

Министерство образования Республики Беларусь
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Кафедра "Двигатели внутреннего сгорания"

В.В. Альферович
В.А. Бармин

ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ
методические указания
для студентов специальности 1-37 01 01
"Двигатели внутреннего сгорания"

Минск 2015

УДК 621.43.001.66(075.8)

ББК 31.365я73

Д 46

Рецензенты:

Кусяк В.А, Буко Е.В.

Методические указания по дипломному проектированию для студентов специальности 1– 37.01.01 «Двигатели внутреннего сгорания» отражают порядок организации, проведения дипломного проектирования и требования к дипломному проекту, его содержанию и оформлению. Указания включают в себя общие положения, в которых определены цели дипломного проектирования и процедуры формирования тем дипломных проектов. В издании приведены обязанности руководителя, консультанта и рецензента дипломного проекта. Весь изложенный материал базируется на существующих нормативных документах ЕСКД, ЕСТД и других, а также принятых в области высшего образования и в техническом университете, а также применительно к технической специальности «Двигатели внутреннего сгорания».

ВВЕДЕНИЕ

Дипломный проект – заключительная творческая стадия учебного процесса по подготовке инженеров-механиков специальности “Двигатели внутреннего сгорания”. Во время его выполнения студент должен закрепить теоретические и практические знания, полученные им за время учёбы в университете, и проявить умение самостоятельно решать инженерные задачи по конструированию, испытанию и эксплуатации двигателей внутреннего сгорания.

Выполнение дипломного проекта по двигателям внутреннего сгорания должно способствовать приобретению студентами опыта и конструкторских навыков при разработке новых машин, развить умение решать технические и экономические вопросы, возникающие при проектировании.

Одновременно будущему молодому специалисту даётся возможность показать свои возможности, технический кругозор и подготовленность к последующей инженерной деятельности.

Темы дипломных проектов разрабатываются профилирующей кафедрой с учётом предложений моторостроительных заводов и закрепляются за студентами приказом по университету перед началом дипломного проектирования.

Тематика дипломных проектов включает:

- а) разработку новых двигателей внутреннего сгорания для автомобилей, тракторов, мотоциклов и другой транспортной и тяговой техники;
- б) разработку модернизированных двигателей для таких же машин;
- в) разработку специальных и перспективных двигателей: роторно-поршневых, газотурбинных, с внешним сгоранием, бесшатунных и др.;
- г) разработку оборудования для испытания двигателей;
- д) в качестве дипломного проекта может быть представлена научно-исследовательская тема.

Основанием для выполнения проекта служит “Задание на дипломный проект”, которое выдаётся кафедрой в соответствии с приказом ректора университета. В “Задании на дипломный проект” указывается наименование темы и специального задания, исходные данные к проекту, а также краткое содержание расчётно-пояснительной записки, перечень графического материала, примерный календарный график и срок выполнения законченного дипломного проекта. В задании также указываются вид и основной показатель машины, для которой предназначается двигатель. Выбор других показателей, необходимых для расчёта студент обосновывает.

Исходные данные к проекту включают два раздела:

1. Исходные данные по назначению машины (транспортная, для пахоты, для работы в карьерах и др.) и по условиям работы (климатические – средняя, жаркая, тропическая и арктическая зоны).
2. Основные технические показатели по проектируемому двигателю и специальному заданию.

Специальное задание даётся для более глубокой проработки студентом какой-либо части проекта, связанной с разработкой узла, агрегата или решением технического вопроса, улучшающей технические характеристики двигателя.

В качестве спецзадания может быть исследовательская работа, выполняемая студентом на кафедре или на заводе во время прохождения преддипломной практики.

Дипломное проектирование состоит из пяти этапов.

На первом этапе проектирования утверждается задание на проектирование, уточняются исходные данные проекта, подбирается необходимый материал, изучаются конструктивные особенности двигателей, близких к проектируемому двигателю. Даётся обоснование выбора основных параметров и типа двигателя.

Второй этап проектирования заключается в проведении тягового расчёта машины (при необходимости), теплового и динамического расчётов двигателя.

В результате тягового расчёта определяются основные показатели двигателя – максимальная мощность и соответствующая ей частота вращения коленчатого вала.

Тепловой расчёт двигателя даёт возможность определить основные параметры цилиндрично-поршневой группы: диаметр и ход поршня, а также позволяет построить индикаторную диаграмму.

При проведении динамического расчёта двигателя определяются силы, действующие в кривошипно-шатунном механизме, необходимые для прочностного расчёта деталей двигателя.

Третьим этапом проектирования является компоновка двигателя, разработка агрегатов, узлов и деталей. На этом этапе начинается выполнение специального задания.

Четвёртый этап проектирования состоит в проведении расчёта на прочность деталей кривошипно-шатунного механизма, а также расчёта всех систем и механизмов: механизма газораспределения, систем смазывания, охлаждения, питания, пуска. Заканчивается выполнение специального задания. Все расчёты должны выполняться в Международной системе единиц (СИ).

Пятый этап – заключительный. Он включает следующее:

- а) расчёт экономической целесообразности производства и эксплуатации проектируемого двигателя;
- б) разработку технологической части проекта;
- в) разработку мероприятий по технике безопасности, охране труда, и охране природы.

Работу над дипломным проектом студент начинает в период преддипломной практики, где собирает необходимый материал и проводит предварительную компоновку двигателя. В это время должны быть изучены и учтены современные тенденции в развитии автотракторного двигателестроения с широким внедрением новейших достижений мировой науки и техники, мероприятий и новых решений по увеличению мощности, экономичности,

надёжности, долговечности и улучшению экологических показателей новых конструкций двигателей.

Ход выполнения проекта студентом контролируется кафедрой. Выполненный в установленные сроки дипломный проект рассматривается на кафедре и в случае положительного заключения защищается студентом перед Государственной экзаменационной комиссией (ГЭК).

1 ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Дипломный проект – выпускная квалификационная работа студента, предназначенная для объективного контроля степени формирования знаний, умений и навыков решать типовые задачи по видам профессиональной деятельности, установленным образовательным стандартом специальности (проектно-конструкторской, производственно-технологической и др.), и предусматривающая синтез физического или идеального объекта проектирования (системы в широком значении, устройства, технологического процесса, компьютерной программы и т. п.), который оптимально отвечает требованиям задания на квалификационную работу.

Квалификация – подготовленность работника к профессиональной деятельности для выполнения работ определенной сложности в рамках профессии, специальности, специализации (ОКРБ 011-2009).

Нормативные документы в сфере образования – законодательные, правовые акты и другие документы, определяющие требования к участникам образовательного процесса и их взаимодействию (по СТБ 22.0.4-2005).

Образовательный стандарт – нормативный документ по стандартизации, устанавливающий на основе потребностей личности, общества и государства обязательный минимум содержания образовательной программы, максимальный объем учебной нагрузки обучающихся, требования к уровню подготовки и аттестации выпускников учебных заведений определенной ступени (уровня) образования (по РД РБ 02100.0.001-2000).

Профессиональная деятельность – трудовая деятельность по определенной профессии, взаимообусловленная с видами экономической деятельности (ОКРБ 011-2009).

Профессия – род трудовой деятельности, требующий определенных знаний и навыков, приобретаемых путем обучения и практического опыта (ОКРБ 006-2009).

Специализация - составляющая специальности, обусловленная видом применяемых знаний и особенностями профессиональной деятельности в рамках специальности или ее направления (ОКРБ 011-2009).

Специальность – вид профессиональной деятельности, требующей определённых знаний, навыков и компетенций, приобретаемых путём обучения и практического опыта, - подсистема группы специальностей (ОКРБ 011-2009). Остальные определения – в соответствии с СТБ 22.0.1-96.

2 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Дипломное проектирование – заключительный этап обучения студентов, в высшем учебном заведении и имеет своей целью:

- систематизацию, закрепление, расширение теоретических знаний и практических навыков по специальности и применение их для решения конкретных инженерных и научных задач;
- формирование навыков самостоятельной проектно-конструкторской или исследовательской работы и овладение методикой проектирования или научного исследования;
- приобретение навыков обобщения и анализа результатов, полученных другими разработчиками или исследователями;
- выявление уровня подготовленности студента для самостоятельной работы на производстве, в проектных и научно-исследовательских организациях и учреждениях.

К дипломному проектированию допускаются студенты, успешно сдавшие государственный экзамен по специальности.

При решении крупной отраслевой или технической задачи возможно создание коллективов студентов из двух-трех человек, для выполнения общей темы, при этом каждый студент выполняет свое конкретное задание в соответствии с общей задачей.

Дипломный проект считается имеющим практическую значимость в следующих случаях:

- имеется авторское свидетельство (или положительное решение о его выдаче) или диплом (грамота) выставки, удостоверение на рационализаторское предложение, суть которых является базой для решения основной части дипломного проекта;
- решение дипломного проекта является технической разработкой запатентованной идеи;
- имеется запрос предприятия на полную или частичную передачу материалов дипломного проекта для их реализации или письмо организации, подтверждающее принятие к внедрению выполненного студентом проекта;
- материалы дипломного проекта используются в хозяйственной или государственной научно-исследовательской работе, а также в качестве учебной компьютерной программы и т.п.

Рекомендуется выполнять сквозное проектирование, при котором тема (или часть ее) последовательно разрабатывается в курсовом, а затем и в дипломном проектах с постепенным расширением и углублением темы.

Дипломный проект рекомендуется выполнять с применением современных информационных технологий.

3 ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ОБЯЗАННОСТИ РУКОВОДИТЕЛЯ, КОНСУЛЬТАНТА, РЕЦЕНЗЕНТА

3.1 Формирование и утверждение тем дипломных проектов

Тематика дипломных проектов должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки и техники в области двигателестроения и эксплуатации двигателей, должна быть связана с решением конкретных задач организаций и учреждений, в том числе по запросам реального сектора экономики на основе сборника технического, технологического и экономического характера предприятий.

Тематика дипломных проектов определяется выпускающей кафедрой, учитывает задачи в области двигателестроения и эксплуатации двигателей, формируется по предложениям предприятий, организаций и самих студентов. При определении тематики следует уделять достаточно внимания вопросам экологии, ресурсо- и энергосбережения, использованию нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Темы дипломных проектов, как правило, должны быть связаны с содержанием будущей работы специалиста и должны соответствовать его целевой подготовке. Тематика дипломных проектов обсуждается на заседании кафедры.

Кафедра ежегодно обновляет перечень тем дипломных проектов и доводит его до сведения студентов, путем размещения перечня тем в доступном для обозрения месте (на информационных стендах кафедры) не позднее, чем за месяц до начала преддипломной практики.

Студентам предоставляется право выбора темы дипломного проекта. Студент может сам предложить тему дипломного проекта. В этом случае он должен обратиться к заведующему кафедрой не позднее, чем за два месяца до начала преддипломной практики с письменным заявлением, в котором обосновывается целесообразность выполнения проекта по предложенной теме. При положительном решении вопроса тема дипломного проекта включается в перечень тем кафедры.

Выбрав тему из перечня тем дипломных проектов, студент подает заявление на имя заведующего кафедрой по форме согласно Приложению А не позднее первого дня начала преддипломной практики. Студент имеет право в течение преддипломной практики с согласия руководителя ходатайствовать перед заведующим выпускающей кафедрой о внесении изменений в название темы дипломного проекта.

По каждой теме дипломного проекта заведующий кафедрой определяет руководителя дипломного проекта.

Руководителями дипломных проектов назначаются лица из числа профессорско-преподавательского состава кафедры, преимущественно профессора и доценты, а также научные работники и

Один руководитель может осуществлять руководство не более чем семью дипломными, высококвалифицированные специалисты БНТУ и других учреждений и организаций.

В случае необходимости и по согласованию с руководителем дипломного проекта кафедре предоставляется право приглашать консультантов по отдельным узконаправленным разделам дипломного.

Консультантами по отдельным разделам дипломного проекта, в том числе нормоконтролер, могут назначаться лица из числа профессорско-преподавательского состава кафедры, а также высококвалифицированные специалисты и научные работники БНТУ и других учреждений и организаций.

Консультанты проверяют соответствующий раздел работы, выполненной студентом по дипломному проекту, и ставят на его титульном листе свою подпись.

Утверждаются темы дипломных проектов приказом ректора БНТУ по представлению декана факультета. В случае изменения или уточнения темы дипломного проекта декан факультета на основании представления кафедры ходатайствует о внесении соответствующих изменений в приказ ректора БНТУ.

Темы дипломных проектов, их руководители, а также консультанты по отдельным узконаправленным разделам дипломного проекта по представлению декана факультетов утверждаются приказом ректора БНТУ не позднее первого дня начала дипломного проектирования.

3.2 Контроль хода выполнения дипломного проекта

Документом, определяющим ход выполнения дипломного проекта, является задание на дипломный проект по форме согласно приложения Б. Раздел «Календарный план» задания на дипломный проект включает этапы выполнения дипломного проектирования, а так же распределение объёма работ дипломного проекта. Календарный план, помимо обеспечения контроля за ходом работы над дипломным проектом, призван обеспечить объективную оценку объёма выполненной работы при проведении опроцентовок руководителем дипломного проекта.

Выполнение дипломного проекта осуществляется в сроки, установленными учебным планом БНТУ по специальности (направлению специальности, специализации).

Заведующий кафедрой устанавливает сроки периодического отчета студента по выполнению дипломного проекта. С этой целью кафедра разрабатывает график проверок хода выполнения дипломного проекта. График проверок хода выполнения дипломного проекта доводят до сведения студентов путем размещения графика в доступном для обозрения месте (на информационных стендах кафедры).

В установленные сроки студент отчитывается перед руководителем и/или заведующим кафедрой, которые фиксируют степень готовности дипломного проекта и сообщают об этом декану факультета.

В целях обеспечения контроля со стороны декана факультета по выполнению студентом дипломного проекта заведующий кафедрой по результатам каждой проверки, предоставляет сведения декану факультета.

3.3 Обязанности руководителя дипломного проекта, консультанта, нормоконтролёра, рецензента

Руководитель дипломного проекта обязан:

после издания приказа об утверждении темы дипломного проекта составить и выдать задание на дипломный проект студенту в соответствии с темой дипломного проекта, в том числе совместно со студентом разработать календарный план на весь период дипломного проектирования;

регулярно информировать заведующего выпускающей кафедрой о ходе работы дипломника и при необходимости организовать заслушивание его на заседании кафедры;

рекомендовать студенту необходимую основную литературу, справочные и архивные материалы, типовые проекты и другие источники по теме дипломного проекта;

проводить систематические, предусмотренные календарным планом консультации со студентом, контролировать расчетные и экспериментальные результаты;

контролировать ход выполнения работы и нести свою степень ответственности за ее выполнение вплоть до защиты дипломного проекта;

фиксировать степень готовности дипломного проекта и отмечать соответствие выполненной работы календарному плану;

оценить полноту дипломного проекта, готовность студента к защите в государственной экзаменационной комиссии (далее – ГЭК) и проинформировать об этом заведующего кафедрой, проверить дипломный проект, подписанный студентом, консультантами, подписать его в случае выполнения в соответствии с заданием;

составить отзыв на дипломный проект студента;

оказывать помощь в подготовке доклада об основных результатах, полученных в ходе разработки темы дипломного проекта.

Консультант обязан:

оказывать помощь в формировании задач проектирования, отвечающих содержанию специальности (направления специальности, специализации);

консультировать по вопросам выбора методик решения сформулированных задач, расчета и проектирования, обоснования принимаемых студентом решений;

контролировать сроки выполнения основных этапов проектирования и ставить в известность руководителя дипломного проекта и/или заведующего кафедрой об их нарушении и причинах, вызвавших их;

консультировать студента по теме задания в соответствии с утвержденным графиком;

проверить правильность выполнения выданного задания;

проверить соответствующий раздел выполненного студентом дипломного проекта, и в случае полного выполнения соответствующего раздела дипломного проекта, подписать дипломный проект.

Нормоконтролёр обязан:

проверить соблюдение в разработанной документации норм и требований, установленных в межгосударственных и республиканских стандартах, а также настоящих Методических указаний;

проверить соответствие графических и текстовых документов требованиям действующих технических нормативных и правовых актов;

по результатам проведения нормоконтроля подписать дипломный проект.

За выполнение дипломного проекта и принятые в дипломном проекте решения, правильность всех данных и сделанные выводы отвечает студент - автор дипломного проекта. Студент, представляет руководителю законченный дипломный проект, подписанный им и консультантами.

Руководитель составляет отзыв на дипломный проект. В отзыве должны быть отмечены:

актуальность темы дипломного проекта;

объем выполнения задания;

степень самостоятельности и инициативности студента;

умение студента пользоваться специальной литературой;

способность студента к проектной, технологической, исследовательской, исполнительской, организаторской и другой работе;

возможность использования полученных результатов на практике;

возможность присвоения студенту соответствующей квалификации.

Если руководитель даёт отрицательный отзыв, то вопрос о допуске к защите дипломного проекта решается на заседании кафедры.

Подписанный руководителем дипломный проект направляется на нормоконтроль. На нормоконтроль представляются расчетно-пояснительная записка и графическая часть.

После успешного прохождения нормоконтроля дипломный проект вместе с отзывом руководителя представляется заведующему кафедрой.

Рецензент обязан в рецензии отметить (Приложение Ж):

актуальность темы дипломного проекта;

степень соответствия дипломного проекта заданию;

логичность построения материала;

полноту и последовательность критического обзора и анализа литературы по теме дипломного проекта;

полноту описания методики расчета или проведенных исследований, изложения собственных расчетных, теоретических и экспериментальных результатов, отметка достоверности полученных выражений и данных;

наличие аргументированных выводов по результатам дипломного проекта;

практическую значимость дипломного проекта, возможность использования полученных результатов;

недостатки и слабые стороны дипломного проекта;
замечания по оформлению дипломного проекта и стилю изложения материала.

Рецензент имеет право затребовать у студента - автора дипломного проекта - дополнительные материалы, касающиеся проделанной работы.

Внесение изменений в дипломный проект после получения рецензии не допускается.

Рецензия подписывается рецензентом с указанием места работы, должности, ученого звания и/или ученой степени, фамилии, инициалов, с проставлением даты ее составления.

Студент должен быть ознакомлен с рецензией не позднее, чем за день до защиты дипломного проекта.

3.4 Допуск дипломного проекта к защите

Дипломный проект и отзыв руководителя на дипломный проект не позднее чем за две недели до защиты дипломного проекта представляются заведующему кафедрой, который решает вопрос о возможности допуска студента к защите дипломного проекта.

Для определения возможности допуска студента к защите дипломного проекта, на кафедре при необходимости может создаваться рабочая комиссия, которая определяет соответствие дипломного проекта заданию и требуемому объему выполнения. Рабочая комиссия может заслушивать руководителя дипломного проекта, студента.

Допуск студента к защите дипломного проекта фиксируется подписью заведующего кафедрой на титульном листе расчетно-пояснительной записки дипломного проекта.

Если заведующий кафедрой или рабочая комиссия установили несоответствие дипломного проекта заданию и требуемому объему выполнения, вопрос о допуске студента к защите дипломного проекта рассматривается на заседании кафедры с участием руководителя дипломного проекта. Если у студента отсутствуют подтверждающие документы об уважительности причин (болезнь, семейные обстоятельства, стихийные бедствия и иное), явившихся следствием того, что к установленному сроку дипломный проект не соответствует заданию и требуемому объему выполнения. То кафедра принимает отрицательное решение (оформляется протокол кафедры) о допуске студента к защите дипломного проекта и студент подлежит отчислению из БНТУ, за не прохождением итоговой аттестации без уважительных причин (подпункт 5.5 пункта 5 статьи 79 Кодекса Республики Беларусь об образовании). На основании решения кафедры готовится и представляется в установленном порядке приказ ректора БНТУ об отчислении студента, не позднее 5 рабочих дней после даты решения кафедры.

Дипломные проекты, допущенные кафедрой к защите, направляются заведующим кафедрой на рецензию. Рецензенты дипломных проектов утверждаются деканом факультета по представлению заведующего кафедрой не позднее одного месяца до защиты дипломных проектов.

Рецензентами могут назначаться лица из числа:
профессорско-преподавательского состава других кафедр БНТУ;
специалистов организаций и учреждений реального сектора экономики и социальной сферы, сотрудников научных учреждений;
лиц из числа профессорско-преподавательского состава других учреждений высшего образования.

К защите дипломного проекта допускаются студенты, полностью выполнившие учебные планы, учебные программы, программы практик (в том числе преддипломной практики), сдавшие государственные экзамены, выполнившие в полном объеме задание на дипломный проект.

Порядок защиты дипломного проекта (дипломной работы) и его оценка осуществляется в соответствии с пунктами 69,70 Правил.

4 ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

Кафедра разрабатывает и обеспечивает студентов методическими рекомендациями, в которых устанавливается обязательный объем требований к дипломному проекту применительно к специальности (направлению специальности, специализации).

Дипломный проект выполняется на основе глубокого изучения литературы по специальности (учебников, учебных пособий, учебно-методических пособий и других видов учебных изданий, монографий, периодической литературы, журналов на иностранных языках, нормативной литературы и т.п.).

В дипломном проекте в соответствии с заданием должны быть детально освещены вопросы темы, включая критический анализ литературных данных и проведение самостоятельных теоретических и (или) экспериментальных исследований изучаемого вопроса или разрабатываемого объекта, кроме того, должны быть отражены вопросы проектирования, технологии, экономики, охраны труда, окружающей среды.

Дипломный проект должен соответствовать стандартам Единой системы конструкторской документации (ЕСКД), Единой системы технологической документации (ЕСТД), Единой системы программной документации (ЕСПД), ГОСТ, СТБ и другим действующим техническим нормативным правовым актам в конкретной области подготовки специалистов.

Дипломный проект включает расчетно-пояснительную записку и графическую часть (чертежи, графики, схемы, диаграммы, таблицы, рисунки и другой иллюстративный материал), наглядно представляющую выполненную работу и полученные результаты. Графическая часть по решению выпускающей кафедры может быть представлена на защите дипломного проекта в виде электронной презентации с распечаткой бумажного раздаточного материала для членов ГЭК. Наличие электронной презентации не исключает необходимость представления графической части на бумажном носителе, которая должна быть включена в расчетно-пояснительную записку.

Расчетно-пояснительная записка к дипломному проекту должна в краткой и четкой форме раскрывать творческий замысел дипломного проекта, со-

держат методы исследования, принятые методы расчета и сами расчеты, описание проведенных экспериментов, их анализ и выводы по ним, технико-экономическое сравнение вариантов и при необходимости сопровождаться иллюстрациями, графиками, эскизами, диаграммами, схемами и т.п. В тех случаях, когда в дипломных проектах содержатся сложные математические расчеты, для их проведения, как правило, применяются современные программные продукты.

Объем расчетно-пояснительной записки и графической части дипломного проекта определяет руководитель дипломного проекта.

Рекомендуемый объем дипломного проекта:

расчетно-пояснительная записка, как правило, не должна превышать 80 страниц печатного текста. Иллюстрации, таблицы, список использованной литературы и приложения при подсчете объема расчетно-пояснительной записки не учитываются;

графическая часть дипломного проекта должна составлять 8-12 листов формата А1.

5 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ И ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

5.1 Оформление расчетно-пояснительной записки

5.1.1 Общие требования

Расчетно-пояснительная записка должна в краткой и четкой форме раскрывать творческий замысел, содержать принятые методы исследования, методики расчета, а также сами расчеты, описание проведенных экспериментов, их анализ и выводы по ним, технико-экономическое сравнение вариантов. При необходимости расчеты должны сопровождаться иллюстрациями, графиками, эскизами, диаграммами, схемами и т.п.

В дипломных проектах, содержащих сложные математические расчеты с применением электронно-вычислительной техники, приводится описание алгоритма программы. Студент должен изложить методику расчета, привести основные расчетные формулы, схему алгоритма, обосновать выбор исходных данных и привести анализ полученных результатов.

Общими требованиями к расчетно-пояснительной записке дипломного проекта являются: четкость и логическая последовательность изложения материала, убедительность аргументации, конкретность изложения результатов, доказательств и выводов, краткость и ясность формулировок, исключающих неоднозначность толкования.

Расчетно-пояснительная записка дипломного проекта должна включать следующие структурные элементы:

1. Титульный лист (Приложение В);
2. Задание по дипломному проектированию (Приложение Б);
3. Реферат (по ГОСТ 7.9, Приложение Г);
4. Ведомость объема дипломного проекта (Приложение Д);
5. Оглавление;

6. Перечень условных обозначений, символов и терминов (при необходимости);
7. Введение;
8. Основная часть:
 - патентно – информационный поиск по спецзаданию;
 - тяговый расчёт машины (при необходимости);
 - расчёт рабочего цикла двигателя;
 - расчёт кинематики и динамики кривошипно – шатунного механизма;
 - выбор конструкции агрегатов и систем двигателя;
 - расчёт на прочность основных деталей и расчёт систем двигателя;
 - специальное задание;
 - разработка технологического процесса изготовления детали;
 - технико – экономические показатели;
 - требования охраны труда и техники безопасности;
9. Заключение;
10. Список использованной литературы;
11. Приложения (при необходимости).

Компьютерные программы, разработанные в соответствии с заданием на дипломное проектирование, должны прилагаться к пояснительной записке на CD (компакт-диске).

5.1.2 Построение расчетно-пояснительной записки

Расчетно-пояснительную записку выполняют с применением печатающих и графических устройств вывода ПЭВМ.

Текст располагают на одной стороне листа формата А4 с соблюдением размеров полей и интервалов, указанных в ГОСТ 2.105.

Разрешается исключать рамки и элементы оформления листов расчетно-пояснительной записки по ЕСКД. Расчетно-пояснительная записка оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ 2.004, 2.105, 2.106, 2.103. Форма штампа на листах расчетно – пояснительной записки приведена в Приложении Е.

При печати с помощью текстового редактора ПЭВМ используется гарнитура шрифта Times New Roman размером шрифта 13...14 пунктов с межстрочным интервалом, позволяющим разместить 40 ± 3 строки на странице.

Номера разделов, подразделов, пунктов и подпунктов следует выделять полужирным шрифтом. Заголовки разделов рекомендуется оформлять полужирным шрифтом размером 14...16 пунктов, а подразделов – полужирным шрифтом 13...14 пунктов.

Для акцентирования внимания на определенных элементах допускается использовать курсивное и полужирное начертание.

Абзацы в тексте начинают отступом, равным пяти знакам – при применении ПЭВМ.

Описки и графические неточности, обнаруженные в тексте расчетно-пояснительной записки, допускается исправлять подчисткой, закрашиванием

белой краской и нанесением на том же месте исправленного текста. Помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста не допускаются.

Расчетно-пояснительная записка должна быть сшита в жестком переплете (например, в специальной папке для дипломных проектов). Материалы на электронном носителе (если имеются) в конверте прикрепляются к папке в конце расчетно-пояснительной записки дипломного проекта и при сдаче в архив данные с электронного носителя распечатываются.

Титульный лист дипломного проекта оформляется по форме согласно Приложению В. Титульный лист включается в общее количество страниц расчетно-пояснительной записки, но номер страницы не проставляется.

Задание на дипломный проект (далее - задание), по форме согласно Приложению Б к настоящему пособию утверждается заведующим выпускающей кафедрой. Задание вместе с дипломным проектом подшивается в расчетно-пояснительную записку и представляется в ГЭК при защите дипломного проекта. Лицевую и оборотную страницы задания не нумеруют, но включают в общее количество страниц расчетно-пояснительной записки.

Оглавление помещают сразу после задания на дипломный проект. Слово «**ОГЛАВЛЕНИЕ**» пишут прописными буквами. В оглавление включают заголовки всех частей расчетно-пояснительной записки, в том числе ведомость объема дипломного проекта, разделов и подразделов, приложений, спецификаций и т.п.

Расположение заголовков в оглавлении должно точно отражать последовательность и соподчиненность разделов и подразделов в тексте расчетно-пояснительной записки.

В оглавлении заголовки выравнивают, соподчиняя по разделам, подразделам и пунктам (если последние имеют заголовки), смещая вертикали вправо относительно друг друга на 2 знака.

В содержании каждый заголовок соединяют отточием с номером страницы, расположенном в столбце справа.

Перечень условных обозначений, символов и терминов с соответствующей расшифровкой приводится в порядке появления в тексте расчетно-пояснительной записки. Перегружать текст условными обозначениями и сокращениями не рекомендуется.

Реферат выполняется по ГОСТ 7.9. Слово «**РЕФЕРАТ**» записывают прописными буквами полужирным шрифтом по центру, страницу не нумеруют, но включают в общее количество страниц расчетно-пояснительной записки.

Содержание реферата включает пять–шесть ключевых (значимых) слов, краткое и точное изложение результатов дипломного проекта, т.е. основных сведений и выводов, к которым пришел студент.

Объем реферата ограничен текстом, который можно разместить на одной странице расчетно-пояснительной записки. Рекомендуемый объем реферата 850...1200 печатных знаков. Пример оформления реферата приведен в Приложении Г.

Ведомость объема дипломного проекта (далее – ведомость) помещают после реферата. Ведомость должна соответствовать составу дипломного проекта. Форма ведомости и ее оформление приведены в Приложении Д.

Введение помещают на отдельной странице. Слово «**ВВЕДЕНИЕ**» записывают прописными буквами по центру. Введение должно быть кратким и четким, не должно быть общих мест и отступлений, непосредственно не связанных с разрабатываемой темой. Объем введения не должен превышать двух страниц.

Рекомендуется следующее содержание введения:

- краткий анализ достижений в той области, которой посвящена тема дипломного проекта;
- цель дипломного проектирования;
- принципы, положенные в основу проектирования, научного исследования, поиска технического решения;
- краткое изложение содержания разделов расчетно-пояснительной записки с обязательным указанием задач, решению которых они посвящены.

В основном тексте расчетно-пояснительной записки анализируют существующие решения, определяют пути достижения цели проектирования, составляют технические требования, на основании которых разрабатывают конкретные методики и технические решения задач, принимают конструктивно–технологические, экономические решения и т.п.

Общие требования к основной части расчетно-пояснительной записки: четкость и логическая последовательность изложения материала, убедительность аргументации, краткость и ясность формулировок, исключаящих неоднозначность толкования, конкретность изложения результатов, доказательств и выводов.

Запрещается переписывание общих сведений из учебников, учебных пособий, и других учебных изданий, монографий, статей и других источников без соответствующей ссылки.

В экономическом разделе, в разделе охраны труда и техники безопасности, рассматриваются вопросы, предусмотренные заданием по дипломному проектированию.

Заключение пишут на отдельной странице. Слово «**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**» записывают прописными буквами полужирным шрифтом по центру строки. В заключении необходимо перечислить основные результаты, характеризующие степень достижения целей дипломного проекта и подытоживающие его содержание.

Результаты следует излагать в форме констатации фактов, используя слова: «изучены», «исследованы», «сформулированы», «показано», «разработано», «предложена», «подготовлены», «изготовлена», «испытана» и т. п.

Текст перечислений должен быть кратким, ясным и содержать конкретные данные.

Объем заключения не должен занимать более полутора–двух страниц расчетно-пояснительной записки.

Список использованной литературы следует оформлять по ГОСТ 7.1. Слова «**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**» записывают прописными буквами полужирным шрифтом по центру строки.

Правила оформления приложений приводят в соответствии с ГОСТ 2.105.

Текст расчетно-пояснительной записки разделяют на логически связанные части – разделы, при необходимости и на подразделы, а подразделы – на пункты.

Разделы должны иметь порядковые номера, обозначаемые арабскими цифрами без точки в конце и записанные с абзацного отступа. Подразделы нумеруют в пределах раздела, к которому они относятся.

Пункты при необходимости могут быть разбиты на подпункты, которые нумеруются в пределах каждого пункта.

Если в расчетно-пояснительной записке выделены только разделы, то пункты нумеруют в пределах раздела.

Каждый раздел и подраздел должен иметь краткий и ясный заголовок. Пункты, как правило, заголовков не имеют.

Заголовки разделов записывают прописными буквами без точки в конце заголовка. Заголовки подразделов записывают строчными буквами, начиная с первой прописной. Заголовки не подчеркивают. Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

В случае, когда заголовки раздела или подраздела занимают несколько строк, то строки выравниваются по первой букве заголовка в соответствии с ГОСТ 2.105.

Каждый раздел расчетно-пояснительной записки рекомендуется начинать с новой страницы.

Между заголовком раздела (подраздела) и текстом оставляют пробельную строку – при компьютерном способе выполнения записки в соответствии с ГОСТ 2.105.

Между заголовками разделов и входящих в него подразделов допускается помещать небольшой вводный текст, предваряющий подраздел.

Перечень всех разделов и подразделов, включающий порядковые номера и заголовки, оформляют в виде оглавления – обязательного элемента расчетно-пояснительной записки.

Страницы расчетно-пояснительной записки нумеруют арабскими цифрами в правом нижнем углу при наличии штампа (Приложение Е). При отсутствии штампа нумерация страниц ставится вверху в середине страницы или в правом верхнем углу. Титульный лист, лист с рефератом и лист задания включают в общую нумерацию, но номер страницы на них не ставят. В общую нумерацию страниц включают все приложения.

5.1.3 Изложение текста расчетно-пояснительной записки

Текст расчетно-пояснительной записки должен быть четко и логично изложен, не должен допускать различных толкований.

При изложении обязательных требований в тексте должны применяться слова «должен», «следует», «необходимо», «требуется, чтобы», «не допускается», «запрещается». При изложении других положений рекомендуется использовать слова: «допускают», «указывают», «применяют».

В тексте следует применять научно–технические термины, обозначения и определения, установленные действующими стандартами, а при их отсутствии – принятые в научно–технической литературе.

Запрещается применять иностранные термины при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке.

Текст излагают с соблюдением правил орфографии и пунктуации. Следует обратить внимание на абзацы, перечисления, употребление чисел, символов и размерностей.

В тексте расчетно-пояснительной записки (кроме формул, таблиц и рисунков) следует писать словами:

- математический знак минус (-) перед отрицательными значениями величин;

- математические знаки $>$, $<$, $=$, а также знаки №, %, 0, sin, cos и т. д. без числовых значений, например: «Приравнивая нулю производную от функционала, находим уравнение...».

В тексте числа от одного до девяти без единиц измерений следует писать словами, свыше девяти - цифрами. Дробные числа необходимо приводить в виде десятичных дробей.

Перед числами с размерностями не рекомендуется ставить предлог «в» или знак тире « - ».

Приводя наибольшее или наименьшее значение величин, следует применять словосочетание «должно быть не более (не менее)».

Числовые значения величин следует указывать с допустимой степенью точности.

Порядковые числительные пишут цифрами с наращением однобуквенного падежного окончания, если предпоследняя буква числительного гласная, и двухбуквенного окончания, если предпоследняя буква согласная. (например: во 2-м разделе показано...; сопоставляя результаты 1-го и 2-го экспериментов...).

Количественные числительные до десяти пишут полностью, например «на шести листах», «по результатам пяти экспериментов...». Количественные числительные после 10 обозначают цифрой без наращения. Например: на 20 листах.

В расчетно-пояснительной записке следует применять единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГР 200/003ВУ Единицы измерений, допущенные к применению на территории Республики Беларусь.

5.1.4 Требования к оформлению математических формул

Математические формулы должны быть вписаны отчетливо с точным размещением знаков, цифр и букв. Каждую букву в формулах и тексте необходимо записывать в точном соответствии с алфавитом. Для того, чтобы в формулах различать символы сходного начертания, принято буквы латинского алфавита печатать курсивом, а русского и греческого - прямым шрифтом.

На протяжении всей расчетно-пояснительной записки необходимо соблюдать следующие размеры в формулах: 3...4 мм для строчных и 6...8 мм для прописных букв и цифр. Все индексы и показатели степени должны быть в 1,5...2 раза меньше.

Знаки сложения, вычитания, корня, равенства и т. д. необходимо размещать так, чтобы их середина была расположена строго против горизонтальной черты дроби.

Все формулы, расположенные в отдельных строках, нумеруют. Одним номером отмечают также группу однотипных формул, размещенных на одной строке.

Формулы рекомендуется нумеровать в пределах раздела, к которому они относятся. Номер формулы должен состоять из порядкового номера раздела и отделенного от него точкой порядкового номера формулы, например: формула (2.7). Если в разделе одна формула, ее также нумеруют, например: формула (1.1).

Если в расчетно-пояснительной записке формул не много, то разрешается применять сквозную нумерацию.

Формулы, помещаемые в приложения, должны иметь отдельную нумерацию в пределах каждого приложения. Вначале указывают обозначение приложения, затем ставят точку и приводят порядковый номер формулы в данном приложении, например (Б.2).

Порядковый номер формулы записывают арабскими цифрами в круглых скобках у правого края строки.

При переносе части формулы с одной строки на другую номер располагают на последней строке.

Номер сложной формулы (в виде дроби) записывают так, чтобы середина номера располагалась на уровне черты дроби.

Ссылки в тексте расчетно-пояснительной записки на порядковый номер формулы следует приводить в круглых скобках с обязательным указанием слова «формула», «уравнение», «выражение», «равенство», «передаточная функция» и т. д. Например: Подставляя выражение (3.6) в уравнение (3.2), получаем...

После формулы следует помещать перечень и расшифровку приведенных символов, которые не были пояснены ранее.

Перечень начинают со слова «где», которое приводят с новой строки с абзаца; после слова «где» двоеточие не ставят. В этой же строке помещают первый поясняющий символ. Символы необходимо отделять от расшифровок знаком тире, выравнивая перечень по символам. Каждую расшифровку за-

канчивают точкой с запятой. Размерность символа или коэффициента указывают в конце расшифровки и отделяют запятой. Например:

Сила инерции от возвратно-поступательно движущихся масс КШМ определяется из выражения

$$P_j = -m_j R \omega^2 (\cos\varphi + \lambda \cos 2\varphi) \quad (2.5)$$

где m_j - масса поступательно движущихся масс КШМ, кг;

R – радиус кривошипной окружности коленчатого вала, м;

ω – угловая скорость коленчатого вала, с^{-1} ;

λ – отношение радиуса кривошипа к длине шатуна;

φ – угол поворота кривошипа, рад.

Иногда расшифровку символов и числовых коэффициентов начинают со слова «здесь». В этом случае после формулы ставят точку, а слово «здесь» записывают с прописной буквы. Например:

$$P_j = -m_j R \omega^2 (\cos\varphi + \lambda \cos 2\varphi). \quad (2.5)$$

Здесь m_j - масса поступательно движущихся масс КШМ, кг;

R – радиус кривошипной окружности коленчатого вала, м;

ω – угловая скорость коленчатого вала, с^{-1} ;

λ – отношение радиуса кривошипа к длине шатуна;

φ – угол поворота кривошипа, рад.

Разрешается расшифровку начинать с обобщающих слов, после которых следует ставить двоеточие, а каждый поясняемый символ начинать с красной строки. Например:

В формуле (2.5) обозначено:

m_j - масса поступательно движущихся масс КШМ; ... и т. д.

5.1.5 Требования к оформлению иллюстраций

Виды иллюстраций (чертежи, схемы, графики, фотографии) и их количество в расчетно-пояснительной записке определяет автор дипломного проекта.

Каждая иллюстрация должна быть четкой, ясной по замыслу и связана с текстом, а также располагаться по возможности ближе к разъясняющей части.

Допускается располагать иллюстрации в конце расчетно-пояснительной записки в виде приложения.

Все иллюстрации независимо от их вида и содержания принято называть рисунками.

В расчетно-пояснительной записке рекомендуются размеры рисунков приблизительно 92×150 мм и 150×240 мм. Выбор конкретного размера зависит от количества изображаемых деталей, сложности связей между ними, необходимого количества надписей на рисунке.

Рисунок следует располагать после абзаца, в котором дана первая ссылка на него. Можно размещать на отдельном листе несколько рисунков. В таком случае помещать этот лист следует за страницей, где дана ссылка на последний из размещенных рисунков.

Иллюстрацию, помещенную в тексте между абзацами, располагают по центру и отделяют от текста и подрисуночной подписи пробелом в одну строку.

Иллюстрация должна быть расположена таким образом, чтобы ее было удобно рассматривать без поворота расчетно-пояснительной записки или с поворотом на 90° по часовой стрелке.

Каждый рисунок сопровождают подрисуночной подписью. Подпись должна содержать слово «Рисунок» без сокращения и порядковый номер иллюстрации арабскими цифрами, например: «Рисунок 7» при сквозной нумерации или «Рисунок 2.7» при нумерации иллюстраций по разделам расчетно-пояснительной записки.

Подпись иллюстраций, расположенных в приложениях, должна содержать слово «Рисунок», буквенное обозначение приложения и порядковый номер иллюстрации в приложении, между которыми ставится точка, например «Рисунок А.2». Если в приложении помещена одна иллюстрация, ее обозначают «Рисунок А.1».

При необходимости иллюстрациям можно давать наименования, которые записывают после номера через знак тире с прописной буквы. Точки после номера и наименования рисунка не ставят, например:
Рисунок 2.1 – Кинематическая схема двигателя.

Подпись и наименование располагают, выравнивая по центру рисунка.

Допускается выносить в подрисуночную подпись расшифровку условных обозначений, частей и деталей иллюстрации. Все пояснительные данные помещают между рисунком и подрисуночной надписью.

Расшифровки пишут в подбор, отделяя их друг от друга точкой с запятой. Цифры, буквы, другие условные обозначения позиций в расшифровке приводят, отделяя от расшифровок знаками тире, например, «1 – вал; 2 – подшипник; или а – корпус; б – ...». Длина строк с пояснениями не должна выходить за границы рисунка. Стандартные буквенные позиционные обозначения, приведенные на рисунке, не расшифровывают.

Если обозначения, приведенные на иллюстрации, разъясняются в тексте расчетно-пояснительной записки, то расшифровки в подрисуночных подписях не допускаются.

Не разрешается часть деталей иллюстрации пояснять в тексте, а другую расшифровывать в подрисуночной подписи.

Все подрисуночные подписи в расчетно-пояснительной записке следует выполнять единообразно.

В тексте расчетно-пояснительной записки должны быть даны ссылки на все иллюстрации без исключения.

В ссылках рекомендуется использовать обороты «в соответствии с рисунком 2», «на рисунке 5.1 изображены...» и т. п.

Рисунок, как правило, выполняется на одной странице. Если рисунок не помещается на одной странице, то допускается перенос части его на другие страницы. В этом случае в подписях ко второму, третьему и т.д. частям изображения повторяют подпись «Рисунок» и номер иллюстрации, сопровождая словами «лист 2», «лист 3» и т. д.

Во всей расчетно-пояснительной записке следует соблюдать единообразие в исполнении иллюстраций, оформлении подрисуночных подписей, всех надписей, размерных и выносных линий, использовании условных обозначений.

Иллюстрации следует выполнять с помощью компьютерной техники либо шариковой ручкой с темной (черной) пастой, или карандашом средней твердости при помощи чертежных инструментов. При выполнении иллюстраций разрешается использовать либо только карандаш, либо только шариковую ручку с пастой одного цвета по всей расчетно-пояснительной записке.

5.1.6 Требования к оформлению таблиц

Таблицы применяют для того, чтобы упростить изложение текста, содержащего достаточно большой по объему фактический материал, придать этому материалу более компактную, удобную форму для анализа и расчетов, чтобы повысить обоснованность и достоверность принимаемых решений.

В виде таблицы обычно оформляют:

- сведения справочного характера;
- значения функций, используемые при графических методах расчета;
- данные экспериментальных исследований функциональных элементов и устройств, по которым определяют их статические и динамические характеристики;
- результаты математического моделирования технических систем с автоматическим управлением и др.

Таблицу в зависимости от ее размера рекомендуется помещать непосредственно за абзацем, в котором на нее впервые дана ссылка, либо на следующей странице. При необходимости допускается оформлять таблицу в виде приложения к расчетно-пояснительной записке.

Все таблицы в тексте должны быть пронумерованы арабскими цифрами и иметь текстовый заголовок, причем слово «таблица» не сокращают. Номер таблицы и заголовок разделяют знаком тире. Слово «Таблица» начинают писать на уровне левой границы таблицы.

Таблицы рекомендуется нумеровать в соответствии с принятой системой нумерации формул и рисунков, например: «Таблица 2» при сквозной нумерации или «Таблица 1.2» при нумерации по разделам расчетно-пояснительной записки.

Таблицы в каждом приложении снабжают отдельной нумерацией с обязательным указанием обозначения приложения, например «Таблица Б.2».

Заголовок должен быть кратким и точно отражать содержание таблицы. Строки с заголовком не должны выходить за правую и левую границы таблицы. Таблицу вместе с заголовком отделяют от предыдущего и последую-

В графе или строке боковика единицы измерения показателя приводят, отделяя запятой.

Допускается включать в таблицу графу «обозначение единицы физической величины», если большая часть наименований в боковике сопровождаются размерностями.

Если необходимы небольшие по объему пояснения к большей части строк таблицы, то такие пояснения оформляют отдельной графой «Примечание».

Таблицу с небольшим количеством граф допускается делить на части и помещать их рядом на одной странице, разделяя двойной линией или линией удвоенной толщины, при этом головку таблицы повторяют в каждой части.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать краткие пояснения, относящиеся к таблице в целом, а при необходимости и к ее отдельным частям. В пояснениях должны быть сформулированы основные выводы, к которым приводят данные таблицы, или обращено внимание на самое характерное или важное в ней.

При наличии в дипломном проекте небольшого по объему цифрового материала его нецелесообразно оформлять в виде таблицы, а следует давать текстом, располагая данные в виде колонок.

5.1.7 Требования к оформлению приложения

В приложения расчетно-пояснительной записки рекомендуется выносить информацию, имеющую справочное или второстепенное значение, но необходимую для более полного освещения темы дипломного проекта, или помещать отдельные материалы (распечатки программ и т. п.) для удобства работы с текстом расчетно-пояснительной записки.

Приложениями могут быть математические формулы, номограммы, вспомогательные вычисления и расчеты, описания алгоритмов и программ, технические характеристики различных устройств, спецификации, схемы, рисунки и т.п. Допускается использовать в качестве приложений конструкторские документы.

Все приложения включают в общую нумерацию страниц.

В тексте расчетно-пояснительной записки на все приложения должны быть ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. Если в расчетно-пояснительной записке одно приложение, оно также должно быть обозначено: ПРИЛОЖЕНИЕ А.

Каждое приложение начинают с новой страницы. Вверху по центру страницы пишут слово ПРИЛОЖЕНИЕ прописными буквами и его буквенное обозначение. Еще ниже по центру размещают заголовок, который записывают с прописной буквы.

5.1.8 Требования к оформлению списка использованной литературы

Ссылки на литературу, нормативно-техническую и другую документацию, иные источники, использованные при работе над дипломным проектом,

помещают в конце расчетно-пояснительной записки перед приложениями в виде списка использованной литературы.

В тексте расчетно-пояснительной записки все ссылки на анализируемые опубликованные сведения, заимствованные положения, формулы, таблицы, иллюстрации, методики записывают арабскими цифрами в квадратных скобках в возрастающем порядке.

В списке использованной литературы позиции располагают и нумеруют в той последовательности, в которой расположены и пронумерованы ссылки в тексте расчетно-пояснительной записки.

Без ссылок в тексте расчетно-пояснительной записки разрешается использовать сведения, полученные на учебных занятиях.

Библиографические описания должны быть выполнены в соответствии с правилами, установленными стандартом ГОСТ 7.1.

Образцы описания источников в списке:

-Пример указания книги с одним автором:

Спиридонов, Н.В. Формирование износостойких поверхностных слоев концентрированными потоками энергии / Н.В.Спиридонов – Минск : БНТУ, 2012. - 182 с.

-Пример указания книги с количеством авторов до трех включительно:
Калицкий, Э.М. Разработка средств контроля учебной деятельности : методические рекомендации / Э.М. Калицкий, М.В. Ильин, Н.Н. Сикорская. – Минск : РИПО, 2013. – 49 с.

-Пример указания книги с количеством авторов, большим трех:
Повышение экологической безопасности процессов плавки и рафинирования алюминиевых сплавов / С.П. Задруцкий [и др.]. – Минск : БНТУ, 2012. – 230 с.

-Пример указания книги на иностранном языке:

Embedded Microcontrollers : Databook / Intel Corporation. – Santa Clara, Ca, 1994.

-Пример указания многотомного издания:

Ковка и объемная штамповка стали : справочник. В 2 т. / В.Н. Ярмолик [и др.]. – Минск : БГУИР, 2001.

-Пример указания одного из томов многотомного издания:

Микропроцессоры и микропроцессорные комплекты интегральных микросхем : справочник. В 2 т. / под ред. В.А. Шахнова. – М. : Радио и связь, 1988. – Т. 1. – 368 с.

-Пример указания статьи в периодическом издании:

Хрусталева, Б.М. Изобретатель и организатор / Б.М. Хрусталева // Изобретатель. – 2012. – №5-6. – С. 19 – 20.

-Пример указания статьи в сборнике:

Янковский, А.П. Численно-аналитическое моделирование линейного термо-влажно-вязкоупругого поведения просадочных и набухающих грунтов, армированных пространственной георешеткой / А.П. Янковский // Теоретическая и прикладная механика. Выпуск 28: международный научно-

технический сборник / под ред. А.В. Чигарева; БНТУ. – Минск, 2013. – С. 31-37.

-Пример указания адреса [www/seti/Internet](http://www.seti/Internet):

Xilinx[Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа :<http://www.plis.ru/>.

-Пример указания файла:

MobileIntel® Pentium® Processor–M[Электронный ресурс] :Datasheet / IntelCorporation. – Электронные данные. – Режим доступа :25068604.pdf.

-Пример указания компакт-диска:

Nokia+Компьютер [Электронный ресурс] : инструкции, программы, драйверы, игры, мелодии, картинки для Nokia. – М., 2004. – 1 компакт-диск (CD–R).

5.2 Оформление графической части

Графическая часть дипломного проекта выполняется и оформляется или только с использованием графических устройств вывода ПЭВМ, или только рукописным способом на листах чертежной бумаги формата А1.

При ручном способе любой вид графического изображения (чертеж, схема, диаграмма, график и т. д.) должен выполняться чертежными инструментами (циркулем, лекалом, линейкой и т. п.) черной тушью либо простым конструкторским карандашом средней твердости. Причем все линии изображений, все надписи должны иметь одинаковую интенсивность по цвету.

Графический материал одного вида должен иметь рамку и основную надпись. Его форматы должны соответствовать требованиям ГОСТ 2.301, Масштабы и правила выполнения графического материала должны соответствовать требованиям ЕСКД. На чертежах и схемах должны быть представлены все необходимые данные для однозначной передачи информации.

Данные об элементах и устройствах должны быть указаны в перечнях, которые оформляются в виде отдельных документов спецификации и помещаются в расчетно-пояснительную записку в приложение.

Элементы, устройства, составные части технической системы на схемах изображаются в виде условных графических обозначений, установленных государственными стандартами ЕСКД, а их наименования и номера позиций должны соответствовать буквенным или буквенно–цифровым обозначениям по ГОСТ 2.701.

Формат листа и его расположение выбирают в зависимости от вида графического материала, его объема, сложности и необходимости обеспечить на всех листах графической части дипломного проекта единообразие выполнения условных графических и позиционных обозначений, линий связи и стрелок. Формат А4 используют, как правило, для оформления текстовых документов, например, ведомости документов, спецификаций и др.

Рамки наносят сплошной основной линией на расстоянии 5 мм от границы формата сверху, справа и снизу. Слева оставляют поле шириной 20 мм.

На листах форматов А1, А2 и А3 основную надпись располагают в правом нижнем углу конструкторских документов. На листах формата А4 основную надпись располагают только вдоль короткой стороны листа.

На документах, выполняемых в соответствии с ГОСТ 2.605 «ЕСКД. Плакаты учебно–технические. Общие технические требования», основная надпись помещается на оборотной стороне документа.

Разновидности основной надписи для графических и текстовых документов приведены в Приложении Е.

Графический материал для дипломных проектов выполняется в виде плакатов по ГОСТ 2.605. На плакаты могут выноситься математические формулы, таблицы и все виды иллюстраций: чертежи, схемы, графики, фотографии и т. д. Плакатам присваивается двухбуквенный код ПЛ и они выполняются в соответствии с требованиями к графическим материалам изложенными выше в настоящих указаниях.

Каждый плакат должен иметь название. Названия всех плакатов выполняются единообразно, т.е. высота букв, тип шрифта, толщина линий и контрастность на всех плакатах должны быть одинаковыми.

Угловой штамп размещается на оборотной стороне плаката. При выполнении плакатов с помощью графических устройств вывода ПЭВМ угловые штампы и все надписи выполняются только на ПЭВМ. Допускается угловые штампы выполнять в виде отдельного документа соответствующего размера и аккуратно наклеивать на оборотной стороне плаката. При этом все надписи и заполнение граф углового штампа выполняются только с помощью принтера.

При осуществлении чертежных работ с помощью графических устройств вывода ПЭВМ допускается выполнение чертежей, схем и плакатов в цвете по согласованию с руководителем и консультантом от выпускающей кафедры.

6 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ОСНОВНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

Введение

Во введении дается обоснование темы дипломного проекта, исходя из задач, поставленных перед двигателестроением по развитию, повышению производительности, механизации и автоматизации трудоемких процессов отрасли народного хозяйства, для которой проектируется двигатель.

Введение также должно отражать:

- а) последние достижения науки и техники в нашей стране и за рубежом в области автотракторного двигателестроения;
- б) конструктивные, производственные и эксплуатационные требования, предъявляемые к проектируемому двигателю.

6.1 Патентно – информационный поиск по спецзаданию

Патентно – информационный поиск по спецзаданию дипломного проекта включает в себя анализ специальной, нормативной, учебной, патентной и научной литературы, в которой может быть найден материал, имеющий от-

ношение к поставленным в спецзадании задачам. Кроме того, может использоваться материал реферативных журналов, обзорной информации, экспресс – информации, информационных бюллетеней, рекламной информации и другой литературы по двигателестроению и эксплуатации двигателей. На основе анализа указанной литературы составляется карта технического уровня, проектируемого двигателя, и делаются выводы о перспективности предложенных в проекте технических решений и соответствие их мировому уровню установленному в двигателестроении.

6.2 Тяговый расчет машины (при необходимости)

Тяговый расчет выполняется с целью определения максимальной, эффективной мощности двигателя, т.е. мощности, необходимой для обеспечения тяговой характеристики машины, для которой двигатель предназначен (максимальной скорости полностью груженого автомобиля или мотоцикла или максимального тягового усилия на крюке трактора при заданной скорости движения).

Исходными данными для тягового расчета являются основные показатели машины, приведенные в задании по дипломному проектированию.

Максимальная, эффективная мощность (кВт) автомобильного или мотоциклетного двигателя может быть определена по формуле

$$N_e = 1,075 \frac{V_{a \max} (\phi m_a g + K_b F V_{a \max}^2 + \delta m_a j_a)}{1000 \eta_T},$$

где m_a – полная масса автомобиля или мотоцикла (слагается из массы снаряжённого автомобиля или мотоцикла и массы полезного груза), кг;

$V_{a \max}$ – максимальная скорость движения автомобиля, м/с;

ψ – коэффициент суммарного сопротивления дороги;

Приближённо можно принять:

- для легковых автомобилей $\psi = (0,01 \dots 0,5) * 10^{-6} V_{a \max}^2$;

- для грузовых автомобилей $\psi = (0,015 \dots 0,02) + 6 * 10^{-6} V_{a \max}^2$;

K_b – коэффициент обтекаемости, Нс²/м⁴;

F – лобовая площадь машины, м²;

	K_b	F
Легковые автомобили	0,2...0,3	1,5...2,0
Грузовые	0,5...0,7	3,0...6,5
Автобусы	0,35...0,45	3,0...7,5

δ – коэффициент учёта силы инерции приведенных вращающихся масс;

Для его определения можно использовать следующее выражение:

$$\delta = 1,04 + 0,04 i_T^2,$$

где i_T – передаточное число коробки передач;

j_a – ускорение автомобиля, которое можно принять равным 0,2...0,3 м/с²;

$\eta_T = 0,85 \dots 0,9$ – КПД трансмиссии автомобиля;

$g = 9,81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения.

Максимальная, эффективная мощность тракторного двигателя определяется из условий движения тракторного агрегата по горизонтальной поверхности с учетом возможной перегрузки. При этом считается, что тракторный агрегат укомплектован с учетом полного использования заданной максимальной тяговой силы на крюке ($P_{кр}$). Исходя из этого, максимальная, эффективная мощность (кВт) двигателя, необходимая для движения тракторного агрегата с заданной скоростью движения, может быть определена по формуле

$$N_e = \frac{P_{кр} V_T}{\eta_T \chi \left(1 - \frac{f}{\lambda_{к\phi}} \right)},$$

где $P_{кр}$ – заданная максимальная тяговая сила трактора (сила тяги на крюке), Н;

V_T – заданная технологическая скорость трактора (без пробуксовки движителя) при максимальной тяговой силе, м/с;

χ – коэффициент эксплуатационной нагрузки двигателя, учитывающий возможную перегрузку (для тракторов со ступенчатой механической трансмиссией $\chi = 0.85 \dots 0.90$);

η_T – механический КПД трансмиссии и движителя (для колесных тракторов $\eta_T = 0.85 \dots 0.93$; для гусеничных $\eta_T = 0.80 \dots 0.85$);

f – коэффициент сопротивления качению (при движении по стерне $f = 0.08 \dots 0.10$ – для колесных тракторов; $f = 0.06 \dots 0.12$ – для гусеничных);

$\lambda_{к\phi}$ – коэффициент нагрузки ведущих колес (для колесных тракторов 4X2 с двумя ведущими колесами $\lambda_{к\phi} = 0.80 \dots 0.85$; для колесных тракторов 4X4 с четырьмя ведущими колесами и для гусеничных тракторов $\lambda_{к\phi} = 1$);

ϕ – коэффициент сцепления движителя с грунтом (при движении тракторного агрегата по стерне без существенной пробуксовки движителя от 6 до 12%, $\phi = 0.6 \dots 0.7$ – для колесных тракторов; $\phi = 0.8 \dots 0.85$ – для гусеничных).

Частота вращения коленчатого вала n , при которой двигатель должен развивать максимальную мощность, выбирается из условий качественного протекания рабочего процесса, допустимых тепловых и динамических нагрузок основных деталей и с учетом последних достижений в двигателестроении. Выбор частоты вращения коленчатого вала двигателя согласовывается с руководителем и консультантом дипломного проекта.

6.3 Расчет рабочего цикла двигателя

Цель расчета рабочего цикла двигателя - расчет основных индикаторных и эффективных показателей (p_i , p_e , η_m , η_i , η_e , g_i , g_e), а также определение основных размеров двигателя (S , D).

Расчет начинают с обоснования и выбора исходных данных:

- температуры окружающей среды – T_0 , К;
- подогрева смеси от стенок - ΔT ;
- давления окружающей среды – $p_0 = 0,1033$ МПа;
- давления остаточных газов - p_r , МПа;
- температуры остаточных газов - T_r , К;
- коэффициента использования теплоты – ξ ;
- коэффициента полноты диаграммы – $\varphi_{п}$;
- виды топлива (бензин или дизельное топливо);
- элементарного состава топлива по массе - (g_c , g_n , g_o);
- молекулярной массы топлива - m_T ;
- низшей теплоты сгорания топлива – H_u , кДж/кг;
- степени увеличения давления – λ_p ;
- средней скорости поршня - V_{cp} (или механической КПД η_m) ;
- показателей политропы сжатия n_1 и расширения n_2 .

При проведении расчета определяют:

- а) параметры рабочего тела действительного цикла в конце процессов впуска, сжатия, сгорания, расширения и выпуска;
- б) показатели, характеризующие рабочий цикл и двигатель в целом;
- в) основные размеры двигателя (литраж, диаметр цилиндра, ход поршня);
- г) дополнительные параметры для построения индикаторной диаграммы.

При выполнении расчета необходимо обратить внимание на его точность, так как ошибка в подсчете одного показателя влечет за собой искажение всего расчета. В связи с этим рекомендуется основные параметры расчета рабочего цикла проектируемого двигателя сопоставлять с аналогичными параметрами существующих прогрессивных двигателей аналогичного класса.

По полученным размерам диаметра цилиндра и хода поршня приступают к окончательной компоновке двигателя, установлению основных размеров, конфигурации двигателя и основных деталей.

В этом разделе обосновывается выбор: типа двигателя (дизельный или бензиновый); особенностей процессов смесеобразования; числа и расположения цилиндров; отношения хода поршня к диаметру цилиндра ($\frac{S}{D}$); отношения радиуса кривошипа к длине шатуна ($\lambda = \frac{R}{L}$); применения алюминиевых сплавов, высококачественных материалов и неметаллических материалов.

Форма и размеры деталей устанавливаются из конструктивных соображений с учетом имеющихся статистических данных существующих конструкций двигателей аналогичного класса и назначения.

Необходимо также учитывать лучшие конструктивные решения, достигнутые в новых образцах двигателей аналогичного класса, и перспективы их развития. Выбор всех основных, конструктивных элементов (межцентровое расстояние, размеры картера и т.д.) приводятся в записке в виде расчетов.

При выполнении компоновки узлов следует обратить внимание на то, как вписываются узлы в общую компоновку двигателя. В разделе дается анализ массы проектируемого двигателя.

6.4 Расчет кинематики и динамики кривошипно-шатунного механизма

В этом разделе производят расчеты и строят графики пути, скорости и ускорения поршня в зависимости от угла поворота коленчатого вала (φ град.). Графики строят в диапазоне изменения угла поворота коленчатого вала от 0 до 360 град. Расчет значений определяется аналитически (через угловые интервалы в 10 град).

В кривошипном механизме при работе возникают усилия, которые определяют условия работы основных, наиболее нагруженных деталей. Величине этих усилий может быть определена на основе динамического исследования кривошипно-шатунного механизма (КШМ).

Динамическое исследование КШМ выполняется для режима максимальной мощности в диапазоне изменения угла поворота коленчатого вала от 0 до 720 град четырехтактного двигателя и от 0 до 360 град - для двухтактного.

Расчет значений параметров определяют аналитическим или графическим методом через угловые интервалы в 10 град.

Последовательность проведения расчета:

1. Определение по индикаторной диаграмме сил давления газов на поршень P_r и построение графика $P_r = f(\varphi)$.

2. Определение или выбор из статистических данных величин масс движущихся деталей КШМ m_j и $m_{ш}$.

3. Вычисление силы инерции возвратно-поступательно движущихся масс поршневого комплекта и части шатуна, приведенной к поршневому пальцу P_j . Построение графика $P_j = f(\varphi)$.

4. Вычисление суммарной силы P_Σ , действующей на поршневой палец по направлению оси цилиндра. Построение графика $P_\Sigma = f(\varphi)$.

5. Вычисление суммарной тангенциальной силы T_Σ , действующей на шатунную шейку кривошипа. Построение графика $T_\Sigma = f(\varphi)$.

6. Вычисление суммарной нормальной силы K_Σ , действующей на шатунную шейку кривошипа. Построение графика $K_\Sigma = f(\varphi)$.

7. Построение графика суммарного индикаторного крутящего момента многоцилиндрового двигателя $\Sigma M_{кр} = f(\varphi)$ и определение по нему среднего

индикаторного момента двигателя $(\sum M_{кр})_{ср}$. вычисление среднего эффективного крутящего момента двигателя.

8. Построение полярной диаграммы результирующих сил, действующих на шатунную шейку кривошипа.

Построение полярной диаграммы в прямоугольных координатах сил T и K , определение средних значений результирующих сил $R_{ср}$ и средних удельных нагрузок на подшипники $q_{ср}$.

По полученным данным динамического расчета производится проверка правильности его выполнения. Для этого по среднему значению крутящего момента определяется мощность двигателя и сравнивается с заданной мощностью. Допустимые отклонения не должны превышать 5% (проверку можно производить и по крутящему моменту). При вычислениях необходимо учитывать механический КПД двигателя.

6.5 Выбор конструкции агрегатов и систем двигателя

При выборе конструкции агрегатов двигателя учитываются лучшие достижения двигателестроения, как отечественного, так и зарубежного.

В ходе разработки конструкции и компоновки узлов, агрегатов и двигателя в целом следует руководствоваться, прежде всего, назначением механизма, а также техническими эксплуатационными и эстетическими требованиями.

При компоновке узлов должна быть решены следующие вопросы: крепление узла к двигателю и подсоединение его к приводам смежных узлов, удобство монтажа и демонтажа, доступность для обслуживания. Особое внимание уделяется вопросам смазывания.

В записке дается обоснование выбора конструкции агрегатов, систем двигателя и размещения их на двигателе.

6.6 Расчет на прочность основных деталей и расчет систем двигателя

Расчет начинается с определения условий работы детали: величины, характера и места приложения нагрузки, термических условий, агрессивности окружающей среды. На основании этого вырабатываются требования к материалу детали, термообработке и технологии изготовления.

Для каждой детали вычерчивается расчетная схема с нанесением приложенных сил, моментов и реакций.

Полученные результаты расчетов необходимо сравнить с допустимыми величинами и сделать вывод о надежности и долговечности спроектированной детали.

Расчету подлежат: детали кривошипно – шатунного механизма, детали газораспределительного механизма, система смазывания, система охлаждения, система питания и система пуска.

6.6.1 Кривошипно-шатунный механизм

Ц и л и н д р ы. При расчете цилиндров и гильз цилиндров определяются напряжение на разрыв по образующей и температурное напряжение. Для конструкций с несущими цилиндрами определяются напряжения на разрыв по кольцевому сечению и напряжение на изгиб от боковой силы. Мокрые гильзы рассчитываются также на изгиб от нормальной силы.

Г о л о в к а ц и л и н д р о в. В головке цилиндров рассчитывается: камера сгорания – на изгиб от сил давления газов, а силовые шпильки – на разрыв от суммарной силы предварительной затяжки и максимального давления газов.

П о р ш е н ь. Днище рассчитывается на изгиб; головка проверяется на разрыв и сжатие по канавке маслоъемного кольца; юбка проверяется на удельное давление от нормальной силы; первая межкольцевая перемычка – на изгиб и срез у ее основания. Производится расчет зазоров в соединениях.

П о р ш н е в о й п а л е ц. Определяются удельные давления в бо-бышках и поршневой головке шатуна; проверяется палец на напряжение изгиба, среза и овализации. Производится расчет зазоров в соединениях.

П о р ш н е в ы е к о л ь ц а. Определяются напряжения изгиба в рабочем состоянии, при одевании кольца на поршень и при обработке. Строится эпюра радиального давления кольца на стенки цилиндра. Производится расчет зазоров в соединениях.

Ш а т у н. Рассчитываются запасы прочности в поршневой головке, стержне, кривошипной головке и шатунных болтах.

К о л е н ч а т ы й в а л. Определяются запасы прочности коренной шейки, шатунной шейки и щеки. Расчет ведётся для одного кривошипа, при этом коленчатый вал рассматривается как разрезная балка.

Для определения максимальных и минимальных значений крутящих моментов за цикл строятся диаграммы набегающих моментов на опорах и шатунных шейках вала. Производится расчет зазоров в соединениях коленчатого вала.

6.6.2 Газораспределительный механизм

Расчет газораспределительного механизма начинают с определения основных параметров: диаметра горловины и проходного сечения клапана, максимального значения подъёма клапана, фаз газораспределения, построения профиля кулачка, Расчета “время – сечение” клапана, определение средней условной скорости газа в проходном сечении клапана. На основании статистических данных определяются массы движущихся частей механизма и выполняется их приведение к клапану и толкателю.

Определяются силы, действующие в клапанном механизме: силы давления газов, силы инерции и силы упругости пружины. Строится характеристика пружины.

Производится расчет на прочность основных деталей: клапанных пружин, распределительного вала, штанг, коромысел, толкателей.

В клапанных пружинах определяют: запас прочности, основные размеры, число свободных колебаний. Основные размеры пружины: $D_{пр}$ – средний диаметр пружины; d – диаметр проволоки; t – шаг пружины; i_p – число рабочих витков.

Распределительный вал рассчитывается на максимальный прогиб и величину контактного напряжения на поверхности кулачка.

Штанги рассчитываются на устойчивость от продольного изгиба, а наконечники проверяются на величину контактных напряжений.

При расчете толкателей проверяется боковая поверхность на удельную нагрузку от боковых сил.

Расчет коромысла. Сферическая поверхность регулировочного болта и цилиндрическая поверхность бойка проверяются на контактное напряжение. Плечи коромысел рассчитываются на напряжение изгиба, втулки рассчитываются на удельную нагрузку, оси коромысел – на напряжение среза и изгиба.

6.6.3 Система смазывания

Производится гидродинамический и тепловой расчет подшипника скольжения; определяется количество масла, циркулирующего в системе смазывания, и её ёмкость; выполняется расчет масляного насоса, радиатора; рассчитывается масляный фильтр. Вычерчивается схема системы смазывания.

6.6.4 Система охлаждения

Производятся расчеты: количества тепла, отводимого в систему охлаждения от двигателя; водяного насоса; радиатора; осевого вентилятора. В двигателях воздушного охлаждения рассчитывается оребрение головки цилиндра, цилиндров и вентилятор. Определяется ёмкость системы жидкостного охлаждения.

6.6.5 Система питания

Бензиновый двигатель. Рассчитывается диаметр диффузора и диаметр жиклера карбюратора. По полученным данным расчета подбирается необходимый карбюратор.

Дизельный двигатель. Топливный насос. Рассчитывается цикловая подача топлива на цилиндр. По цикловой подаче устанавливается диаметр и ход плунжера. По данным расчета подбирается необходимый топливный насос.

Форсунка. Подсчитывается площадь проходного сечения всех сопловых отверстий, количество отверстий, диаметр соплового отверстия. По полученным данным подбирается необходимый тип и размер форсунки.

Если в дипломном проекте в качестве спецзадания предусмотрена разработка системы питания, то расчёт производится по специальным источникам.

6.6.6 Система пуска

Производится расчет мощности пускового устройства. Подбирается тип и марка пускового устройства (пусковой двигатель или электростартер).

6.7 Специальное задание

В этом разделе дается обоснование типа и основных показателей, а также конструктивная разработка узла или системы, указанных в специальном задании на дипломное проектирование. При этом необходимо сделать сравнение с существующими конструкциями по технико-экономическим показателям, надежности и долговечности.

Расчет необходимо вести на наиболее тяжелый режим работы, характерный для данного узла двигателя. Расчеты необходимо сопровождать схемами и эскизами деталей.

Полученные данные расчета сопоставляются с допустимыми величинами.

Если в качестве специального задания указана научно-исследовательская работа, проводимая студентом, то необходимо привести графики, схемы и таблицы, показывающие полноту выполненной работы.

В записке целесообразно дать анализ вариантов конструктивных решений узлов или систем, разрабатываемых в дипломном проекте. При этом должны быть показаны новые разработки и достижения в этой области, а также собственное решение.

В конце расчетной части пояснительной записки составляется краткая техническая характеристика двигателя.

6.8 Краткая техническая характеристика двигателя

Описывается краткая техническая характеристика спроектированного двигателя в соответствии с ГОСТ 14846. Выполняется сравнительный анализ основных показателей спроектированного двигателя и прототипа.

Примерный образец технической характеристики двигателя:

Тип двигателя (тактность, дизельный или бензиновый).

Способ смесеобразования (для дизельных двигателей).

Число и расположение цилиндров.

Порядок работы цилиндров.

Диаметр цилиндра, мм.

Ход поршня, мм.

Рабочий объём, л.

Степень сжатия.

Максимальная мощность, кВт.

Частота вращения коленчатого вала при максимальной мощности, об/мин.

Максимальный крутящий момент, Нм.

Частота вращения при максимальном крутящем моменте, об/мин.

Минимальный удельный расход топлива, г/кВт*ч.

Фазы газораспределения, град.

Сухая масса двигателя, кг.
Технический ресурс до первого капитального ремонта, часов (км. пробега).

Основные заправочные ёмкости:

Системы смазывания, л.

Системы питания, л.

Системы охлаждения, л.

П р и м е ч а н и е . Масса двигателя и технический ресурс принимаются по данным аналогичных конструкций и с учётом принятых конструктивных решений.

6.9 Разработка технологического процесса изготовления детали

Для разработки технологического процесса принимается одна из основных деталей проектируемого узла, содержащая не менее 6...8 операций (позиций) механической обработки.

Весь раздел разработки технологии производства детали подразделяется на две части: графическую и расчётно-пояснительную.

В графическую часть входят: рабочие чертежи детали и заготовки (0,5...1,0 листа формата А1), один лист технологических эскизов (по 4 или 6 эскизов на листе) и чертёж специального приспособления (А1 или А2).

Рабочие чертежи детали и заготовки выполняются в масштабе со всеми проекциями, разрезами и сечениями, необходимыми для полного понимания их конструкции (ГОСТ 7505).

Операционные эскизы выполняются в одном масштабе после того, как технологический процесс полностью разработан и оформлен в картах. На каждом операционном эскизе изображается деталь в рабочем положении и в том виде, который получается после выполнения операции; указывается способ установки и закрепления детали согласно ГОСТ 3.1107; в конечном положении изображается обрабатываемый инструмент. При обработке отверстий сверлением, зенкерованием, развёртыванием, шлифованием режущий инструмент изображается в исходном положении. Поверхности детали, обрабатываемые на данной операции, обводятся утолщёнными линиями. На эскизе указываются размеры с допусками по ГОСТ 2.307 и ГОСТ 2.308, шероховатость поверхности по ГОСТ 2.309 и технические требования на данную операцию, а также даётся её краткое содержание. Рабочие движения детали и инструмента указываются стрелками. Если движения сложные даётся их циклограмма. Вверху эскиза указывается номер операции, а в правом нижнем углу – таблица режимов резания по установленному формату.

В расчётно - пояснительной записке должны быть освещены следующие вопросы:

1. Назначение и анализ технологичности конструкции детали.
2. Определение типа производства.
3. Выбор метода получения заготовки.
4. Технологический процесс обработки детали:
 - а) выбор и сравнение вариантов технологического процесса

механической обработки детали;

б) выбор режущего, мерительного, вспомогательного инструмента, приспособлений и смазывающе - охлаждающих жидкостей по операциям;

в) расчёт режимов резания;

г) нормирование технологического процесса;

д) определение потребного количества оборудования.

5. Описание чертежа и принципа работы специального приспособления

При описании назначения детали особое внимание следует обратить на назначение основных её поверхностей, влияние их взаимного расположения, точности размеров и формы, шероховатости обработки на работу машины или узла в целом. Здесь же приводятся данные о материале детали, его химическом составе и механических свойствах, которые оформляются в виде таблиц.

Целью технологического анализа конструкции детали является выявление недостатков конструкции по номинальной трудоёмкости и металлоёмкости, возможности применения высокопроизводительных методов, а также достаточности сведений, содержащихся на чертеже и в технических требованиях. При этом определяются: возможность и целесообразность замены материала и упрощения конструкции, применения нормализованных и стандартизованных элементов детали; достаточность её жёсткости и доступность поверхностей для обработки, наличие на детали удобных базирующих поверхностей и возможность создания вспомогательных технологических баз (при необходимости); наиболее рациональный способ получения заготовки с размерами и формой, возможно близкими к готовой детали, обеспечивающей наиболее высокий коэффициент использования металла, возможность уменьшения слесарных и пригоночных работ и упрощение сборки.

Технологический процесс механической обработки детали разрабатывается и сравнивается экономически в двух вариантах. Для подробной разработки выбирается наиболее экономичный вариант, который и даётся в технологических картах. В пояснительной записке проводится только обоснование выбранных операций (в их последовательности), моделей станков, выбранных баз, режущего, мерительного и вспомогательного инструмента, методов контроля точности размеров, технических требований и шероховатости поверхностей.

По расчёту режимов резания в записке приводится только порядок расчёта. Полученные результаты вписываются в сводную таблицу.

Нормирование технологического процесса для условий массового и серийного производства проводится расчётно-аналитическим способом. При этом основное время определяется на основании выбранных режимов резания, а вспомогательное время, время на обслуживание рабочего места и отдых – по справочным данным. Результаты расчёта сводятся в таблицу.

Определение потребного количества оборудования для массового производства производится на основе штучного времени на операцию и такта выпуска, а для серийного производства – на основе программы выпуска деталей, действительного фонда времени станка при работе в две смены и

штучно-калькуляционного времени. Коэффициент загрузки оборудования определяется для каждой операции в отдельности. Затем строится график загрузки оборудования, на котором приводится загрузка каждого станка в отдельности. Средний коэффициент загрузки оборудования по отделению определяется как среднеарифметическое значение коэффициентов загрузки всех станков.

6.10 **Технико-экономические показатели**

Экономическая часть дипломного проекта выполняется в соответствии с последними разработанными методическими указаниями кафедры «Экономики и управления на транспорте» и рекомендациями консультанта этой кафедры.

6.11 **Требования охраны труда и техники безопасности**

В проекте должны быть отражены общие и специальные требования безопасности, предъявляемые к двигателю. В содержание раздела входит выбор технических устройств по охране труда, технике безопасности и противопожарным мероприятиям. Даются характеристики и анализ потенциальных опасностей разрабатываемого двигателя или научно-исследовательской темы с точки зрения охраны труда и природы (избыточное тепловыделение, загазованность, шум, вибрации, возможность нанесения травмы человеку подвижными частями и т.п.). Также принимаются меры по профилактике травматизма и профзаболеваний.

Отдельные вопросы по охране труда могут быть отражены в других разделах проекта в комплексе с рассматриваемыми там вопросами. Так, например, в конструкции двигателя применяются защитные кожухи, ограждения и т.п., в технологической части применяются безопасные приемы и операции обработки детали и т.д.

В разделе должны быть отражены следующие вопросы:

1. Общегосударственное значение и задачи охраны труда и природы, техники безопасности (используются материалы постановлений Правительства и профсоюзов).

2. Организационные мероприятия, обеспечивающие безопасность труда при разработке:

- а) двигателя внутреннего сгорания, предусмотренного проектом;
- б) оборудования для испытаний;
- в) научно-исследовательской темы.

3. Порядок выполнения аварийных работ при нарушении целостности и герметичности емкостей с горючими, смазочными, ядовитыми жидкостями или газами.

4. Техника безопасности при работе с двигателем:

- а) опасности, возникающие при эксплуатации;
- б) расчеты прочности и коэффициенты безопасности;
- в) предохранительные устройства;

ж) газозащитные, парозащитные и пылезащитные приспособления и устройства;

з) оградительные устройства в конструкции двигателя;

и) индивидуальные средства защиты при работе с двигателем;

к) способы аварийной остановки двигателя;

л) мероприятия, предупреждающие воздействие на человека агрессивных и токсических веществ и газов, образующихся при работе двигателя; их краткая характеристика.

5. Оценка надежности конструктивных решений по технике безопасности, принятых в проекте.

6. Анализ разработанной конструкции с точки зрения мер по устранению или уменьшению выделения вредных газов и паров.

7. Анализ потенциальных опасностей, возникающих при эксплуатации двигателей.

8. Разработка мероприятий по борьбе с шумами и вибрациями двигателя и оборудования, при испытании их и при выполнении научно-исследовательской темы.

Требованиям техники безопасности должны удовлетворять конструктивные решения как двигатели в целом, так и всех его узлов.

В пояснительной записке даются укрупненные обоснования принятых решений по вопросам охраны труда и техники безопасности с использованием новейших достижений. В записке желательно также привести приближенный расчет затрат на мероприятия по технике безопасности.

6.12 Заключение

В этом разделе приводится сравнение спроектированного двигателя с аналогичными конструкциями данного класса.

Необходимо отметить нововведения, сделанные в конструкции, мероприятия по повышению прочности, долговечности и надежности деталей и систем двигателя, а также срока их службы.

Необходимо сделать выводы о перспективах дальнейшего развития такого типа двигателей.

Следует также дать заключение о рентабельности серийного производства двигателя и укрупненные показатели ожидаемого эффекта от внедрения в производство и эксплуатацию спроектированного двигателя.

В заключении указывается назначение спроектированного двигателя и обоснование масштабов производства, а также соответствие его нормативным требованиям по экологическим и другим показателям.

6.13 Список использованной литературы

В список использованных источников, составленный при проектировании, включаются все литературные источники и отдельные материалы. Список составляется в порядке упоминания литературы в тексте пояснительной записки.

Все данные о литературном источнике приводятся в соответствии с ГОСТ 7.1, с необходимой полнотой для отыскания его в библиотеках. Пунктуация и сокращения должны быть общепринятыми.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Правил проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования, утвержденных постановлением Министерства образования Республики Беларусь от 29.05.2012 № 53.
2. Инструкция о порядке организации, проведения дипломного проектирования и требования к дипломным проектам (дипломным работам), их содержание и оформление, обязанности руководителя, консультанта, рецензента дипломного проекта (дипломной работы). Инструкция утверждена приказом ректора БНТУ от 27.01.2014г., за № 105.
3. СТБ 22.0.1-96 Система стандартов в сфере образования. Основные положения.
4. СТБ 6.38-2004 Унифицированные системы документации Республики Беларусь. Система организационно-распорядительной документации. Требования к оформлению документов.
5. СТБ 22.0.4-2005 Система стандартов в сфере образования. Термины и определения.
6. ГОСТ 2.004-88 Единая система конструкторской документации. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.
7. ГОСТ 2.103-68 Единая система конструкторской документации. Стадии разработки.
8. ГОСТ 2.104-2006 Единая система конструкторской документации. Основные надписи.
9. ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам.
10. ГОСТ 2.106-96 Единая система конструкторской документации. Текстовые документы.
11. ГОСТ 2.109-73 Единая система конструкторской документации. Основные требования к чертежам.
12. ГОСТ 2.301-68 Единая система конструкторской документации. Форматы.
13. ГОСТ 2.302-68 Единая система конструкторской документации. Масштабы.
14. ГОСТ 2.303-68 Единая система конструкторской документации. Линии.
15. ГОСТ 2.304-81 Единая система конструкторской документации. Шрифты чертежные.
16. ГОСТ 2.305-2008 Единая система конструкторской документации. Изображения – виды, разрезы, сечения.

17. ГОСТ 2.306-68 Единая система конструкторской документации. Обозначения графических материалов и правила нанесения на чертежах.
18. ГОСТ 2.307-2011 Единая система конструкторской документации. Нанесение размеров и предельных отклонений.
19. ГОСТ 2.308-2011 Единая система конструкторской документации. Указание на чертежах допусков формы и расположения поверхностей.
20. ГОСТ 2.309-73 Единая система конструкторской документации. Обозначения шероховатостей поверхностей. С изменениями от 01.01.04г
21. ГОСТ 2.310-68 Единая система конструкторской документации. Нанесение на чертежах покрытий, термической и других видов обработки.
22. ГОСТ 2.311-68 Единая система конструкторской документации. Изображение резьбы.
23. ГОСТ 2.312-72 Единая система конструкторской документации. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений.
24. ГОСТ 2.315-68 Единая система конструкторской документации. Изображения упрощённые и условные крепёжных деталей.
25. ГОСТ 2.316-2008 Единая система конструкторской документации. Правила нанесения надписей, технических требований и таблиц на графических документах. Общие положения.
26. ГОСТ 2.321-84 Единая система конструкторской документации. Обозначения буквенные.
27. ГОСТ 2.401-68 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения чертежей пружин.
28. ГОСТ 2.409-74 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения чертежей зубчатых (шлицевых) соединений.
29. ГОСТ 2.605-68 Единая система конструкторской документации. Плакаты учебно-графические. Общие технические требования.
30. ГОСТ 2.702-2011 Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению.
31. ГОСТ 2.704-2011 Единая система конструкторской документации. Правила выполнения гидравлических и пневматических схем.
32. ГОСТ 2.721-74 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения.
33. ГОСТ 2.770-68 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Элементы кинематики.
34. ГОСТ 2.780-96 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Кондиционеры рабочей среды, ёмкости гидравлические и пневматические.
35. ГОСТ 2.781-96 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические в схемах. Аппараты гидравлические и пневматические, устройства управления и приборы контрольно-измерительные.

36. ГОСТ 2.785-70 Единая система конструкторской документации. Обозначения условные графические. Арматура трубопроводная.
37. ГОСТ 3.1107-81 Единая система конструкторской документации. Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения.
38. ГОСТ 7.1-2003 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления.
39. ГОСТ 7.9-95 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Реферат и аннотация.
40. ГОСТ 7.32-2001. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления.
41. ГОСТ 7.82-2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание электронных ресурсов. Общие требования и правила составления.
42. ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы физических величин.
43. ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.
44. ГОСТ 14846-81 Двигатели автомобильные. Методы стендовых испытаний.
45. ОКРБ 006-2009 Профессии рабочих и должности служащих.
46. ОКРБ 011-2009 Специальности и квалификации.
47. РД РБ 02100.0.001-2000 Система стандартов в сфере образования. Порядок разработки, утверждения и введения в действие руководящих документов Республики Беларусь (образовательных стандартов). Основные положения.
48. СТП БНТУ 3.01-2003 Курсовое проектирование.
49. Проектирование деталей и механизмов ДВС: методические указания по выполнению курсового проекта для студентов специальности 1-37 01 01 «Двигатели внутреннего сгорания» /В.В. Альферович, И.К. Русецкий. – Минск: БНТУ, 2005. – 27 с.
50. Тепловой и динамический расчёт двигателей внутреннего сгорания: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-37 01 01 «Двигатели внутреннего сгорания» /Г.А. Вершина, Г.М. Кухарёнок, А.Ю. Пилатов. – Минск: БНТУ, 2013. – 78 с.
51. Токсичность ДВС [электронный ресурс]: методические указания по изучению дисциплины «Токсичность ДВС» для студентов специальности 1-37 01 01 «Двигатели внутреннего сгорания» /В.В. Альферович. – Минск: БНТУ, 2009.
52. Морозов К.А. Токсичность автомобильных двигателей /К.А. Морозов. – М.: Легион-Автодата, 2000. – 79 с.
53. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов] – 4-е изд. перераб. и доп. – Мн.: Вышэйшая школа, 1983. – 256с.: ил.

54. Грехов В.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: Учебник для вузов. – М.: Легион – Автодата, 2004. - 257 с.: ил.
55. Кухарёнок Г.М. Агрегаты наддува: учебно-методическое пособие по дисциплине «Газовая динамика и агрегаты наддува» для студентов специальности 1-37 01 01 «Двигатели внутреннего сгорания» заочной формы обучения. – Минск: БНТУ, 2012. – 49 с.
56. Гришкевич А.И. Автомобили: Теория: Учебник для вузов. – Мн.: Выш. шк., 1986. - 208 с.: ил.
57. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей / В.П.Алексеев, В.Ф.Воронин, Л.В.Грехов и др.; Под ред. А.С.Орлина, М.Г.Круглова – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. - 283 с.: ил.
58. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей. Учебник для вузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания» /Д.Н.Вырубов, Н.А.Иващенко, В.И.Ивин и др.; Под ред. А.С.Орлина, М.Г.Круглова – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. - 375 с.: ил.
59. Двигатели внутреннего сгорания: Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей / Д.Н.Вырубов, С.И.Ефимов, Н.А.Иващенко и др.; Под ред. А.С.Орлина, М.Г.Круглова – 4-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. - 384 с.: ил.
60. Двигатели внутреннего сгорания: Системы поршневых и комбинированных двигателей / С.И.Ефимов, Н.А.Иващенко, В.И.Ивин и др.; Под ред. А.С.Орлина, М.Г.Круглова – 3-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. - 456 с.: ил.
61. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн.1. Теория рабочих процессов: Учеб. /В.Н.Луканин, К.А.Морозов, А.С.Хачиян и др.; Под ред. В.Н.Луканина. – М.: Высш. шк., 1995. – 368с.: ил.
62. Двигатели внутреннего сгорания. В 3 кн. Кн.2. Динамика и конструирование: Учеб. /В.Н.Луканин, И.В.Алексеев, М.Г.Шатров и др.; Под ред. В.Н.Луканина. – М.: Высш. шк., 1995. – 319 с.: ил.
63. Кавтарадзе Р.З. Теория поршневых двигателей. Специальные главы: Учебник для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 720 с.
64. Железко Б.Е. Основы теории и динамика автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие для вузов. – Мн.: Выш. школа, 1980. – 304 с.: ил.
65. Железко Б.Е., Адамов В.М., Есьман Р.И. Термодинамика, теплопередача и двигатели внутреннего сгорания. - Мн.: Выш. шк., 1985. – 271с.
66. Конструирование двигателей внутреннего сгорания: Учебник для студентов вузов по специальности «Двигатели внутреннего сгорания» направления подготовки «Энергомашиностроение» /Н.Д. Чайнов, Н.А. Иващенко, А.Н. Краснокутский, Л.Л. Мягков; под ред. Н.Д. Чайнова. – М.: Машиностроение, 2008. – 496 с.

67. Колчин А.И. Расчёт автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пособие для вузов / А.И.Колчин, В.П. Демидов - 3-е изд. перераб. и доп. - М.: Высш. шк., 2002. - 496 с.: ил.
68. Кульчицкий А.Р. Токсичность автомобильных и тракторных двигателей: Учеб. пос. для высшей школы. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Академический Проект, 2004. - 400 с.: ил.
69. Кухарёнок Г.М. Рабочий процесс высокооборотных дизелей. Методы и средства совершенствования. - Мн.: БГПА, 1999. - 180 с.: ил.
70. Якубович, А.И. Системы охлаждения тракторных и автомобильных двигателей. Конструкция, теория, проектирование /А.И. Якубович, Г.М. Кухарёнок, В.Е. Тарасенко. - Минск: Новое знание; М.: ИНФРА - М, 2013. - 437 с.
71. Якубович, А.И. Системы охлаждения двигателей тракторов и автомобилей. Исследования, параметры и показатели / А.И. Якубович, Г.М. Кухарёнок, В.Е. Тарасенко. - Минск: БНТУ, 2014. - 300 с.
72. Кухарёнок Г.М. Пусковые качества дизелей с аккумуляторной системой топливоподачи /Г.М. Кухарёнок, А.Н. Марчук, А.Н. Петрученко. - Минск: БНТУ, 2012. - 173 с.
73. Системы управления дизельными двигателями. Перевод с немецкого. Первое русское издание. - М.: ЗАО «КЖИ «За рулём», 2004. - 480 с.
74. Системы управления бензиновыми двигателями. Перевод с немецкого. Первое русское издание. - М.: ООО «Книжное издательство «За рулём», 2005. - 432 с.
75. Расчёт и конструирование автомобильных и тракторных двигателей (дипломное проектирование): Учеб. пособие для вузов /Б.Е.Железко, В.М.Адамов, И.К.Русецкий, Г.Я.Якубенко. - Мн.: Выш. шк., 1987. - 247 с.; ил.
76. Газовая динамика и агрегаты наддува: методические указания по выполнению курсового проекта для студентов специальности 1-37 01 01 «Двигатели внутреннего сгорания» / Г.М. Кухарёнок, А.Н. Петрученко. - Минск: БНТУ, 2009. - 66 с.
77. Топливные системы и экономичность дизелей /И.В.Астахов, Л.Н.Голубков, В.И.Трусов и др. - М.: Машиностроение, 1990. - 287 с.: ил.
78. Тракторы: Теория: Учеб. для студентов вузов по спец. «Автомобили и тракторы». / В.В.Гуськов, Н.Н.Велев, Ю.Е.Атаманов и др.; Под ред. В.В.Гуськова. - М.: Машиностроение, 1988. - 376 с.: ил.
79. Транспорт и окружающая среда: Учебник /М.М.Болбас, Е.Л.Савич, Г.М.Кухаренко и др.; Под общ. ред. М.М.Болбаса - Мн.: Технопринт, 2003. - 262 с.
80. Файнлейб Б.Н. Топливная аппаратура автотракторных дизелей: Справочник. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1990. - 352 с.: ил.
81. Хорош А.И., Хорош И.А. Дизельные двигатели транспортных и технологических машин: Учебное пособие. - 2-е изд. испр. - СПб: Издательство «Лань», 2012. - 704 с.

82. Графкина М.В., Михайлов В.А., Иванов К.С. Экология и экологическая безопасность автомобиля: учебник / Графкина М.В., Михайлов В.А., Иванов К.С. – М.: Форум, 2011. – 320 с.
83. Пути повышения конкурентоспособности ДВС: проблемы и решения. Учебное пособие /Ч.Б. Дробышевский, В.И. Карагодин, Е.С. Малашенко и др.: под общ. ред. Г.Г. Маньшина. – М.: ООО «Техполиграфцентр», 2012. – 167 с.
84. Технология машиностроения. Курсовое проектирование: учеб. пособие /М.М.Кане [и др.]; под ред. М.М. Кане, В.К. Шелег. – Мн.; Выш. шк., 2013. – 311 с.
85. Справочник технолога – машиностроителя: в 2т. Т.1 /под ред. А.М.Дальского [и др.]. 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение – 1, 2001. - 912 с.
86. Справочник технолога – машиностроителя: в 2т. Т.2 /под ред. А.М.Дальского [и др.]. 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение – 1, 2001. - 890 с.
87. Режимы резания металлов: справочник /Ю.В. Барановский [и др.]. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
88. Оформление технологической документации в курсовых и дипломных проектах. Методические указания. /В.И. Романенко. – Мн.: БНТУ, 2009. – 81 с.
89. Проектирование технологических процессов механической обработки деталей. Методические указания по выполнению курсового проекта. /А.А. Ярошевич. – Мн.: БНТУ, 2006. – 24 с.
90. Межотраслевые правила охраны труда на автомобильном и городском электрическом транспорте. – Минск, 2008.
91. ТКП 248-2010 (02190) Техническое обслуживание и ремонт автомобильных транспортных средств. Нормы и правила проведения.
92. Санитарные нормы и правила «Требования для организаций по ремонту и техническому обслуживанию транспортных средств». – Минск, 2013.
93. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Перечень регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ». – Мн.: Министерство здравоохранения РБ, 2009.
94. ГОСТ 12.1.003 – 83. Шум. Общие требования безопасности.
95. ГОСТ 12.0.003 – 74. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.
96. ГОСТ 12.1.007 – 75. ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования.
97. СТБ 960 – 2011. Техническое обслуживание и ремонт транспортных средств. Общие требования безопасности.
98. ТКП 295-2011. Пожарная техника. Огнетушители. Требования к выбору и эксплуатации.
99. Правила ЕЭК ООН №24 (ГОСТ Р41.24-2003) Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения двигателей с воспламенением

от сжатия и автотранспортных средств с двигателями с воспламенением от сжатия в отношении выброса видимых загрязняющих веществ.

100. Правила ЕЭК ООН №40 Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения мотоциклов, оснащенных двигателем с принудительным зажиганием, в отношении выделяемых двигателем выхлопных газов.

101. Правила ЕЭК ООН №47 Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения мопедов, оснащенных двигателем с принудительным зажиганием, в отношении выделяемых двигателем выхлопных газов.

102. Правила ЕЭК ООН №49 (ГОСТ Р41.49-2003) Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения двигателей с воспламенением от сжатия и двигателей, работающих на природном газе, а также двигателей с принудительным зажиганием, работающих на сжиженном нефтяном газе (СНГ), и транспортных средств, оснащенных двигателями с воспламенением от сжатия, двигателями, работающими на природном газе, и двигателями с принудительным зажиганием, работающими на СНГ, в отношении выделяемых ими загрязняющих веществ.

103. Правила ЕЭК ООН №83 (ГОСТ Р41.83-99) Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении выбросов загрязняющих веществ в зависимости от топлива, необходимого для двигателей.

104. Правила ЕЭК ООН №96 (ГОСТ Р41.96-99) Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения двигателей с воспламенением от сжатия для установки на сельскохозяйственных и лесных тракторах в отношении выбросов загрязняющих веществ этими двигателями.

105. Правила ЕЭК ООН №101 (ГОСТ Р41.101-99) Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения легковых автомобилей, оборудованных двигателем внутреннего сгорания, в отношении измерения объема выбросов диоксидов углерода и расхода топлива.

106. СТБ 1848-2009 «Транспорт дорожный. Экологические классы».

107. Состав отработавших газов двигателей внутреннего сгорания [электронный ресурс]: методическое пособие к дисциплине «Токсичность ДВС» для студентов специальности 1-37 01 01 «Двигатели внутреннего сгорания» /В.В. Альферович. – Минск: БНТУ, 2011.

108. Оценка экономической эффективности проектных решений: методическое пособие по выполнению экономической части дипломного проекта и курсовой работы для студентов специальностей 1-36 01 07 «Гидропневмосистемы мобильных и технологических машин» и 1-37 01 01 «Двигатели внутреннего сгорания». В 2-х частях /Т.Л. Якубовская. – Минск: БНТУ, 2015. – 45 с. – часть 1; - 45 с. – часть – 2.

109. Техничко – экономическое обоснование конкурентоспособности проектируемых изделий (продукции): учебно – методическое пособие /Э.М. Гайнутдинов, Л.И. Поддерегина. – Мн.: МГВРК, 2003. – 64 с.

Приложение А

Заведующему кафедрой
Кухарёнку Г.М.
Студента специальности
«Двигатели внутреннего
сгорания» (дневной, заочной)
формы получения образова-
ния группы _____

ФИО (полностью и разборчиво)

З А Я В Л Е Н И Е

Прошу утвердить тему дипломного проекта _____

Руководитель дипломного проекта _____
(указать должность, уч. степень, уч. звание)

(фамилия, инициалы)

Консультант по конструкторской части _____
(должность, уч. степень, уч. звание)

(фамилия, инициалы)

« _____ » _____ 201__ г. _____
(подпись)

«Согласовано» « _____ » _____ 201__ г. _____
(подпись консультанта)

«Согласовано» « _____ » _____ 201__ г. _____
(подпись руководителя)

Приложение Б

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Двигатели внутреннего сгорания»

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

_____ Кухарёнок Г.М.

« _____ » _____ 201__ г.

Задание на дипломный проект

Студенту - дипломнику _____
(фамилия, инициалы)

1. Тема дипломного проекта

Утверждена приказом ректора БНТУ от «__» _____ 201__ г. № _____

2. Исходные данные к дипломному проекту

3. Перечень подлежащих разработке вопросов или краткое содержание расчётно – пояснительной записки

3.1. Оглавление	1с.
3.2. Введение	1-2с.
3.3. Патентно-информационный поиск по спецзаданию	4-5с.
3.4. Тяговый расчет машины (при необходимости)	2-4с.
3.5. Расчет рабочего цикла двигателя	5-6с.
3.6. Расчет кинематики и динамики КШМ	4-6с.
3.7. Выбор конструкции агрегатов и систем двигателя	3-4с.
3.8. Расчет на прочность основных деталей и расчет систем двигателя	8-11с.
3.9. Специальное задание	6-9с.
3.10. Разработка технологического процесса изготовления детали	5-7с.

3.11. Техничко-экономические показатели	5-7с.
3.12. Требования охраны труда и техники безопасности	4-6с.
3.13. Заключение	1с.
3.14. Список использованной литературы	1с.
4. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей, схем, диаграмм и т.д.)	
4.1. Диаграммы теплового и динамического расчетов двигателя	1л
4.2. Чертеж общего вида двигателя (поперечный, продольный разрезы)	1-2л
4.3. Графическая иллюстрация специального задания	4-5л
4.3.1.	л
4.3.2.	л
4.3.3.	л
4.3.4	л
4.4. Технологическая часть проекта	2-3л
4.5. Графики и таблицы экономических расчетов	1-2л
5. Консультанты по проекту с указанием относящихся к ним разделов	
5.1 Конструкторская часть (п.п. 3.2 ... 3.9, 4.1 ... 4.3)	
5.2 Технологическая часть (п.п. 3.10 и 4.4)	
5.3 Экономическая часть (п.п. 3.11 и 4.5)	
5.4. Охрана труда и техника безопасности (п.п. 3.12)	
6. Примерный календарный график выполнения дипломного проекта	

Наименование этапов выполнения дипломного проекта, содержание расчетно-пояснительной записки, графического материала	Объем работы, %	Сроки (дата) выполнения этапа	Примечания (в т. ч. отметка руководителя (консультанта) о выполнении)
Сбор материала		20.03	
Подпункты 3.2 ... 3.6 и 4.1		01.04	
Первая проверка		09 – 10.04	
Подпункты 3.7 ... 3.8 и 4.2		05.05	
Подпункты 3.9 и 4.3		13.05	
Вторая проверка		14 – 15.05	
Подпункты 3.10 и 4.4		22.05	
Подпункты 3.11 и 4.5		01.06	
Подпункты 3.12...3.14 и весь проект		05.06	
Рабочая комиссия		07 – 08.06	

7. Дата выдачи задания « 09 » февраля 201__ г.

8. Срок выполнения дипломного проекта « 05 » июня 201__ г.

Руководитель _____
(подпись) (инициалы, фамилия)

Подпись студента – дипломника _____
Дата « ____ » _____ 201__ г.

Примечание – примерное количество страниц разделов расчётно-пояснительной записки указано для компьютерного набора

Приложение В

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Автотракторный факультет

Кафедра « Двигатели внутреннего сгорания »

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ Г.М. Кухарёнок
подпись инициалы и фамилия
« ____ » _____ 201_ г.

РАСЧЁТНО - ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА

« _____ »

наименование темы

Специальность _____ «Двигатели внутреннего сгорания»
шифр

Студент-дипломник
группы _____

номер

подпись, дата

инициалы и фамилия

Руководитель

подпись, дата

инициалы и фамилия

Консультанты:

по конструкторской части

подпись, дата

инициалы и фамилия

по технологической части

подпись, дата

инициалы и фамилия

по экономической части

подпись, дата

инициалы и фамилия

по охране труда и технике безопасности

подпись, дата

инициалы и фамилия

Ответственный за нормоконтроль

подпись, дата

инициалы и фамилия

Объем проекта:

расчётно - пояснительная записка — _____ страниц;

графическая часть — _____ листов;

магнитные (цифровые) носители — _____ единиц.

Минск 201_

РЕФЕРАТ

Расчётно - пояснительная записка дипломного проекта: 120 с., 11 рис., 19 табл., 21 источник, 9 прил.

ДИЗЕЛЬНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ, ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СИСТЕМА ПИТАНИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ, ЭКОНОМИКА, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Объектом разработки является дизельный двигатель жидкостного охлаждения для колёсного трактора с номинальной тягой 16 кН.

Цель проекта определить основные показатели рабочего цикла двигателя, динамические нагрузки, действующие на основные детали двигателя, выбрать конструкцию агрегатов и систем двигателя, провести расчёт на прочность основных деталей и расчёт систем двигателя, включая систему питания с элементами новизны, а также разработать технологический процесс изготовления шестерни привода топливного насоса высокого давления и оценить перспективность проекта двигателя с помощью технико-экономических показателей.

В процессе проектирования выполнены следующие разработки: предложена конструкция форсунки, обеспечивающая высокие показатели впрыскивания топлива, и управление процессом подачи топлива в зависимости от режимов работы двигателя.

Элементами практической значимости предложенных в проекте решений является повышение топливной экономичности, снижение выбросов вредных веществ в атмосферу и виброакустических показателей процесса сгорания топлива в дизельном двигателе.

Областью возможного практического применения являются дизельные двигатели тракторов и автомобилей.

В проекте нашли отражение вопросы охраны труда и техники безопасности при испытаниях двигателя на заводе и при обслуживании его в условиях эксплуатации.

Приведенный в дипломном проекте расчетно-аналитический материал объективно отражает состояние разрабатываемого двигателя, все заимствованные из литературных и других источников теоретические и методологические положения и концепции сопровождаются ссылками на их авторов.

Приложение Д

Формат	Обозначение	Наименование	Количество листов	Примечание									
A4	-	Задание по дипломному проекту	1										
A4	-	Расчётно - пояснительная записка	...										
A1	(обозначение первого листа графической части)	(наименование первого листа графической части)	1										
A1	(приводится перечень листов графической части)												
ДП - * - 201_ - РПЗ													
Изм.	Лист	№ докум	Подпись										
Разработал				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Литера</td> <td style="width: 20%;">Лист</td> <td style="width: 50%;">Листов</td> </tr> <tr> <td>У</td> <td>1</td> <td>...</td> </tr> <tr> <td colspan="3">1 – 37.01.01 БНТУ, г. Минск</td> </tr> </table>	Литера	Лист	Листов	У	1	...	1 – 37.01.01 БНТУ, г. Минск		
Литера	Лист	Листов											
У	1	...											
1 – 37.01.01 БНТУ, г. Минск													
Проверил													
Т. контр.													
Н.контр.													
Утвердил													

* Номер зачетной книжки дипломника

Приложение Е

Форма штампа на рабочих чертежах графической части дипломного проекта

					ДП-..... ⁽¹⁾ - 201_ - 02 ⁽⁷⁾			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Дизельный двигатель для трактора. ⁽²⁾ Двигатель. Чертёж об-щего вида. ⁽³⁾	Литер.	Масса	Масштаб
Разработал						У	(5)	(6)
Проверил								
Т. контролёр						Лист 02		Листов 12
Н.контролёр					(4)	1 - 37.01.01 БНТУ, г. Минск		
Утвердил								

Форма штампа на листах расчётно – пояснительной записки

					ДП - ⁽¹⁾ - 201_ - РПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата			

Примечание:

- 1 - Номер зачетной книжки дипломника;
- 2 - Наименование объекта проектирования;
- 3 - Наименование листа дипломного проекта;
- 4 - Обозначение материала детали (заполняется только на чертежах деталей);
- 5 - Масса изделия по ГОСТ 2.109;
- 6 - Масштаб проставляется в соответствии с ГОСТ 2.302 и ГОСТ 2.109;
- 7 - Номер листа (плаката) графической части проекта.

Приложение Ж

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

РЕЦЕНЗИЯ на дипломный проект

Студента – дипломника _____
(фамилия, имя, отчество)

Учебной группы _____

Рецензент _____
(должность, учёная степень и звание)

(фамилия, имя, отчество)

В рецензии должны быть отмечены:

- актуальность темы дипломного проекта;
- степень соответствия дипломного проекта заданию;
- логичность построения материала;
- полноту и последовательность критического обзора и анализа литературы по теме дипломного проекта;
- полноту описания методики расчета или проведенных исследований, изложения собственных расчетных, теоретических и экспериментальных результатов, отметка достоверности полученных выражений и данных;
- наличие аргументированных выводов по результатам дипломного проекта;
- практическую значимость дипломного проекта, возможность использования полученных результатов;
- недостатки и слабые стороны дипломного проекта;
- замечания по оформлению дипломного проекта и стилю изложения материала;
- оценка дипломного проекта по десятибалльной системе.

Рецензент имеет право затребовать у студента - автора дипломного проекта - дополнительные материалы, касающиеся проделанной работы.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1 ОПРЕДЕЛЕНИЯ	5
2 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	6
3 ОРГАНИЗАЦИЯ И ПРОВЕДЕНИЕ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ, ОБЯЗАННОСТИ РУКОВОДИТЕЛЯ, КОНСУЛЬТАНТА, РЕЦЕНЗЕНТА	7
3.1 Формирование и утверждение тем дипломных проектов	7
3.2 Контроль хода выполнения дипломного проекта	8
3.3 Обязанности руководителя дипломного проекта, консультанта, нормоконтролёра, рецензента	9
3.4 Допуск дипломного проекта к защите	11
4 ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА ...	12
5 ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ РАСЧЕТНО- ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ И ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА	13
5.1 Оформление расчетно-пояснительной записки	13
5.1.1 Общие требования	13
5.1.2 Построение расчетно-пояснительной записки	14
5.1.3 Изложение текста расчетно-пояснительной записки	18
5.1.4 Требования к оформлению математических формул	19
5.1.5 Требования к оформлению иллюстраций	20
5.1.6 Требования к оформлению таблиц	22
5.1.7 Требования к оформлению приложения	24
5.1.8 Требования к оформлению списка использованной литературы ...	24
5.2 Оформление графической части	26
6 СОДЕРЖАНИЕ РАЗДЕЛОВ ОСНОВНОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА	27
Введение	27
6.1 Патентно – информационный поиск по спецзаданию	27
6.2 Тяговый расчет машины (при необходимости)	28
6.3 Расчет рабочего цикла двигателя	30
6.4 Расчет кинематики и динамики кривошипно-шатунного механизма ...	31
6.5 Выбор конструкции агрегатов и систем двигателя	32
6.6 Расчет на прочность основных деталей и расчет систем двигателя	32
6.6.1 Кривошипно-шатунный механизм	33
6.6.2 Газораспределительный механизм	33
6.6.3 Система смазывания	34
6.6.4 Система охлаждения	34
6.6.5 Система питания	34
6.6.6 Система пуска	35
6.7 Специальное задание	35
6.8 Краткая техническая характеристика двигателя	35
6.9 Разработка технологического процесса изготовления детали	36
6.10 Техничко-экономические показатели	38
6.11 Требования охраны труда и техники безопасности	38
6.12 Заключение	39

6.13 Список использованной литературы	39
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	40
Приложение А	47
Приложение Б	48
Приложение В	50
Приложение Г	51
Приложение Д	52
Приложение Е	53
Приложение Ж	54