

МЕЖГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Транспортные и технологические машины»

ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

*Методические рекомендации для студентов специальности
1-37 01 02 «Автомобилестроение»
очной формы обучения*



Могилев 2022

УДК 629.33:001
ББК 39.32:72
Д46

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Транспортные и технологические машины»
«29» марта 2022 г., протокол № 8

Составители: канд. техн. наук, доц. И. В. Лесковец;
д-р техн. наук, проф. В. П. Тарасик

Рецензент канд. техн. наук, доц. Д. М. Свирепа

Методические рекомендации предназначены для студентов специальности
1-37 01 02 «Автомобилестроение» очной формы обучения.

Учебно-методическое издание

ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Ответственный за выпуск	И. В. Лесковец
Корректор	И. В. Голубцова
Компьютерная верстка	Е. В. Ковалевская

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд.л. . Тираж 36 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования
«Белорусско-Российский университет».
Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 07.03.2019.
Пр-т Мира, 43, 212022, г. Могилев.

© Белорусско-Российский
университет, 2022

Содержание

Введение.....	4
1 Объем и содержание дипломного проекта.....	5
2 Требования к оформлению проекта.....	6
3 Содержание дипломного проекта.....	12
Список литературы.....	20

Введение

Цель дипломного проектирования – систематизация, закрепление и углубление теоретических и практических знаний, умений и навыков по специальности, развитие навыков выполнения проектно-конструкторских работ, выявление уровня подготовленности студентов в соответствии с требованиями образовательного стандарта.

Задачи, решаемые при выполнении дипломного проекта:

- обоснование актуальности темы проекта и разработка технических требований к проектируемому автомобилю;

- обоснование и выбор технических решений, определение основных параметров ТС, его механизмов и систем;

- функциональное и конструкторское проектирование механизмов автомобиля;

- разработка общего вида автомобиля и установки разрабатываемых механизмов;

- технико-экономическое обоснование и оценка эффективности, безопасности и экологичности проектируемого автомобиля.

Общей концепцией дипломного проектирования является разработка комплекта конструкторской документации, объем и требования к которой определяются техническим заданием, составленным в соответствии с ГОСТ 15.001–88.

Конструкторскими документами являются графические (чертежи, схемы) и текстовые (спецификации, технические условия, пояснительные записки и т. п.) документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

При определении комплектности конструкторских документов на изделие следует различать:

- основной конструкторский документ (для деталей – чертеж детали; для сборочных единиц, комплексов и комплектов – спецификация);

- основной комплект конструкторских документов – документы, относящиеся ко всему изделию, например, чертеж общего вида, сборочные чертежи, принципиальные схемы, пояснительная записка, технические условия, эксплуатационные документы и др., которые отражаются в ведомости технического проекта.

Все эти документы должны быть выполнены по единым стандартам, обеспечивающим техническое взаимопонимание на всех уровнях и этапах создания, производства и эксплуатации изделий в рамках всего содружества независимых государств.

1 Объем и содержание дипломного проекта

1.1 Общие требования к проекту

Дипломный проект состоит из графической части в объеме не менее 10 листов чертежей формата А1 и пояснительной записки объемом не более 80 листов формата А4.

Графическая часть включает конструкторскую документацию (чертежи) и иллюстрации (плакаты). Чертежи раскрывают конструкторские разработки, а на плакатах отображаются вопросы постановки задач проекта, примененных методов синтеза, анализа, оптимизации параметров, а также достигнутые результаты. Рекомендуемая структура графического материала:

- постановка задач проекта, результаты технико-экономического обоснования и оценки технического уровня автомобиля (один лист);
- компоновочные схемы проектируемого автомобиля, основных механизмов и обоснование принятого решения (один лист);
- общий вид проектируемого автомобиля;
- оценка тягово-скоростных свойств и топливной экономичности автомобиля (один лист);
- схемы функциональные, кинематические, принципиальные и др. (один лист);
- результаты функционального проектирования разрабатываемых механизмов и научно-исследовательской части (один лист);
- 3D-модель сборочного изделия, сборочный чертеж этого изделия (не менее одного листа);
- рабочие чертежи деталей (не менее одного листа).

Текстовая часть дипломного проекта, как правило, должна содержать разделы:

- введение, до двух страниц;
- назначение, условия и режимы работы ТС, две-три страницы;
- техническое задание на проектирование автомобиля (система показателей качества, технические требования к автомобилю), до четырех страниц;
- выбор технических решений и определение основных параметров автомобиля (обзор и анализ существующих конструкций, патентный поиск, обоснование и выбор технических решений, определение основных параметров автомобиля, его механизмов и систем, синтез структуры и кинематической схемы трансмиссии, тягово-скоростные свойства и топливная экономичность), до 30 страниц;
- конструкторская часть (общий вид автомобиля, установка механизмов на автомобиль, конструкция и принцип действия разрабатываемых механизмов и систем, обоснование выбора материалов и выбора способов упрочнения основных деталей, назначение допусков и посадок соединений деталей, анализ размерных цепей), до 15 страниц;

- технологическая часть, до 10 страниц;
- технико-экономическое обоснование проекта, до 10 страниц;
- безопасность и экологичность проекта, до 5 страниц;
- заключение, до двух страниц;
- список использованных источников;
- приложения.

Текстовая часть проекта может содержать результаты научных исследований, в этом случае объем проекта может быть увеличен до 100 страниц. Содержание научно-технического раздела определяется студентом совместно с руководителем.

2 Требования к оформлению проекта

2.1. Виды конструкторских документов

К конструкторским документам, согласно ГОСТ 2.102–68, относят графические и текстовые документы, которые в отдельности или в совокупности определяют состав и устройство изделия и содержат необходимые данные для его разработки или изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

Документы подразделяются:

- чертеж детали – документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля;
- сборочный чертеж – документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки и контроля;
- чертеж общего вида – документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его составных частей и поясняющий принцип работы изделия;
- теоретический чертеж – документ, определяющий геометрическую форму изделия и координаты расположения составных частей;
- габаритный чертеж – документ, содержащий контурное (упрощенное) изображение изделия с габаритными, установочными и присоединительными размерами;
- монтажный чертеж – документ, содержащий контурное изображение изделия, а также данные, необходимые для его установки (монтажа) на месте применения. К монтажным чертежам также относят чертежи фундаментов, специально разрабатываемых для установки изделия;
- схема – документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений составные части изделия и связи между ними;
- спецификация – документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта;

– ведомость технического проекта – документ, содержащий перечень документов, вошедших в технический проект;

– пояснительная записка – документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений;

– технические условия – документ, содержащий требования (совокупность всех показателей, норм, правил и положений) к изделию, его изготовлению, контролю, приемке и поставке, которые нецелесообразно указывать в других конструкторских документах;

– программа и методика испытаний – документ, содержащий технические данные, подлежащие проверке при испытании изделий, а также порядок и методы их контроля;

– расчеты – документ, содержащий расчеты параметров и величин;

– инструкция – документ, содержащий указания и правила, используемые при изготовлении изделия (сборке, регулировке, контроле, приемке и т. п.).

2.2 Графическая часть

Основные надписи. Основные надписи конструкторских документов должны выполняться по ГОСТ 2.104–73.

Содержание, расположение и размеры граф основных надписей, дополнительных граф к ним, а также размеры рамок на чертежах и схемах должны соответствовать форме 1, а в текстовых документах – формам 2, 2а, форма 2б – на листах с кодом Д (документы прочие по ГОСТ 2.102 – 73).

Примеры заполнения основной надписи в дипломном проекте даны в приложении.

Обозначение конструкторских документов. ГОСТ 2.201–80 устанавливает единую обезличенную классификационную систему обозначения изделий и их конструкторских документов для всех отраслей промышленности.

Структура обозначения изделия и основного конструкторского документа включает в себя четырехзначный код организации-разработчика, семизначный код классификационной характеристики и трехзначный порядковый номер.

Для документации, используемой внутри предприятия (в том числе эскизов), допускается упрощенная система обозначения. В этом случае структура обозначения основного конструкторского документа (рисунок 2.1) включает в себя условное обозначение изделия (1) и семизначный код (2). Для неосновного конструкторского документа добавляется шифр документа, установленного стандартами ЕСКД (3).

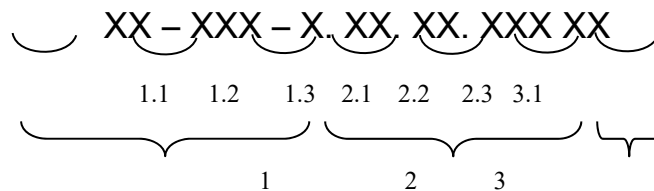
Условное обозначение изделия (1) отделяется от семизначного кода (2) точкой. Двухзначные номера узла, сборочной единицы и трехзначный номер детали в семизначном коде также отделяются точкой. Шифры конструкторских

документов (3): чертеж общего вида – ВО; сборочный чертеж – СБ; пояснительная записка – ПЗ; расчеты – РР; техническое задание – ТЗ; технические условия – ТУ; документы прочие – Д1.

Схемам, входящим в состав конструкторской документации изделия, присваивают шифр, состоящий из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей тип схемы.

Виды схем: схема кинематическая – К; схема гидравлическая – Г; схема пневматическая – П; схема электрическая – Э; схема газовая – Х; схема вакуумная – В; схема оптическая – Л; схема энергетическая – Р; схема деления – Е; схема комбинированная – С.

Типы схем: структурная – 1; функциональная – 2; принципиальная – 3; соединений – 4; подключения – 5; общая – 6; расположения – 8; объединенная – 0.



1.1 – буквенное обозначение изделия; 1.2 – номер модели (характерный параметр); 1.3 – номер модификации изделия; 2.1 – порядковый номер узла изделия; 2.2 – порядковый номер сборочной единицы, входящей в узел; 2.3 – порядковый номер детали, входящей в сборочную единицу; 3.1 – шифр документа

Рисунок 2.1 – Система обозначения

Примеры обозначения конструкторских документов приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Обозначение конструкторских документов

Название документа	Обозначение документа	Наименование изделия
1	2	3
Чертеж общего вида скрепера ДЗ–101 с модернизацией	ДЗ–101–1.00.00.000 ВО	Скрепер. Чертеж общего вида
Чертеж задней стенки этого скрепера	ДЗ–101–1.03.00.000 СБ	Стенка задняя. Сборочный чертеж
Чертеж ролика задней стенки в сборе	ДЗ–101–1.03.04.000 СБ	Ролик в сборе . Сборочный чертеж
Чертеж крышки ролика	ДЗ–101–1.03.04.002	Крышка

Окончание таблицы 2.1

1	2	3
Чертеж гидравлической принципиальной схемы скрепера	ДЗ–101–1.00.00.000 ГЗ	Скрепер. Схема гидравлическая принципиальная
Чертеж электрической функциональной схемы скрепера	ДЗ–101–1.00.00.000 Э2	Скрепер. Схема электрическая функциональная
Чертеж кинематической принципиальной схемы скрепера	ДЗ–101–1.00.00.000 КЗ	Скрепер. Схема кинематическая принципиальная
Чертеж схемы производства работ	ДЗ–101–1.00.00.000 Д1	Скрепер. Схема производства работ. Документы прочие
Чертеж операционных эскизов	ДЗ–101–1.03.04.002 Д2	Крышка. Эскизы операционные. Документы прочие

Общие правила выполнения чертежей. Общие требования к чертежам устанавливает ГОСТ 2.109–73. На стадиях разработки, включающих техническое предложение (ГОСТ 2.118–73), эскизный проект (ГОСТ 2.119–73) и технический проект (ГОСТ 2.120–73), разрабатываются чертежи общего вида изделия. На завершающей стадии разрабатывается рабочая документация на основании чертежа общего вида: сборочные чертежи, спецификации, чертежи отдельных деталей, а при необходимости монтажный и габаритный чертежи.

2.3 Текстовая часть

Построение текстовых документов. Текстовая часть пояснительной записки выполняется, согласно ГОСТ 2.105–95, на одной стороне листа машинописным способом через полтора интервала.

Расстояние от рамки формы до границ текста следует оставлять: 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 должно быть не менее 10 мм.

Текст документа при необходимости разделяют на разделы и подразделы.

Разделы должны иметь порядковые номера в пределах всего документа, обозначенные арабскими цифрами без точки.

Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела.

Номера подразделов состоят из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой: 1.1; 1.2; 1.3 и т. д.

Содержащиеся в тексте пункта или подпункта перечисления требований, указаний, положений обозначают знаком «←» или строчными буквами со скобкой, например: –.....;–.....; или а); б); в) и т. д.

Каждый пункт, подпункт или перечисление записывают с абзаца.

Наименования разделов и подразделов должны быть краткими.

Наименования разделов записывают в виде заголовков с абзацевого отступа с прописной буквы. Наименование подразделов записывают в виде заголовков (с абзаца) строчными буквами (кроме первой прописной).

Переносы слов в заголовке не допускаются. Точку в конце заголовка не ставят. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

Расстояние между заголовком и текстом при выполнении машинописным способом должно быть равно 1,5 интервалам, при выполнении рукописным способом – 15 мм. Расстояние между заголовками раздела и подраздела, если между ними нет текста, – 3 интервала (8...10 мм).

Каждый раздел текстового документа рекомендуется начинать с нового листа (страницы).

На первом заглавном, и при необходимости на последующих листах, помещают содержание, включающее номера и наименования разделов и подразделов с указанием номеров листов.

Слово «**Содержание**» записывают в виде заголовка (симметрично тексту) с прописной буквы. Наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, кроме первой прописной, с абзаца.

В конце текстового документа приводится список используемых источников, который включают в содержание.

2.4 Оформление списка литературы

В конце текстового документа приводится список литературы, которая была упомянута в тексте. Выполнение списка и ссылки на него в тексте регламентируются ГОСТ 7.1–84.

Прописными буквами симметрично тексту пишется **Список литературы**, затем указываются сами источники.

Книги

Однотомные издания

Одного, двух, трех авторов

Каттрелл, А. Х. Дислокации и пластическое течение в кристаллах / А. Х. Каттрелл. – М. : Metallurgizdat, 1958. – 264 с.

Портной, К. И. Дисперсно-упрочненные материалы / К. И. Портной, Б. Н. Бабич. – М. : Metallurgiya, 1974. – 200 с.

Четырех и более авторов

Порошковая металлургия. Материалы, технология, свойства, область применения : справочник / И. М. Федорченко [и др.] ; отв. ред. И. М. Федорченко. – Киев : Наукова думка, 1985 . – 624 с.

Книги под общей редакцией

Курс общей физики : учебник для вузов / Под общ. ред. Г. Ф. Бутусова. – 2-е изд., перераб. – Л. : Наука, 1982. – 328 с. : ил.

Многотомные издания

Документ в целом

Композиционные материалы : в 2 т. / Ф. Д. Верятин [и др.]. – М. : Машиностроение, 1988.

Отдельный том

Хауфе, К. Реакции в твердых телах и на их поверхности : пер. с нем. : в 2 т. / К. Хауфе. – М. : ИЛ, 1963. – Т. 2. – 275 с.

Учебники, учебные и справочные пособия

Верятин, Ф. Д. Композиционные материалы : справочник в 2 т. / Ф. Д. Верятин, Н. Г. Рябцев, Г. В. Малышев ; под общ. ред. З. Н. Костюшко. – М. : Машиностроение, 1988. – Т. 2. – 503 с.

Композиционные материалы : справ. / Под ред. Д. М. Карпиноса. – Киев: Наукова думка, 1985. – 592 с.

Патентные документы

Способ получения дисперсно-упрочненных материалов : а. с. № 360585725/ 08 / Б. В. Вайцеховский, В. А. Харченко. Оpubл. 11.10.81.

Способ получения дисперсно-упрочненного оксидами сплава с высокой электропроводностью : пат. РФ 2064378 / Ж. К. Хоригути Оpubл. 12.11.80.

Депонированные научные работы

Ильин, М. В. «Электронное правительство» в контексте технологии политического маркетинга / М. В. Ильин, Е. О. Аркадьев ; Акад. упр. при Президенте Респ. Беларусь. – Мн., 2005. – 70 с. : схемы. – Библиогр. : с. 67–68 (16 назв.) – Рус. – Деп. в БелИСА 13.06.02, № 145238.

Отчеты о НИР

Создание, исследование принципиально новых видов механических передач и методик восстановления узлов машин : отчет о НИР (заключ.) / Бел.-Рос. ун-т ; рук. Д. М. Макаревич ; исполн. : П. Н. Громыко [и др.]. – Могилев, 2005. – 105 с. – Библиогр. : с. 104–105. – № ГР 20011115. – Инв. №38546.

Статьи из книги или разового издания, тезисы докладов и материалов конференции

Исследование порошковой меди, упрочненной окисью алюминия / В. П. Елютин [и др.] // Порошковая металлургия : сб. науч. тр. Всесоюзной межвузовской конф. – Куйбышев, 1963. – С. 243–258.

Ловшенко, Г. Ф. Особенности глубокого сверления дисперсно-упрочненных медных сплавов / Г. Ф. Ловшенко, А. И. Хабибуллин, В. Ф. Пацей // *Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы междунар. науч.-техн. конф.* – Могилев : Бел.-Рос. ун-т, 2004. – Ч.1. – С. 173–174.

Статья из сериального Бел.-Рос. ун-т издания

Ловшенко, Ф. Г. Получение, состав, структура и свойства механически легированных дисперсно-упрочненных материалов / Ф. Г. Ловшенко, Г. Ф. Ловшенко // *Теория и практика машиностроения.* – 2004. – № 3. – С. 6–11.

Диссертация

Вишняков, И. В. Модели и методы оценки коммерческих банков в условиях неопределенности : дис. канд. экон. наук : 08.00.13 : защищена 12.02.02 : утв. 24.06.02 / Вишняков Илья Владимирович. – М., 2002. – 234 с. – Библиогр. : с. 220–230. – 48 с.

Автореферат диссертации

Томило, А. П. Температурный режим штампов горячей штамповки : автореф. дис. ...канд. техн. наук. – Мн. : 1975. – 32 с.

Стандарт

ГОСТ 7.1–2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – М. : ИПК Изд-во стандартов, 2004. – 48 с.

Электронные публикации на физическом носителе

Большие и малые библиотеки России [Электрон. ресурс] : справочник / Рос. библиот. ассоц. – Электрон. текстовые дан. (557 байт). – М. : Либерия, 2003. – 1 CD-ROM.

Электронные публикации в интернете

Библиотека электронных ресурсов исторического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова [Электрон. ресурс] / Ред. В. Румянцев. – М., 2001. – Режим доступа : <http://hronos.km.ru/proekty/mgu>.

Примечание

Сокращаются следующие названия городов: Москва – М.; Санкт-Петербург – СПб.; Ленинград – Л.; Ростов на Дону – Ростов н/Д.

3 Содержание дипломного проекта

Введение. Во введении обосновывается актуальность выполнения данной проектной работы и целесообразность выбранной темы, определяются цели и задачи проекта. Излагаются общие этапы проектирования ТС.

Назначение, условия и режимы работы ТС. Приводится описание условий эксплуатации проектируемого ТС – транспортных, дорожных, климатических. Транспортные условия определяются видом перевозимых

грузов (или пассажиров), расстоянием перевозок, условиями погрузки и выгрузки. Дорожные условия характеризуются категорией дорог, видом дорожного покрытия, его состоянием, рельефом местности, интенсивностью движения. Климатические условия определяются характеристиками климатической зоны, для которой предназначено ТС.

На основании описания условий эксплуатации устанавливаются характеризующие их параметры, определяющие режимы работы механизмов и систем ТС. В число таких параметров входят: коэффициент сопротивления качению, уклон профиля дороги, коэффициент сцепления колес с дорогой, температура, давление и влажность воздуха, среднесуточный пробег, плечо ездки, ограничение на скорость движения и др. Необходимо указать диапазоны изменения этих параметров и время работы или пробег на дорогах с различными значениями параметров.

Разработка технического задания на проектирование ТС. Выбор системы показателей качества. Технический уровень ТС определяется его выходными параметрами, которыми являются показатели качества и эффективности. Их формирование осуществляется на основе стандартов системы показателей качества продукции изделий автомобильной промышленности. На их основе для каждой группы показателей необходимо выбрать некоторое количество наименований технических требований, позволяющих провести сравнительный анализ различных схем и конструкций и разработать технические решения проектируемого ТС, его механизмов и систем.

На различных этапах проектирования используются различные показатели качества. На ранних стадиях обычно применяются качественные показатели, поскольку количественная их оценка еще невозможна. По мере углубления разработки проекта появляется возможность количественной оценки сравниваемых вариантов.

При разработке дипломного проекта качественные показатели применяются на этапах выбора технических решений, а количественные – при определении и выборе основных параметров ТС и конструктивных параметров механизмов и систем.

Разработка технических требований к автомобилю. Содержание технического задания определяется ГОСТ 15.001–88. В данном разделе по материалам выбора системы показателей качества необходимо сформировать количественные оценки показателей качества и эффективности. Значения этих показателей составляют нормативную основу технических требований к автомобилю, используемую при оценке технико-экономических показателей разрабатываемого проекта.

Технические требования являются основной частью технического задания (ТЗ) на проектирование автомобиля. На основе ТЗ осуществляется постановка

задач дипломного проекта. Технические требования и используемые ограничения для проектируемого автомобиля и автомобиля-аналога, а также для разрабатываемых механизмов помещаются на левой половине листа 1 графической части непосредственно под наименованием темы дипломного проекта.

Выбор технических решений и определение основных параметров автомобиля.

Обзор и анализ существующих конструкций. Дается анализ компоновочных схем и конструктивных решений существующих автомобилей данного типа, класса и назначения. Анализ осуществляется методом экспертных оценок на основе качественных показателей. Наиболее детально рассматриваются существующие конструктивные решения разрабатываемых в дипломном проекте механизмов и систем автомобиля.

Патентный поиск. Поиск производится по патентной литературе. На его основе отбираются наиболее интересные и перспективные технические решения, которые подвергаются анализу методом экспертных оценок. Схемы патентных технических решений приводятся в пояснительной записке, а наиболее перспективные – в графической части проекта.

Обоснование и выбор технических решений. В данном разделе принимаются решения по выбору компоновочной схемы автомобиля, ходовой части (несущей системы, подвески и колес), двигателя, механизмов трансмиссии (сцепления, коробки передач, раздаточной коробки, карданных передач, главной передачи и приводов ведущих колес), системы управления трансмиссией, рулевого управления и тормозной системы. Принятые технические решения и сравниваемые компоновочные схемы автомобиля и разрабатываемых механизмов приводятся на листе 2 графической части. Там же даются таблицы сравнительных оценок.

При разработке листа 2 особый акцент следует сделать на обосновании технических решений разрабатываемых механизмов. Компоновочные схемы автомобиля должны занимать не более 1/4 части листа. Основное место на листе необходимо отвести схемам и конструкциям разрабатываемых механизмов и систем.

Определение основных параметров автомобиля и его механизмов. Для автомобиля определяются масса, база, колесная формула, тип и параметры шин, геометрические параметры автомобиля, тип и параметры характеристик двигателя, структура трансмиссии и параметры её механизмов. Для двигателя определяются максимальная мощность, максимальный вращающий момент, частоты вращения коленчатого вала при максимальной мощности и максимальном моменте, минимальный удельный расход топлива. По этим данным выбирается двигатель из числа существующих. Затем определяются передаточные числа трансмиссии (главной передачи, коробки передач,

раздаточной коробки). Для сцепления выбираются стандартные размеры фрикционных накладок и определяются число пар трения, нажимное усилие, параметры привода управления (ход и усилие на педали сцепления). Для рулевого управления определяются передаточное число рулевого механизма, углы поворота управляемых колес и радиус поворота автомобиля. Для тормозной системы определяются необходимые тормозные моменты на колесах автомобиля на режиме обеспечения экстренного торможения при условии рационального использования сцепления колес с дорогой с учетом перераспределения нормальных реакций дороги. Для подвески определяются параметры упругих элементов и перемещения колес.

Синтез структуры и разработка кинематической схемы трансмиссии.

На основе системы критериев сложности и нагруженности (могут использоваться и другие критерии) осуществляется синтез структуры кинематической схемы коробки передач. Если структура коробки передач сложная, следует рассмотреть все возможные варианты иерархических графов структуры её кинематической схемы.

В результате анализа по принятым критериям различных вариантов кинематических схем трансмиссии выбирается наилучший вариант, определяются числа зубьев всех шестерен трансмиссии и корректируются передаточные числа механизмов трансмиссии.

Затем проводится анализ кинематических характеристик и нагруженности элементов трансмиссии (абсолютных и относительных скоростей, передаваемых вращающих моментов, КПД и других параметров).

Возможен выбор кинематической схемы трансмиссии (коробки передач) на основе анализа патентной литературы. В этом случае необходимо выполнить обоснование выбора на основе анализа преимуществ и недостатков по принятому комплексу показателей в сравнении с аналогом или существующим вариантом.

Кинематическая схема трансмиссии и таблицы параметров ее основных элементов приводятся на листе 5. В таблицах даются передаточные числа всех механизмов трансмиссии и формулы для их определения, указываются включаемые механизмы управления на каждой передаче.

На этом же листе приводятся функциональные и принципиальные схемы разрабатываемых в дипломном проекте механизмов автомобиля.

Оценка тягово-скоростных свойств и топливной экономичности автомобиля. В данном разделе производится сравнение прототипа и проектируемого автомобиля. При этом используются следующие критерии:

- максимальная скорость автомобиля;
- условная максимальная скорость;
- динамический фактор при максимальной скорости;
- максимальное значение динамического фактора на высшей передаче и соответствующая ему критическая скорость;

- максимальное значение динамического фактора на низшей передаче и соответствующая ему критическая скорость;
- максимальный преодолеваемый уклон;
- время разгона на участке пути 400 м;
- время разгона на участке пути 1000 м;
- время разгона до заданной скорости;
- время разгона на высшей передаче;
- контрольный расход топлива на двух скоростях;
- расход топлива при движении по условному ездовому циклу.

Результаты вычислений и анализа в виде таблиц приводятся в пояснительной записке, а графики полученных характеристик представляются на листе 4. На нем изображаются: внешние скоростные характеристики двигателя; динамическая характеристика автомобиля; характеристики ускорения; характеристики разгона; топливные характеристики. Для наглядного сравнения достигнутых результатов указанные характеристики приводятся для проектируемого автомобиля и автомобиля-аналога. На графиках динамической характеристики и характеристик разгона отображаются показатели тягово-скоростных свойств и топливной экономичности проектируемого автомобиля. На листе 4 также приводится таблица сравнения этих показателей с показателями автомобиля-аналога.

Конструкторское проектирование.

Разработка общего вида автомобиля. При разработке общего вида автомобиля необходимо учитывать требования дизайна, технические требования по соблюдению законодательных ограничений и предписаний в отношении габаритных размеров, осевых нагрузок и др. В данном разделе определяют геометрические формы и габариты автомобиля, проектируют рабочее место водителя, планировку салона автобуса по ГОСТ 27815–88, размеры платформы по ГОСТ 27226–90.

Общий вид автомобиля приводится на листе 3 графической части. На общем виде автомобиля необходимо показать штриховыми линиями взаимное расположение на автомобиле двигателя, трансмиссии, подвески, рулевого механизма. Из размерных параметров указываются: габаритная длина, ширина и высота; погрузочная высота, высота седла тягача или пола автобуса; высота подножек; высота бортов; колея передних и задних колес; база; база тележки, передний и задний свесы и их углы; просветы под мостами и радиусы продольной и поперечной проходимости; внутренняя длина и ширина кузова; ширина дверей; ширина сидений; расстояние от подушек сидений до крыши и др. Кроме этого, на чертеже общего вида помещается таблица с технической характеристикой автомобиля.

Установка механизмов на автомобиле. Описываются особенности монтажа механизмов на автомобиле и их взаимосвязи с другими механизмами. Излагаются вопросы защиты механизмов от повреждений, виброизоляции и шумопоглощения, предотвращения вредных выбросов и защиты окружающей среды.

Разработка компоновок механизмов автомобиля. В данном разделе приводится описание конструкции и принципа действия проектируемых механизмов. При описании принципа действия приводятся схемы основных элементов механизмов и эскизы фрагментов конструкции. На чертежах сборочных единиц в качестве технических требований указываются условия сборки, регулировки и испытаний. Более подробно описание этих операций приводится в пояснительной записке. С целью более глубокого и полного раскрытия конструктивных решений на компоновочных и монтажных чертежах показываются конструкторские и технологические особенности деталей (разрезы для понимания формы всех деталей, фаски, канавки для выхода инструмента и др.). Компоновочные и монтажные чертежи должны полностью раскрывать конструктивные особенности устройств и взаимодействие всех элементов проектируемых механизмов.

Выбор материалов и способов упрочнения основных деталей. В этом разделе необходимо обосновать выбор материалов для основных деталей (корпусных, валов, зубчатых колес, дисков, фланцев и др.). Следует кратко описать технологию термической и химико-термической обработки и механических способов упрочнения поверхностей деталей.

Назначение допусков и посадок соединений деталей. Допуски и посадки выбираются исходя из назначения изделия и для обеспечения его работоспособности. С целью обеспечения взаимозаменяемости деталей по геометрическим размерам необходимо выбрать номинальные размеры, допуски и шероховатости поверхностей соединений основных деталей: резьбовых и шлицевых соединений, соединений с помощью подшипников качения, скольжения и др.

Анализ размерных цепей. Необходимо определить допуски и предельные отклонения составляющих звеньев исходя из номинального размера и допуска на замыкающую деталь сборочной единицы.

Научно-исследовательская часть проекта.

Постановка задач. Необходимо обосновать, какие из технических требований, указанных в ТЗ на автомобиль, должны быть использованы в качестве критериев оценки совершенства конструкции, какие конструктивные параметры следует изменять. Определить ограничения (прямые или косвенные), накладываемые на изменяемые параметры, сформировать при необходимости целевую функцию. Выбрать способ решения поставленной задачи.

Математическое моделирование и определение конструктивных параметров механизмов. В данном разделе приводится описание математических моделей, использованных или разработанных для решения задач функционального проектирования механизмов. Математическая модель должна быть нацелена на решение поставленной задачи – выбора рациональных конструктивных параметров. В качестве математической модели могут быть

любые математические зависимости (линейные и нелинейные и алгебраические уравнения, обыкновенные дифференциальные уравнения и др.), таблицы, графы. Должны быть описаны методы получения математической модели: допущения, применяемые при её разработке; методы, использованные при проведении вычислительных экспериментов на основе принятой математической модели.

Изменяя конструктивные параметры механизмов, необходимо обеспечить требуемые значения критериев оценки. При этом используются либо оптимизационные алгоритмы, либо методы перебора значений определяемых параметров. Результаты анализа приводятся в виде трафиков в графической части и таблиц в пояснительной записке. На их основе делается выбор конструктивных параметров проектируемого механизма.

Результаты исследований в виде необходимых графиков, схем, алгоритмов, таблиц приводятся на листе 6.

Оценка надежности и долговечности основных деталей. Приводятся схемы и динамические модели и определяются режимы нагружения деталей механизмов. Используя оптимизационные алгоритмы или методы перебора, определяются и выбираются такие конструктивные параметры, при которых обеспечивается заданная долговечность конструкции.

Технологическое проектирование. В данном разделе разрабатывается технологический процесс изготовления одной из деталей проектируемого механизма. Ее рабочий чертеж представляется в графическом материале проекта. Необходимо обосновать способ получения заготовки; разработать технологический маршрут обработки детали; произвести нормирование времени обработки и определить тип производства; выбрать модели технологического оборудования и параметры инструмента; определить припуски на механическую обработку.

В пояснительной записке представляются эскизы последовательности получения заготовки, а карты маршрутного технологического процесса приводятся в приложении.

Технико-экономическое обоснование проектируемого автомобиля. Рыночные условия требуют создания конкурентоспособных автомобилей. Вновь создаваемый автомобиль призван обеспечить экономические преимущества и обладать техническим совершенством по сравнению с заменяемым аналогом. В этой связи необходимо обосновать повышение потребительских свойств создаваемого автомобиля: надежности, безопасности, экологичности, комфортабельности. Целесообразно уделить внимание повышению показателей эффективности, производительности, снижению расходов топлива на выполнение транспортной работы и т. д.

Для оценки целесообразности создания нового автомобиля или модернизации существующего желательно составить бизнес-план, в который должны входить: анализ возможности инвестиций и капиталовложений; результаты маркетинговых исследований; анализ конъюнктуры рынка и т. д. При необходимости производится расчет ожидаемого экономического эффекта.

Разрабатываемый автомобиль должен обладать конкурентоспособностью и в полной мере обеспечивать потребительские качества. Следует учесть заинтересованность и спрос на создаваемый автомобиль со стороны заказчика и потребителя. При этом необходимо аргументировать потребительские свойства автомобиля, обосновать его рыночную стоимость и другие экономические показатели.

В разделе обязательно следует отразить преимущества новой конструкции как для потребителя, так и для производителя.

В первом случае особое внимание обращается на степень удовлетворения потребности (качества), экономичность (издержки эксплуатации), эффективность изделия для потребителя (срок возврата инвестиций). Анализируя качество, следует выделить аспект, наиболее интересующий потребителя: функциональность, надежность, удобство эксплуатации и дизайн.

Во втором случае следует отразить технологичность конструкции, степень ее приемственности, конкурентоспособность и прибыльность для предприятия. Под прибыльностью понимают дополнительную прибыль от нового изделия, которая может быть получена, если сумма прибыли от продаж нового изделия будет превышать затраты на проектирование и освоение. Поэтому нужно оценить спрос на новое изделие и возможности повышения цены за счет качественных характеристик по сравнению с аналогом.

Оценка конкурентоспособности и анализ сроков возврата инвестиций отражены в экономическом разделе [51].

Основные результаты, достигнутые при выполнении проекта, выносятся в таблицу, помещаемую на листе 1 графической части. При этом в таблице обязательно следует указать сроки возврата инвестиций и экономический эффект от использования разработанного конструктивного решения.

Безопасность и экологичность проекта. В данном разделе указываются задачи, стоящие перед автомобилестроением в области безопасности жизнедеятельности; анализируется соответствие разрабатываемого автомобиля требованиям безопасности; разрабатываются технологические и организационные мероприятия по повышению безопасности; рекомендуются мероприятия по уменьшению вредных воздействий на окружающую среду. В заключении дается мотивированное обоснование о соответствии разработанного автомобиля и его механизмов современным требованиям безопасности и экологичности.

Заключение. В заключении излагаются основные результаты, достигнутые в процессе разработки автомобиля, и подводятся итоги выполненной работы. Приводятся значения оценочных показателей проектируемого автомобиля и отмечается их улучшение в сравнении с показателями прототипа или аналога в абсолютных и относительных величинах (процентах). Результаты сравнительного анализа проектируемого автомобиля или аналога по всему комплексу показателей эффективности и качества, включая показатели экономической эффективности, безопасности, экологичности, сводятся в таблицу и дается краткий подытоживающий комментарий. Указывается, за счет каких конструктивных решений достигнуто улучшение конкретных показателей.

Список литературы

1 **Тарасик, В. П.** Теория автомобилей и двигателей : учебное пособие / В. П. Тарасик, М. П. Бренч. – 2-е изд., испр. – Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. – 448 с.

2 **Стуканов, В. А.** Основы теории автомобильных двигателей и автомобиля: учебное пособие / В. А. Стуканов. – Москва: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2013. – 368 с.

3 **Анопченко, В. Г.** Практикум по теории движения автомобиля: учебное пособие / В. Г. Анопченко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Красноярск : Сиб. федер. ун-т, 2013. – 116 с.

4 Конструкция и эксплуатационные свойства ГИТТМО. Теория автомобиля: учебное пособие / Новосиб. гос. аграр. ун-т, инженер. ин-т; сост.: С. П. Матяш, П. И. Федюнин. – Новосибирск: НГАУ, 2013. – 112 с.

5 **Тарасик, В. П.** Теория автомобилей и двигателей: учебное пособие / В. П. Тарасик, М. П. Бренч. – 2-е изд., испр. – Москва: ИНФРА-М; Минск: Новое знание, 2013. – 448 с.

6 **Набоких, В. А.** Испытания автомобиля: учебное пособие / В. А. Набоких. – 2-е изд. – Москва: ФОРУМ; ИНФРА-М, 2015. – 224 с.