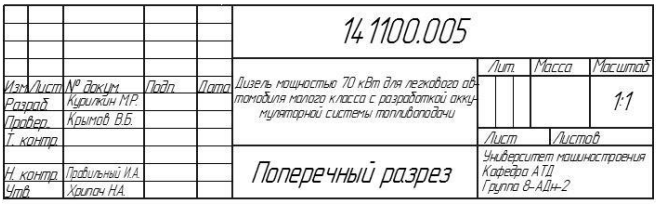


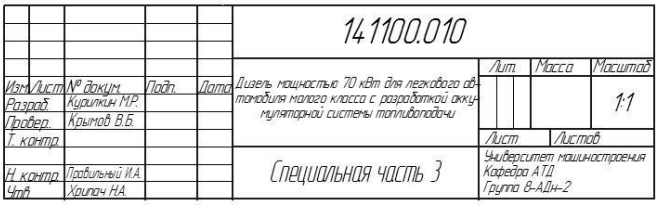






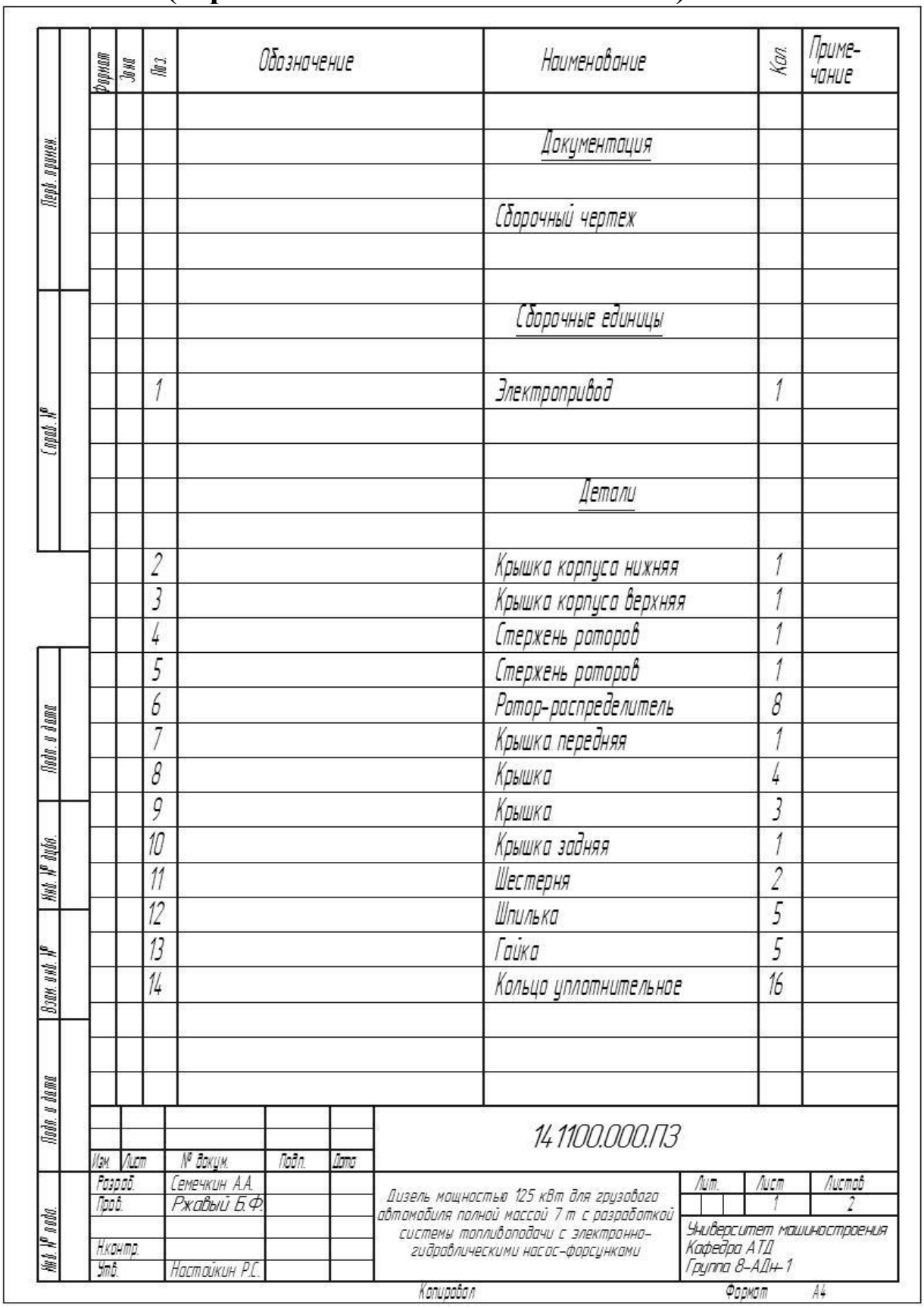






Приложение Ж

Образец оформления спецификации к графической части (первый лист с большим штампом)



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
				Документация		
				Сборочный чертеж		
				Сборочные единицы		
		1		Электропривод	1	
				Детали		
		2		Крышка корпуса нижняя	1	
		3		Крышка корпуса верхняя	1	
		4		Стержень роторов	1	
		5		Стержень роторов	1	
		6		Ротор-распределитель	8	
		7		Крышка передняя	1	
		8		Крышка	4	
		9		Крышка	3	
		10		Крышка задняя	1	
		11		Шестерня	2	
		12		Шпилька	5	
		13		Гайка	5	
		14		Кольцо уплотнительное	16	

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Семечкин А.А.		
Пров.		Ржавый Б.Ф.		
Н.контр.				
Утв.		Настайкин Р.С.		

14.1100.000.ПЗ

Дизель мощностью 125 кВт для грузового автомобиля полной массой 7 т с разработкой системы топливоподачи с электронно-гидравлическими насос-форсунками

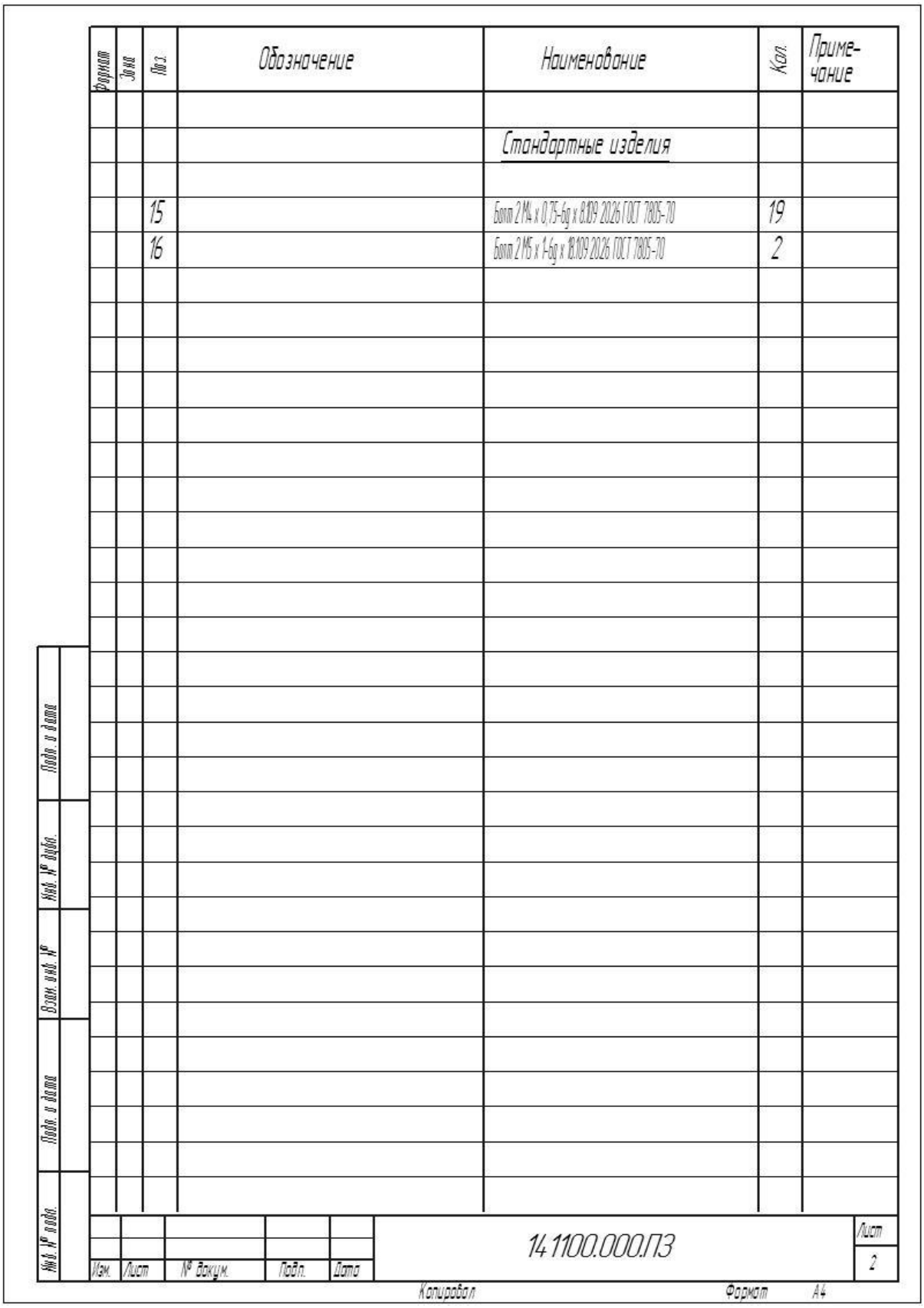
Лит.	Лист	Листов
	1	2

Университет машиностроения
Кафедра АТД
Группа 8-АДн-1

Копировал Формат А4

Приложение Ж (продолжение)

Образец оформления спецификации к графической части (последующие листы с малым штампом)



Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Стандартные изделия		
		15		Болт 2М4 х 0,75-6g х 8.109 20.26 ГОСТ 7805-70	19	
		16		Болт 2М5 х 1-6g х 18.109 20.26 ГОСТ 7805-70	2	

Инв. № подл. | Подп. и дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	14.1100.000.ПЗ	Лист 2

Копировал Формат А4

Приложение 3

Перечень основных ГОСТов
Единой системы конструкторской документации

Основные положения

2.001-93 — ЕСКД. Общие положения

2.051-2006 — ЕСКД. Электронные документы. Общие положения

2.102-68 — ЕСКД. Виды и комплектность конструкторских документов

2.104-68 — ЕСКД. Основные надписи

2.109-73 — ЕСКД. Основные требования к чертежам (взамен 2.107-68, 2.109-68)

2.105-95 – ЕСКД. Общие требования к тестовым документам

2.111-68 – ЕСКД. Нормоконтроль – цели и задачи, содержание

Общие правила выполнения чертежей

2.301-68 — ЕСКД. Форматы

2.302-68 — ЕСКД. Масштабы

2.303-68 — ЕСКД. Линии

2.304-81 — ЕСКД. Шрифты чертежные

2.305-68 — ЕСКД. Изображения - виды, разрезы, сечения

2.307-68 — ЕСКД. Нанесение размеров и предельных отклонений

2.308-79— ЕСКД. Указания на чертежах допусков форм и расположения поверхностей

2.311-68 — ЕСКД. Изображение резьбы

2.312-72 — ЕСКД. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений

2.313-82 — ЕСКД. Условные изображения и обозначения неразъемных соединений

2.315-68 — ЕСКД. Изображения упрощенные и условные крепежных деталей

2.316-68— ЕСКД. Правила нанесения на чертежах надписей, технических требований и таблиц

2.318-81— ЕСКД. Правила упрощенного нанесения размеров отверстий

2.319-81— ЕСКД. Правила выполнения диаграмм

2.320-82— ЕСКД. Правила нанесения размеров, допусков и посадок конусов

2.321-84— ЕСКД. Обозначения буквенные

Правила выполнения чертежей отдельных деталей

2.401-68 — ЕСКД. Правила выполнения чертежей пружин

2.402-68 — ЕСКД. Условные обозначения зубчатых колес, реек, червяков и звездочек цепных передач

2.403-75 — ЕСКД. Правила выполнения цилиндрических зубчатых колес

2.405-75 — ЕСКД. Правила выполнения чертежей зубчатых колес

2.409-74 — ЕСКД. Правила выполнения чертежей зубчатых (шлицевых) соединений

1) Все виды конструкторских документов, исключая чертежи деталей и спецификацию, имеют код по ГОСТ 2.102-68:

СБ — сборочный чертеж; ВО — чертеж общего вида;

МЧ — монтажный чертеж; ПЗ — пояснительная записка.

2) В графах «Технологический контроль» и «Нормоконтроль» указывать фамилию преподавателя, утвержденного приказом.

Приложение И

Пример сводной таблицы двигателей аналогов

	ПРОИЗВОДИТЕЛЬ	Компоновка, число цилиндров и клапанов	Тип топлива	Округлённый рабочий объём двигателя, см3	Диаметр цилиндров и ход поршня, мм	Степень сжатия	Система питания	Литровая мощность, кВт/л	Номинальная мощность кВт	Частота вращения при Nемах, мин-1	Максимальный крутящий момент, Н-м	Частота вращения при Мкр max, мин-1
1												
2	Citroen	P4-16	Д	1,6	75,0x88,3	17,6	ДТО	34,4	55,0	4000,0	175,0	1750,0
3	Citroen	P4-16	Д	1,6	75,0x88,3	18,3	ДТО	41,3	66,0	4000,0	215,0	1750,0
4	Citroen	P4-16	Д	1,6	75,0x88,3	18,0	ДТО	50,0	80,0	4000,0	240,0	1750,0
5	Ford (EU)	P4-16	Д	1,6	75,0x88,3	18,3	ДТО	41,3	66,0	4000,0	204,0	1750,0
6	Ford (EU)	P4-16	Д	1,6	75,0x88,3	18,3	ДТО	41,3	66,0	4000,0	215,0	1750,0
7	Ford (EU)	P4-16	Д	1,6	75,0x88,3	18,3	ДТО	50,0	80,0	4000,0	260,0	1750,0
8	Kia	P4-16	Д	1,5	75,0x84,5	17,8	ДТО	54,0	81,0	4000,0	216,0	2000,0
9	Kia	P4-16	Д	1,5	75,0x84,5	17,8	ДТО	50,0	75,0	4000,0	235,0	2000,0
10	Mazda	P4-16	Д	1,6	75,0x88,3	18,3	ДТО	50,0	80,0	4000,0	240,0	1750,0
11	Peugeot	P4-16	Д	1,6	75,0x88,3	17,6	ДТО	41,3	66,0	4000,0	245,0	1750,0
12	Peugeot	P4-16	Д	1,6	75,0x88,3	17,6	ДТО	50,0	80,0	4000,0	260,0	1750,0
13	Peugeot	P4-16	Д	1,6	75,0x88,3	17,6	ДТО	41,3	66,0	4000,0	215,0	1750,0
14	Peugeot	P4-16	Д	1,6	75,0x88,3	17,6	ДТО	50,0	80,0	4000,0	240,0	1750,0
15	Peugeot	P4-16	Д	1,6	75,0x88,3	17,6	ДТО	41,3	66,0	4000,0	215,0	1750,0
16	Peugeot	P4-16	Д	1,6	75,0x88,3	17,6	ДТО	50,0	80,0	4000,0	240,0	1750,0
17	Volvo	P4-16	Д	1,6	75,0x88,3	18,3	ДТО	50,6	81,0	4000,0	240,0	1750,0
18	Volvo	P4-16	Д	1,6	75,0x88,3	18,3	ДТО	50,6	81,0	4000,0	240,0	1750,0
19	Проект. двиг.	P4-16	Д	1,5	82,0x72,0	18,0	ДТО	47,0	70,0	4600,0	148,0	2500,0

Страница

Учебное электронное издание

Апелинский Дмитрий Викторович

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению подготовки бакалавра 13.03.03 «Энергетическое машиностроение», профиль «Энергоустановки для транспорта и малой энергетики»

Разработано с помощью программного обеспечения Microsoft Office Word, Adobe Acrobat Pro

Издается в авторской редакции

Подписано к использованию 02.06. 2022
Объем издания 748 Кб. Тираж 50. Заказ № 102 Издательство Московского Политеха
115280, Москва, Автозаводская, 16 www.mospolytech.ru; e-mail: izdat.mospolytech@yandex.ni; тел. (495) 276-33-67