

**Министерство образования Республики Беларусь**

**Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»**

**Кафедра «Обработка материалов давлением»**

**М. Н. Верещагин, С. Б. Сарело, В. Ф. Буренков**

## **ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ  
для студентов специальности 1-36 01 05 «Машины  
и технология обработки материалов давлением»  
дневной и заочной форм обучения**

**Электронный аналог печатного издания**

**Гомель 2016**

УДК 621.73:378.046.2(075.8)  
ББК 34.62:74.480.281.35я73  
В31

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом  
механико-технологического факультета ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 11 от 22.12.2015 г.)*

Рецензент: зав. каф. «Технология машиностроения» ГГТУ им. П. О. Сухого  
канд. техн. наук, доц *М. П. Кульгейко*

**Верещагин, М. Н.**

В31

Дипломное проектирование : учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» днев. и заоч. форм обучения / М. Н. Верещагин, С. Б. Сарело, В. Ф. Буренков. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2016. – 51 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <https://elib.gstu.by>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 978-985-535-308-0.

Приведены требования по подготовке, оформлению и представлению к защите дипломных проектов и методические указания по выполнению технологических и конструкторских проектов.

Для студентов специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» дневной и заочной форм обучения.

УДК 621.73:378.046.2(075.8)  
ББК 34.62:74.480.281.35я73

ISBN 978-985-535-308-0

© Верещагин М. Н., Сарело С. Б.,  
Буренков В. Ф., 2016  
© Учреждение образования «Гомельский  
государственный технический университет  
имени П. О. Сухого», 2016

## **1 Цель и задачи дипломного проектирования**

Выполнение дипломных проектов является заключительным этапом обучения студентов в высшем учебном заведении и имеет своей целью:

- закрепление и углубление теоретических и практических знаний по избранной специальности и применение их для решения конкретных инженерных задач;
- формирование навыков ведения самостоятельной проектно-конструкторской или исследовательской работы и овладение методикой проектирования или научного исследования и эксперимента;
- приобретение навыков обобщения и анализа результатов, полученных другими разработчиками или исследователями;
- выяснение подготовленности студента для самостоятельной работы в условиях современного производства, прогресса науки, техники.

Задачей дипломного проекта является выработка умения самостоятельного решения вопросов по разработке и совершенствованию технологических процессовковки и штамповки, проектированию штамповой оснастки и технологического оборудования для выполнения операций ОМД, углублению и развитию навыков по выполнению инженерных расчетов и конструированию.

Цель и задачи дипломного проекта должны быть связаны с задачами отрасли машиностроения и металлообработки.

## **2 Общие положения по подготовке, оформлению и представлению к защите дипломных проектов**

Общие положения изложены в Правилах проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования (Постановление Министерства образования Республики Беларусь от 29 мая 2012 г. № 53) и Инструкции по подготовке, оформлению и представлению к защите дипломных проектов в высших учебных заведениях (№ 356 от 27 июня 1997 г.).

Согласно учебным планам специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» студенты проходят итоговую аттестацию в виде Государственного экзамена и защиты дипломного проекта в Государственной экзаменационной комиссии (ГЭК).

Государственный экзамен предшествует выполнению и защите дипломного проекта.

Замена предусмотренного учебным планом дипломного проекта дипломной работой для технических специальностей допускается с разрешения ректора вуза по представлению декана факультета. При этом дипломная работа должна носить научно-исследовательский характер и содержать в обязательном порядке расчетно-графическую часть.

К итоговой аттестации допускаются студенты, полностью выполнившие учебные планы, учебные программы, программы практики (в том числе преддипломной практики).

В соответствии с темой дипломного проекта руководитель дипломного проекта выдает студенту задание по изучению объекта практики и по сбору материала к дипломному проекту. Одновременно студенту выдается задание на дипломный проект, составленное руководителем и утвержденное заведующим кафедрой, с указанием срока окончания. Форма задания устанавливается приказом ректора по представлению декана факультета. Это задание вместе с проектом представляется в ГЭК.

Дипломный проект выполняется студентом в течение промежутка времени, отведенного для этого учебным планом по соответствующей специальности. Рекомендуется включить в этот промежуток времени также время нахождения студента на последней производственной практике.

Руководитель дипломного проекта обязан:

- составить и выдать задание на дипломный проект;
- оказать студенту помощь в разработке календарного плана-графика на весь период выполнения дипломного проекта;
- рекомендовать студенту необходимую основную литературу, справочные и архивные материалы, типовые проекты и другие источники по теме дипломного проекта;
- проводить предусмотренные планом-графиком беседы со студентом, давать студенту консультации, контролировать расчетные и экспериментальные результаты;
- контролировать ход выполнения работы и нести ответственность за ее выполнение вплоть до защиты дипломного проекта;
- составить отзыв о дипломном проекте.

Дипломный проект выполняется на основе глубокого изучения литературы по специальности (учебников, учебных пособий, моно-

графий, периодической литературы, журналов на иностранных языках, нормативной литературы и т. п.).

Перед началом выполнения дипломного проекта (работы) студент должен разработать календарный график работы на весь период с указанием очередности выполнения отдельных этапов и после одобрения руководителем представить на утверждение заведующему выпускающей кафедрой.

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. В дипломных проектах, кроме того, должны быть отражены вопросы технологии, стандартизации, экономики, охраны труда и т. п., свойственные особенностям специальности.

Дипломный проект состоит из двух частей: пояснительной записки и комплекта конструкторских документов и другого графического и (или) иллюстративного материала.

### **3 Тематика дипломного проекта**

Тематика дипломных проектов должна быть актуальной, соответствовать современному состоянию и перспективам развития науки и техники, по своему содержанию отвечать цели и задачам, изложенным в разделе 1.

Тематика дипломных проектов и их руководители определяются кафедрой и утверждаются советом факультета. При определении тематики следует учитывать конкретные задачи в данной области подготовки. Общий перечень тем дипломных проектов ежегодно должен обновляться и доводиться до сведения студентов в установленном вузов порядке.

Темы дипломных проектов и их руководители утверждаются приказом ректора по представлению декана факультета. В случае необходимости изменения или уточнения темы дипломного проекта декан факультета на основании представления кафедры возбуждает ходатайство о внесении соответствующих изменений в приказ ректора.

Студентам предоставляется право выбора темы дипломного проекта. Студент может предложить свою тему дипломного проекта. В этом случае он должен обратиться к заведующему кафедрой с письменным заявлением, в котором обосновывается целесообраз-

ность работы. При положительном решении вопроса тема дипломного проекта включается в перечень тем кафедры.

Рекомендуется выполнение реальных дипломных проектов или реальной специальной части дипломного проекта, выполняемых по просьбе предприятий или научных учреждений.

Темы дипломных проектов закрепляются за студентами на основании их личных заявлений до выхода на преддипломную практику.

Рекомендуются следующие темы дипломных проектов:

- проект прессового, прессово-заготовительного (холодно-штамповочного) цеха;
- проект участка поэлементной штамповки;
- совершенствование или разработка технологического процесса листовой штамповки;
- кузнечно-штамповочные цехи или участки машиностроительного завода;
- разработка или совершенствование технологического процесса горячей штамповки;
- разработка конструкции кузнечно-прессовой машины или автоматизированного (роботизированного) штамповочного комплекса;
- модернизация кузнечно-прессовой машины для расширения ее технологических возможностей, повышения производительности, качества штампуемых деталей или улучшения условий труда.

Таким образом, темы дипломного проекта могут быть технологической или конструкторской направленности и должны соответствовать современному состоянию и перспективам развития кузнечно-штамповочного производства.

На основании утвержденной темы студенту выдается задание на преддипломную практику с конкретным указанием, что должен изучить и выполнить студент на практике и какой материал он должен собрать, а также задание установленной формы к дипломному проекту с указанием исходных данных, вопросов, подлежащих рассмотрению в проекте, и информации о консультантах по разделам дипломного проекта.

#### **4 Состав и содержание дипломного проекта**

Содержание дипломного проекта определяется Образовательным стандартом специальности «Машины и технология обработки материалов давлением» и государственными стандартами Республики Беларусь, регламентирующими разработку и оформление документации.

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

Пояснительная записка должна включать:

- титульный лист;
- задание на дипломный проект;
- оглавление;
- перечень условных обозначений, символов и терминов (если в этом есть необходимость);
- реферат;
- введение;
- обзор литературных источников по теме, или обоснование принятых реконструктивных решений;
- разделы, содержащие описание используемых методов и (или) методик, собственных теоретических и экспериментальных исследований, результаты расчетов и другие сведения, определенные заданием;
- экономическое обоснование принятого решения, определение экономической эффективности внедрения полученных результатов, требования охраны труда и окружающей среды, техники безопасности при эксплуатации разработанного объекта;
- заключение;
- список использованной литературы;
- графический материал в соответствии с заданием на дипломный проект (в случае электронной презентации);
- комплект конструкторских, технологических, программных и иных документов;
- приложения (при необходимости);
- иные части.

## 5 Методические указания по выполнению дипломного проекта

### 5.1 Технологический проект

#### 5.1.1 Листовая штамповка

Многообразие встречающихся в практике деталей исключает создание типовой методики для разработки технологических процессов холодной штамповки, однако содержание и последовательность основных этапов разработки процесса штамповки остаются общими независимо от принятого метода изготовления. Следует представить основные этапы разработки процессов холодной штамповки.

*Анализ технологичности формы и конструктивных элементов детали*

При этом анализе, используя критерии технологичности, изложенные в лекционном материале и литературе, необходимо дать оценку технологичности деталей, получаемых холодно-штамповочными операциями.

В пояснительной записке приводятся чертежи деталей с указанием технических условий на их изготовление и сведений о материале детали и его свойствах, вычерченные на формате А4.

*Определение формы и размеров заготовки и расхода материала при рациональном его использовании*

Здесь определяются форма и размеры заготовки деталей, получаемых формоизменяющими операциями, используя знания курса «Технология листовой штамповки». После определения формы и размеров заготовки составляют раскрой материала, т. е. определяют размеры полосы, ленты или листа, а также взаимное расположение в полосе или ленте штампуемых из них деталей; определяется коэффициент использования материала.

Следует иметь в виду, что при крупносерийном и массовом производстве следует стремиться применять листовой прокат в виде лент и широких рулонов, что позволяет увеличить коэффициент использования материала и расширить возможности автоматизации процессов штамповки.

В пояснительной записке необходимо привести эскизы раскроя полосы (ленты) и листа.

*Установление рационального техпроцесса*

При построении технологического процесса штамповки детали устанавливают характер, количество, последовательность и совмещенность операций холодной штамповки.

Характер операций определяется геометрической формой и конфигурацией штампуемых деталей, состоянием их поверхности (гладкая или рельефная), наличие вырезов или отверстий и т. п.

Количество и последовательность операций определяется конфигурацией и сочетанием конструктивных элементов детали, требуемой точностью и необходимостью соблюдения баз обработки.

При выборе и разработке технологического процесса следует придерживаться следующих общих рекомендаций. Во всех случаях необходимо стремиться принимать наименьшее количество операций и увеличить производительность штамповки. Только в мелкосерийном производстве может оказаться экономически более выгодным разделение технологического процесса штамповки на простейшие операции, которые выполняются в простых и недорогих штампах.

При повышенных требованиях к геометрической форме плоских деталей, получаемых вырубкой-пробивкой, следует предусмотреть правку их в штампе, для деталей с повышенной чистотой среза – зачистку после вырубки-пробивки и чистовую вырубку-пробивку.

При изготовлении гибкой детали с отверстиями последовательность операций зависит от точности расположения отверстий относительно базы. При повышенной точности их расположения пробивку отверстий следует выполнять после гибки, при пониженной – перед гибкой. Если отверстия расположены близко к линии изгиба, то в процессе гибки может искажаться их форма. Поэтому пробивку отверстий в этом случае следует выполнять после гибки.

При изготовлении полых деталей с фланцем, но без дна, для низких деталей следует применять отбортовку, а для высоких – неглубокую вытяжку с последующей пробивкой и отбортовкой. Для расчета потребного числа операций при вытяжке целесообразно использовать расчет по коэффициентам вытяжки.

В целях увеличения производительности, уменьшения количества штампов и прессов вместо обычной отдельной штамповки применяется комбинированная штамповка на комбинированных штампах, на многопозиционных пресс-автоматах, на специальных пресс-автоматах, на штампах с автоматической подачей заготовки.

При разработке вариантов технологических процессов следует рассмотреть возможность радикального изменения типа технологического процесса (например, переход от горячей штамповки на холодную штамповку, от вытяжки – на выдавливание и т. п.), а также возможность изменения конструкции изделия без изменения ее служебных характе-

ристик (в том числе и переход на штампованно-сварные конструкции деталей).

Наиболее рациональным вариантом будет тот, который обеспечивает наименьшую себестоимость деталей и является наивыгоднейшим с экономической точки зрения.

#### *Выбор типа и технологической схемы штампа*

При выборе типа штампа следует руководствоваться рекомендациями, изложенными в литературе, где даны общие рекомендации по выбору штампа совмещенного или последовательного действия в крупносерийном или массовом производстве в зависимости от размеров и точности деталей. При изготовлении мелких деталей в массовом производстве в целях увеличения производительности и экономии материала следует применять многорядные последовательные штампы.

При выборе типа штампа большое внимание должно уделяться механизации и автоматизации штамповочных операций. Применение автоматических и полуавтоматических штампов позволяет увеличить производительность в 2–3 раза.

Технологическая схема штампа должна отражать:

- тип штампа в соответствии с характером производимых операций;
- количество одновременно выполняемых операций и переходов (совмещенность операций);
- способ выполнения операций по времени;
- количество одновременно штампуемых деталей;
- схему расположения рабочих частей штампа;
- способ подачи и фиксации материала или заготовки в штампе;
- способ удаления деталей и отходов.

#### *Установление типа, мощности и габаритов требуемого оборудования*

Выбор прессы производится по следующим основным параметрам: усилию, мощности (работе деформации), величине хода, закрытой высоте, размерам стола прессы и размерам рабочей части ползуна.

В пояснительной записке все расчеты усилий должны быть приведены с написанием формулы и указанием численных значений всех параметров, входящих в эти формулы. При выборе соответствующих параметров или коэффициентов из таблиц, графиков следует давать ссылку на использованную литературу. При расчете мощности (работы деформации) следует помнить, что величина полезной работы, которую можно выполнить в автоматическом режиме, почти в 2 раза меньше, чем при работе этого же прессы на одиночных ходах.

Выбор ножниц для резки листового материала можно производить по расчетному усилию резания. Однако, ввиду того, что в паспорте ножниц содержатся указания о предельной толщине, наибольшей длине разрезаемых стальных листов и пределе прочности разрезаемого материала, выбор ножниц чаще всего производится по этим параметрам. При резке материала с пределом прочности, отличным от указанного в паспорте, делается перерасчет, т. е. определяется допустимая толщина резки данного материала.

Основные параметры прессов и ножниц регламентированы ГОСТами и приведены в каталогах.

#### *Специальная часть проекта*

Специальная часть дипломного проекта может быть научно-исследовательской или конструкторской разработкой.

Научно-исследовательская часть технологического проекта отражает результаты экспериментального или теоретического исследования отдельных вопросов, относящихся к технологической или конструкторской частям проекта.

Наиболее благоприятные условия для развития исследовательской части проекта создает участие студента в НИРС, когда исследовательская работа ведется длительное время и завершается лишь во время дипломного проектирования. В таких случаях целесообразно при выборе темы проекта и содержания отдельных его частей учитывать направление исследовательской работы, проводимой студентами. Следует стремиться к максимальному раскрытию творческих возможностей студента с учетом его склонностей и способностей. Предпочтительно, чтобы в этой части проекта были получены новые решения, уточнения существующих, новые экспериментальные данные, и чтобы этот раздел отражал творческую работу студента, а не пассивное его участие в исследовательской работе, выполняемой руководителем. Студенту предоставляется право выбора направления научно-исследовательской работы самостоятельно или по предложению руководителя проекта. При постановке задачи исследования необходимо учитывать способности студента, реальность решения задачи в установленные сроки, возможную и практическую ценность исследования.

Выполнение этой задачи проекта следует стимулировать проведением изобретательских работ, работ по созданию новых конструкций и техпроцессов, которые могут быть заявлены на предполагаемые изобретения. В случае решения сложных расчетных задач рекомендуется пользоваться современной вычислительной техникой.

### *Конструкторская часть дипломного проекта*

Основными заданиями при разработке этой части проекта могут быть разработка принципиально новых конструкций прессовых машин или отдельных их узлов и совершенствование выпускаемых автоматов, полуавтоматов, создание новых и усовершенствование существующих средств механизации и автоматизации, установок, устройств или приспособлений, используемых в холодноштамповочных цехах. Рекомендуются разработка реальной конструкторской специальной части проекта.

Порядок разработки этой специальной части можно рекомендовать следующий:

1 Сбор и подготовка исходных данных: технических заданий, чертежей машин, узлов и механизмов; технических, организационных и экономических данных промышленности и исследовательских институтов, литературы, каталогов, нормативов, схем и т. д. Это выполняется студентом во время преддипломной практики.

2 Разработка технической характеристики и составление принципиальной кинематической схемы проектируемого оборудования, установок и устройств, установление и уточнение их параметров.

3 Разработка подробной кинематической схемы. При этом для автоматов или полуавтоматов должна быть разработана цикловая диаграмма взаимодействия основных механизмов, для гидроустановок – подробные гидравлические схемы и т. п.

4 Выполнение всех необходимых расчетов: прочностных, кинематических, энергетических и т. д. с построением необходимых графиков и выполнением соответствующих эскизов.

5 Расчет экономической эффективности предложенной новой или модернизированной конструкции.

6 Разработка чертежей общего вида, узлов и других чертежей конструкции.

При выполнении технологического проекта по листовой штамповке рекомендуется литература [1]–[3] и электронный ресурс: Сарело, С. Б. Электронный учебно-методический комплекс дисциплины «Технология листовой штамповки» для студентов специальности 1-36 01 05 дневной и заочной форм обучения / С. Б. Сарело. – ГГТУ им. П. О. Сухого, 2011. – Режим доступа: <http://elib.gstu.by>.

### **5.1.2 Горячая штамповка**

*Технологическая часть. Темы дипломного проекта по горячей штамповке*

Характер технологического процесса намечается в соответствии с конструктивной формой детали и заданным масштабом производства (серийности). Чем больше серийность, тем вероятнее экономическая целесообразность применения более прогрессивных технологических процессов.

В кузнечных цехах рекомендуется использование следующих методов штамповки. Многоручьевая и дифференциальная штамповка на молотах. Штамповка на КГШП. Штамповка с применением периодического проката. Штамповка с последующей чеканкой и калибровкой деталей. Штамповка на ГКМ. Точная высадка в пуансоне. Высадка с последующей раскаткой. Штамповка во вращающихся штампах на ковочных вальцах. Точная безоблойная штамповка в закрытых штампах. Точное изготовление деталей методом редуцирования. Точная штамповка методами горячего, теплого и холодного выдавливания. Изготовление зубьев методом накатки. Радиальная штамповка звездочек и штамповка шестерен с зубом. Получение фасонных поковок типа тел вращения на станах поперечной прокатки. Точная штамповка методом двухстороннего обжатия. Финишная обработка (доводка размеров) методом чеканки, калибровки плитками, роликами, шариками. Точная и безотходная штамповка сплавов и цветных металлов в жидком состоянии. Применение для указанных способов штамповки современных средств механизации и автоматизации.

При разработке тем по горячей штамповке следует отдавать предпочтение установке КГШП и ГКМ перед молотами; для целей фасонирования заготовок – установке ковочных вальцев; для целей очистки от окалины – установке дробебетных устройств, а также ультразвуковой обработке по сравнению с травильными ваннами; для целей нагрева металла под штамповку – установкам скоростного газового безокислительного, индукционного и электроконтактного нагрева по сравнению с пламенными печами обычного типа.

При выполнении дипломного проекта по реконструкции кузнечно-штамповочных цехов необходимо предусматривать замену морально и физически изношенного оборудования новым высокопроизводительным, а также предусматривать модернизацию имеющегося в цехе оборудования.

Разработку технологического процесса производства поковок целесообразно производить в следующем порядке:

- Установить способ производства поковок, термомеханический режим деформации металла и весь комплекс операций изготовления поковки. При решении этой задачи желательно сопоставить несколько возможных вариантов производства данной поковки и на основе технико-экономического расчета с учетом конкретных производственных возможностей выбрать наиболее рациональный вариант.

- Составить чертеж поковки и технические условия к ней.

- В соответствии с принятым способом штамповки произвести расчет и выбор переходов штамповки, определить вид и размеры исходной заготовки.

- Произвести расчет усилий деформирования металла при принятом способе штамповки и выбрать штамповочное оборудование соответствующего усилия с учетом применения средств механизации и автоматизации технологического процесса.

- Сконструировать отвечающую выбранному технологическому процессу оснастку – штампы, приспособления.

- Произвести окончательный технико-экономический расчет стоимости детали, получаемой из поковки по принятому варианту производства.

*Конструкторская или специальная часть дипломного проекта по горячей штамповке*

Специальная часть дипломного проекта с технологическим уклоном должна содержать конструкторскую разработку со всеми необходимыми расчетами проекта какого-либо кузнечного оборудования, нагревательного устройства или средств механизации и автоматизации обработки металлов давлением.

В качестве типовых заданий для разработки в этом случае могут быть:

- разработка принципиально новых конструкций кузнечных машин или отдельных их узлов и совершенствование выпускаемых;

- модернизация существующих конструкций машин или узлов с целью увеличения их производительности, повышения точности штамповки, снижения себестоимости выпускаемой продукции за счет увеличения силовых и скоростных характеристик, специализации машин, применения механизации и автоматизации, облегчения труда и безопасности управления;

- создание новых и усовершенствование существующих средств механизации и автоматизации кузнечно-штамповочного производства;

- создание новых средств и методов высокотемпературного нагрева металла перед ковкой и штамповкой;
- разработка мероприятий по повышению стойкости штампового инструмента;
- создание средств, обеспечивающих безопасную работу кузнечно-прессовых машин.

Разрешается и приветствуется представление в качестве конструкторских разработок реальных проектов, разработанных непосредственно для предприятий – баз производственной практики.

Это же в полной мере относится и к технологической части проекта.

Содержание конструкторской части и порядок ее выполнения должен быть следующим:

- Начальная стадия работы состоит в сборе и подготовке исходных данных: технических заданий, чертежей общих видов машин, узлов и механизмов; технических, организационных и экономических данных промышленности и исследовательских институтов; литературы, каталогов, нормативов, схем и других материалов.

Эта работа выполняется студентом в период прохождения преддипломной практики.

- Составление технической характеристики и разработка принципиальной кинематической схемы проектируемого оборудования, установление или уточнение отдельных его параметров.

Эта разработка должна производиться на основе анализа существующих конструкций машин и изучения литературных источников.

- Разработка подробной кинематической схемы. При этом для автоматов или полуавтоматов, горизонтально-ковочных машин и т. д. должна быть разработана цикловая диаграмма взаимодействия основных механизмов, для паровоздушных молотов – индикаторные диаграммы и схемы паро- или воздухораспределения, для гидропрессовых установок – подробные гидравлические схемы и т. п.

- Составление всех необходимых расчетов: кинематических, прочностных, энергетических, тепловых и т. д. с построением необходимых графиков и вычерчиванием соответствующих эскизов.

- Расчет экономической эффективности предложенной новой конструкции или модернизированной существующей.

- Разработка чертежей общего вида, узлов и других чертежей.

Дипломник должен помнить, что современное машиностроение предъявляет к кузнечно-прессовым машинам следующие основные

требования: высокая производительность при условии соблюдения необходимой точности и шероховатости поверхности получаемой заготовки, максимального ее приближения по форме и размерам к готовой детали; легкость и безопасность эксплуатации машины; снижение металлоемкости; надежность и долговечность; технологичность.

При этом кузнечно-прессовые машины должны иметь сравнительно невысокую себестоимость в производстве и эксплуатации.

При выполнении технологического проекта по горячей штамповке рекомендуется использовать литературу [4]–[9] и электронный ресурс: Верещагин, М. Н. Электронный учебно-методический комплекс по дисциплине «Технологияковки и горячей штамповки» для специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» дневной и заочной форм обучения / М. Н. Верещагин, С. В. Шишков. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2013. – Режим доступа: <http://elib.gstu.by>.

## **5.2 Конструкторский проект**

*Тематика, содержание и объем дипломного проекта*

Темой дипломного проекта по кузнечно-штамповочному оборудованию в соответствии с утвержденным на кафедре заданием на дипломное проектирование может быть: разработка конструкции кузнечно-прессовой машины, автоматизированного или роботизированного штамповочного комплекса, автоматизированной штамповочной линии, быстроперенастраиваемого штамповочного центра, кузнечно-штамповочного оборудования с числовым программным управлением и с управлением от ЭВМ.

Темой дипломного проекта может быть также разработка проекта модернизации кузнечно-прессовой машин для расширения ее технологических возможностей, повышения производительности, быстротходности, качества штампуемых деталей, сокращения отходов, повышения безопасности работы и улучшения условий труда.

Дипломный проект содержит графическую часть на 11 листах формата А1 (СТ СЭВ 1181–78) и пояснительную записку на 100–120 страницах печатного текста.

Рекомендуемое распределение графической части дипломного проекта:

- общий вид кузнечно-прессовой машины, АТК, РТК, автоматической линии – 1–2 листа формата А1;
- сборочные чертежи узлов и составных частей – 2–3 листа формата А1;
- кинематические, гидравлические, пневматические схемы – 1 лист формата А1;

- чертеж станины или рабочие чертежи важнейших деталей – 1–2 листа формата А1;
- технологическая часть – 2 листа формата А1;
- технико-экономические показатели – 1 лист формата А1.

По согласованию с руководителем дипломного проекта может быть принято иное распределение графической части.

Пояснительная записка должна содержать следующие разделы: введение, конструкторский раздел, технологический раздел, экономическая часть, энерго- и ресурсосбережение, раздел охраны труда и окружающей среды.

#### *Введение*

Во введении дипломник должен показать свои знания перспектив развития штамповочного производства, роли и значения обработки материалов давлением в решении поставленных задач, достигнутого уровня и путей совершенствования кузнечно-штамповочного производства в целом и проектируемой кузнечно-прессовой машины, автоматизированного или роботизированного штамповочного комплекса.

Необходимо дать краткую характеристику назначения и технологических возможностей машины, комплекса, линии; перечислить преимущества и достоинства данного оборудования по сравнению с другими типами оборудования, применяемыми для изготовления подобных деталей.

Конструкторская часть дипломного должна включать следующие вопросы: обоснование типа оборудования, выбранного для проектирования; разработку технической характеристики проектируемого оборудования; общего вида машины, комплекса, линии; разработку кинематической, пневматической, гидравлической, или комбинированной схем; разработку системы управления; разработку системы смазки; расчет машины, автомата, комплекса, линии; разработку основных узлов и составных частей машины, комплекса, линии; расчет узлов, составных частей, деталей; разработку рабочего чертежа станины или одной из важнейших деталей; разработку технических условий на изготовление машины.

#### *Обоснование типа оборудования, выбранного для проектирования*

В пояснительной записке дается технико-экономический обзор существующих конструкций машин общих видов, обосновывается выбор в качестве лучшего базового варианта из имеющихся разновидностей данного оборудования. Выбор базового варианта конст-

рукции должен быть увязан с конкретными условиями применения проектируемого оборудования, с учетом специфических особенностей производства, для которого предназначено проектируемое оборудование.

Необходимо наметить и обосновать изменения и усовершенствования, вносимые в проектируемую машину по сравнению с базовым вариантом. Рекомендуются следующие направления совершенствования оборудования:

- снижение материалоемкости;
- повышение быстроходности и производительности;
- повышение уровня механизации, роботизации и автоматизации;
- увеличение надежности и долговечности;
- повышение удельной мощности, максимального технологического усилия, увеличение размеров обрабатываемых деталей;
- улучшение безопасности работы оборудования;
- уменьшение уровня шума, создаваемого оборудованием; эффективная виброизоляция;
- совершенствование системы управления, применение программирования в системе управления, в том числе и числового программного управления, управления от миниатюрных электронных управляющих машин;
- расширение технологических возможностей оборудования;
- повышение точности размеров и качества обработки, увеличение жесткости оборудования и его узлов, применение автоматических подналадчиков, систем измерения и регулирования размеров в процессе обработки;
- совершенствование системы смазки; разработка эффективных средств подачи технологических смазок и смазочно-охлаждающих жидкостей в зону обработки, охлаждение и подогрев штампового инструмента;
- сокращение времени переналадки оборудования, автомата, комплекса, линии, применение устройств для быстрой смены штампов, инструмента; выдвижных столов, электромагнитных, пневмо- и гидropriхватов, пневмоподушек; регулируемых упоров с дискретной системой установки на требуемый размер; автоматических манипуляторов с программной системой управления; координатных столов, револьверных головок и т. п.;
- совершенствование привода, увеличение его экономичности, применение мероприятий, обеспечивающих эффективную экономию

пара, воздуха, воды, электроэнергии, замена парового привода более экономичными – электрическим и гидравлическим, совершенствование конструкции с целью уменьшения непроизводительных потерь энергии, повышение КПД;

– улучшение использования рабочего времени; уменьшение возвратных и холостых ходов; применение ротационного типа движения рабочих частей, обеспечивающего до 100 % использования рабочего времени; совмещение транспортировки и обработки заготовок во времени;

– применение унифицирования и агрегатирования узлов, принципа модульного построения, увеличение удельного веса нормализованных и стандартных деталей, повышение технологичности оборудования при изготовлении, сборке, обслуживании, эксплуатации и ремонте.

Наилучшие результаты достигаются при условии проведения квалифицированного патентно-информационного поиска, проработки нескольких возможных вариантов конструкции и технико-экономического обоснования наиболее оптимального варианта, выполнения отдельных узлов или конструкции в целом. Однако, учитывая учебный характер дипломного проекта, требования оригинальности и патентной чистоты принимаемых технических решений не являются обязательными, а проработка конструкции на патентную чистоту не требуется, за исключением реальных дипломных проектов, в которых эти требования оговорены в задании на дипломное проектирование. Использование в конструкции новинок технической информации, отечественных изобретений повышает уровень выполнения дипломного проекта и учитывается Государственной экзаменационной комиссией при оценке проекта.

*Разработка технической характеристики проектируемого оборудования*

При составлении технического задания на проектирование кузнечно-прессовой машины, автомата, комплекса, линии после выбора оптимального варианта конструкции приступают к определению основных технических параметров. Их детализация и уточнение технических параметров углубляется на стадиях разработки эскизного и технического проекта, составлении рабочей документации, изготовлении и испытании опытного образца, отработке технической документации для постановки на серийное производство. Основные параметры большинства кузнечно-прессовых машин регламентируются соответствующими ГОСТами.

В задании на дипломное проектирование оговаривается один или два наиболее важных параметра: технологическое усилие прессы, масса падающих частей и энергия удара молота, размеры обрабатываемых деталей и производительность комплекса, линии и т. п.

Остальные основные параметры: размеры штампового пространства, величина хода, число ходов в минуту, состав линии, комплекса, темп, основные режимы работы и т. п. принимаются или рассчитываются с учетом намеченных мероприятий по совершенствованию проектируемого оборудования.

По согласованию с руководителем дипломного проекта после соответствующего обоснования разрешается при проектировании машин изменять параметры, если при этом достигается улучшение качества машины и ее соответствие лучшим образцам отечественной и зарубежной техники.

При проектировании специальных кузнечно-прессовых машин, комплексов, линий, параметры которых не оговорены ГОСТами, определение основных параметров осуществляется с учетом конкретных особенностей технологии и конструкции обрабатываемых деталей, серийности производства, используя известные технические решения аналогичного или подобного оборудования, средств автоматизации и тенденции их совершенствования.

Габаритные размеры, занимаемая площадь, масса оборудования, мощность и тип электродвигателей, расход энергоносителей, производительность насосов и т. п. уточняются в процессе проектирования, после проведения соответствующих расчетов. Основные параметры проектируемого оборудования сводят в таблицу.

Оценка энергоемкости и массы кузнечно-прессовых машин производится по таким показателям, как коэффициенты массы и энергоемкости машины.

#### *Разработка общего вида машины, комплекса, линии*

Общий вид кузнечно-прессовой машины, автоматизированного или роботизированного штамповочного комплекса, линии выполняется на 1–2 листах формата А1. Количество проекций, видов, разрезов должно обеспечивать полное и наглядное представление о данном оборудовании, комплексе, линии. Необходимо указать габаритные размеры, размеры составляющих частей, транспортеров, вспомогательных устройств, средств механизации и автоматизации, размеры рабочего пространства и т. п.

В пояснительной записке следует привести подробное описание общего вида, устройства и работы машины, комплекса, линии в целом и их составных частей, вспомогательных устройств, средств механизации и автоматизации. Для устройств, составных частей, узлов, подлежащих детальной разработке, дать перечисление и описание взаимодействия с остальными частями, узлами, сделать ссылку на страницы пояснительной записки, где дано подробное описание устройства и работы этих устройств, составных частей, узлов.

Следует перечислить изменения на общем виде, внесенные при проектировании, по сравнению с базовым вариантом и дать им обоснования, указав те преимущества и конкретные результаты, которые достигаются вносимыми усовершенствованиями.

При разработке общего вида необходимо уделить достаточное внимание вопросам конструктивного обеспечения качества изделий, надежности, долговечности, ремонтпригодности, технологичности изготовления и эксплуатации, дизайнерской проработке.

Повышение надежности оборудования и их элементов достигается улучшением конструктивного исполнения; разгрузкой наиболее нагруженных мест; применением износостойких и высокопрочных материалов, сплавов, искусственных материалов; улучшением качества изготовления заготовок и механической обработки; заменой литых деталей на кованные и штампованные; применением упрочняющих методов обработки покрытий; защитой от перегрузок, гидравлических ударов и аварийных ситуаций; применением резервирования как метода создания надежных систем из элементов невысокой надежности; применением самовосстанавливающихся систем; упрощением систем и созданием узлов с меньшим числом кинематических цепей и изнашивающихся элементов.

Долговечность работы оборудования может быть увеличена уменьшением числа изнашивающихся сопряжений; применением эффективной смазки, охлаждения и подогрева; изоляцией трущихся поверхностей от загрязнений; конструктивным исполнением, при котором износ сопряжений оказывает наименьшее влияние на нормальную работу оборудования, механизма; достижением равномерного распределения износа по поверхности трения; переносом усилий на менее ответственные элементы и детали; применением компенсаторов износа и регулировки зазоров, взаимного положения тел; применением уравновешивателей, демпфирующих элементов и т. п.

Ремонтопригодность оборудования может быть улучшена мероприятиями по сокращению трудоемкости технического обслуживания, текущих, плановых и внеплановых ремонтов, увеличению приспособленности машины и узлов к восстановлению. Технологичность конструкции обеспечивается конструктивными и технологическими мероприятиями, позволяющими на всех стадиях изготовления, сборки и эксплуатации применять наиболее экономичные и производительные методы. Оценку технологичности конструкции по сравнению с базовым вариантом производят, сопоставляя их трудоемкость, себестоимость и материалоемкость. Дополнительную оценку производят по степени унификации марок материалов, унификации и нормализации элементов изделия, рациональности расчленения на конструктивные и технологические элементы, уровню взаимозаменяемости элементов, массе машины, конструктивной преемственности оригинальных деталей и составных частей, точности и шероховатости поверхности деталей.

В процессе эксплуатации оборудование должно обеспечивать возможность нормальной работы при минимальном числе обслуживающего персонала при гарантии безопасности его работы, быть удобным в обслуживании и ремонте.

Оборудование должно быть простым, иметь низкую стоимость, требовать минимальных затрат времени и труда на подготовку производства и освоения, иметь малую материалоемкость, обеспечивать экономическую целесообразность применения передовых методов технологии.

*Разработка кинематической, пневматической, гидравлической или комбинированной схем*

Комбинированная схема (гидравлическая с пневматической, кинематическая с гидравлической и т. п.) разрабатывается в случаях, если одна из схем имеет подчиненную роль.

В нижней части листа или на отдельном листе выполняется циклограмма работы машины, автомата, комплекса, линии.

Эскиз циклограммы формата А3 и А4 прилагается в пояснительной записке.

Элементы и устройства изображаются в виде условных графических обозначений, допускается также изображение в виде условных разрезов. Перечень элементов и устройств оформляется в виде таблицы. В графе «Примечание» таблицы указывают основные данные (давление, объем, производительность и т. п.) элемента или устройства. В пояснительной записке необходимо дать подробное описание

разрабатываемых схем, не ограничиваясь простым перечислением входящих элементов и устройств, а давать описание их взаимодействия при всех возможных режимах работы проектируемой машины, автомата, комплекса, линии. Описание циклограммы должно полностью раскрывать согласование действий исполнительных органов машины, автомата, комплекса, линии.

Необходимо также указать и обосновать все изменения, внесенные в схемы по сравнению с базовым вариантом.

*Расчет кузнечно-прессовой машины, автомата, комплекса, линии*

Расчет включает в себя кинематический, силовой и энергетический расчеты.

При кинематическом расчете определяется путь, скорость и ускорение подвижных частей оборудования с построением графика пути и циклограмм.

Силовой расчет заключается в определении усилия на ползуне для кривошипных машин по прочности кривошипного вала и зубчатой передачи с построением графика усилий в зависимости от угла поворота кривошипа.

Для кривошипных ножниц следует определить допускаемые усилия на ножевой балке по прочности кривошипного вала для двух случаев:

- приложение усилия резания в середине стола;
- приложение усилия резания под одним из шатунов.

При энергетическом расчете определяют мощность электродвигателя и необходимый момент инерции маховика.

Для гидравлических прессов необходимо произвести расчет гидропривода: расчет необходимой производительности насоса, мультипликатора, емкости аккумуляторов, системы наполнения и слива.

Для пневматических молотов необходимо также определить энергию удара.

Для паровоздушных молотов следует построить индикаторные диаграммы, определить число ударов молота в минуту, расход энергоносителя.

Рассчитать коэффициент полезного действия проектируемого оборудования.

*Разработка основных узлов, устройств, составных частей машины, комплекса, линии*

При выполнении чертежей необходимо стремиться полностью раскрыть конструкцию узла, составной части. На чертежах должны

быть проставлены все размеры, допуски и посадки. В пояснительной записке следует дать подробные описания назначения устройства, принципа действия, технических характеристик и т. п., отметив изменения, внесенные по сравнению с базовым вариантом.

Так же как и при разработке общего вида, при разработке основных узлов, устройств, составных частей машины, комплекса, линии необходимо уделить достаточное внимание вопросам конструктивного обеспечения качества изделий: надежности, долговечности, ремонтпригодности, технологичности изготовления и эксплуатации, дизайнерской проработке.

Расчет узлов, механизмов и основных деталей оборудования производится в соответствии с требованиями, предъявляемыми к инженерным расчетам.

#### *Разработка рабочих чертежей важнейших деталей*

Разработка рабочих чертежей важнейших деталей производится на 1–2 листах формата А1 графической части проекта.

В пояснительной записке необходимо описать назначение детали, условия ее работы, действующие нагрузки; дать обоснование техническим требованиям на ее изготовление; обосновать выбор заготовки и технологии механической обработки, применяемого оборудования, инструмента, методов контроля; привести перечень мероприятий, обеспечивающих технологичность конструкции, надежность и долговечность детали.

#### *Разработка технических условий на кузнечно-прессовую машину, автомат, комплекс, линию*

При разработке технических условий на кузнечно-прессовую машину, автомат, комплекс, линию необходимо руководствоваться ГОСТ 7600–88 «Кузнечно-прессовые машины. Технические требования», другими ГОСТами, техническими условиями на отдельные комплектующие устройства и изделия.

Нормы точности вновь изготавливаемых кузнечно-прессовых машин должны быть выше норм, предусмотренных в стандартах, и должны сохраняться при длительной эксплуатации, равной или превышающей срок межремонтного периода.

Мероприятия по повышению точности, жесткости кузнечно-прессовых машин позволяют повысить точность штампуемых деталей, сокращая последующую механическую обработку, высвобождая металлорежущие станки и экономя металл.

В пояснительной записке необходимо оговорить, каким путем достигается увеличение точности и жесткости оборудования по сравнению с базовым вариантом, и дать обоснование принятым в этом направлении решениям.

#### *Технологическая часть дипломного проекта*

Разработка технологической части осуществляется на 2–3 листах формата А1 в соответствующем разделе пояснительной записки. Должен быть разработан технологический процесс и конструкция инструмента для изготовления детали на проектируемом оборудовании, автомате, комплексе, линии.

Исходным для разработки технологического процесса является чертеж детали. Если оборудование, комплекс, линия предназначены для изготовления большого количества деталей разнообразной конструкции, то выбираются одна или несколько наиболее характерных деталей-представителей. Чертеж детали-представителя вычерчивается с указанием всех необходимых размеров и технических условий на изготовление; даются сведения о материале детали и его свойствах.

По чертежу детали-представителя определяется выбор наиболее рационального способа изготовления деталей и последовательности технологических переходов и операций, термомеханический режим деформации. Этот выбор осуществляется с учетом конкретных технологических возможностей проектируемого оборудования, комплекса, линии. Одновременно проводится проработка формы и конструктивных элементов детали на технологичность. По согласованию с консультантом по технологической части проекта вносятся необходимые изменения, улучшающие технологичность детали и не ухудшающие ее эксплуатационных характеристик.

После этого приступают к определению формы и размеров заготовки, расхода материала при рациональном его использовании. При этом необходимо стремиться к безотходному раскрою, использованию отходов для получения других, более мелких деталей, максимальной экономии металла.

Производится расчет переходов, усилия деформирования.

Разрабатывается конструкция оснастки-штампы, рабочий инструмент, приспособления. Более подробные указания по разработке технологической части проекта даны в подразделе 5.1.

#### *Экономическая часть дипломного проекта*

Экономические расчеты производятся методом сравнения технико-экономических показателей проектируемой машины, автомата, комплекса, линии с показателями базового варианта. За базовый ва-

риант для сравнения принимаются показатели заменяемого оборудования или наиболее распространенные типичные показатели действующего оборудования.

Оценка эффективности внедрения нового оборудования производится по сроку окупаемости капитальных вложений и по условно-годовой экономии от внедрения проектируемого оборудования.

Расчет экономической эффективности ведется с учетом производительности базового и проектируемого оборудования, годовой программы изготовления деталей, количества обслуживающих рабочих, режима работы оборудования, затрат на основные материалы, заработную плату рабочих, электроэнергию, текущий ремонт и техническое обслуживание, амортизацию оборудования.

Рекомендуемая для выполнения конструкторского проекта литература дана в [10]–[14].

При выполнении экономической части проектов рекомендуется использовать методическое указание [16], разработанное кафедрой «Экономика и управление в отраслях», а для выполнения разделов «Энерго- и ресурсосбережение» и «Охрана труда и окружающей среды» рекомендуется использовать [15] и электронный ресурс: Дипломное проектирование : учеб.-метод. пособие к разработке раздела «Энерго- и ресурсосбережение» дипломного проекта для студентов специальностей 1-36 20 02 «Упаковочное производство (технологии и оборудование упаковочного производства)», 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» днев. и заоч. форм обучения. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2013. – 65 с. – Режим доступа: <http://elib.gstu.by/handle/220612/2668>, подготовленные на кафедре «Обработка материалов давлением».

## 6 Требования к оформлению дипломного проекта

*Обозначение дипломных проектов (пример оформления)*

Шифры обозначения документов дипломного проекта должны иметь следующую структуру:

|  |   |
|--|---|
| <u>Шифр кафедры</u>  | <u>Шифр документов</u>  |
| ОМД. XXX. 000  | ПЗ  |
| <u>Порядковый № студента</u><br>в журнале группы (01...26) | <u>Шифр специализации (Д - давление</u><br>дневн.; ЗД - заочн.отд.) |

Шифры обозначений сборочных единиц и деталей, входящих в графическую часть проекта, формируются по следующей схеме:

Порядковый № входящих сборочных единиц 1-го порядка (1, 2, 3, ..., 15 и т.д.)

Порядковый № входящих деталей (001, 002, и т.д.)

Порядковый № входящих сборочных единиц 2-го порядка (1, 2, ..., 20 и т.д.)

Главным документом является спецификация на проект, заполняемая в соответствии с примером, приведенным в приложении А.

## 6.1 Графическая часть

В *графическую часть* проекта входят спецификации, чертежи, схемы, таблицы и другие конструкторские документы, шифр и определение которых приведены в таблице 6.1. Выполняются эти документы на чертежной бумаге черным карандашом или черной тушью в соответствии с требованиями стандартов ЕСКД. На всех видах чертежей и схем основные надписи располагаются в правом нижнем углу формата (ГОСТ 2.301–68) и выполняются в соответствии с ГОСТ 2.104–68. Примеры расположения основной надписи (1) и дополнительных граф (2) на поле графических документов (чертежей, схем) различных форматов приведены на рисунке 6.1.

При выполнении конструкторского документа на нескольких листах на первом листе выполняется основная надпись размерами  $55 \times 185$  мм, а на последующих – размерами  $15 \times 185$  мм. При этом на всех листах одного документа указывают одно и то же обозначение.

В графах основной надписи указывают (рисунок 6.2):

- В графе 1 – наименование изделия (в соответствии с ГОСТ 2.109–73), а также вид документа, если этому документу присвоен шифр (таблица 6.1). Наименование изделия должно соответствовать принятой терминологии, быть кратким и записываться в именительном падеже единственного числа. В наименовании, состоящем из нескольких слов, на первом месте помещают имя существительное, например: «Колесо зубчатое».

- В графе 2 – обозначение документа.

- В графе 3 – обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей).

- В графе 4 – масштаб изображений. Масштабы изображений на чертежах выбираются в соответствии с ГОСТ 2.302–68 (таблица 6.2).

- В графе 5 – порядковый номер листа (на документах, состоящих из одного листа, графу не заполняют).

- В графе 6 – общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе).
- В графе 7 – обозначение учебного заведения и группы.

**Таблица 6.1 – Виды конструкторских документов**

| Вид документа         | Шифр документа   | Определение  |
|-----------------------|------------------|--|
| Чертеж детали         | –                | Документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для ее изготовления и контроля  |
| Сборочный чертеж      | СБ               | Документ, содержащий изображение сборочной единицы и другие данные, необходимые для ее сборки (изготовления) и контроля  |
| Чертеж общего вида    | ВО               | Документ, определяющий конструкцию изделия, взаимодействие его основных составных частей и поясняющий принцип работы изделия   |
| Теоретический чертеж  | ТЧ               | Документ, определяющий геометрическую форму (обводы) изделия и координаты расположения составных частей  |
| Габаритный чертеж     | ГЧ               | Документ, содержащий контурное (процентное) изображение изделия с габаритными установочными и присоединительными размерами   |
| Упаковочный чертеж    | УЧ               | Документ, содержащий данные, необходимые для выполнения упаковывания изделия   |
| Схема                 | По ГОСТ 2.701–76 | Документ, на котором показаны в виде условных изображений или обозначений основные части изделия и связи между ними  |
| Спецификация          | –                | Документ, определяющий состав сборочной единицы, комплекса или комплекта   |
| Пояснительная записка | ПЗ               | Документ, содержащий описание устройства и принципа действия разрабатываемого изделия, а также обоснование принятых при его разработке технических и технико-экономических решений |
| Таблица               | ТБ               | Документ, содержащий в зависимости от его назначения соответствующие данные, сведенные в таблицу   |

*Примечание.* За основные конструкторские документы принимают: для деталей – чертеж детали; для сборочных единиц, комплексов и комплектов – спецификацию.

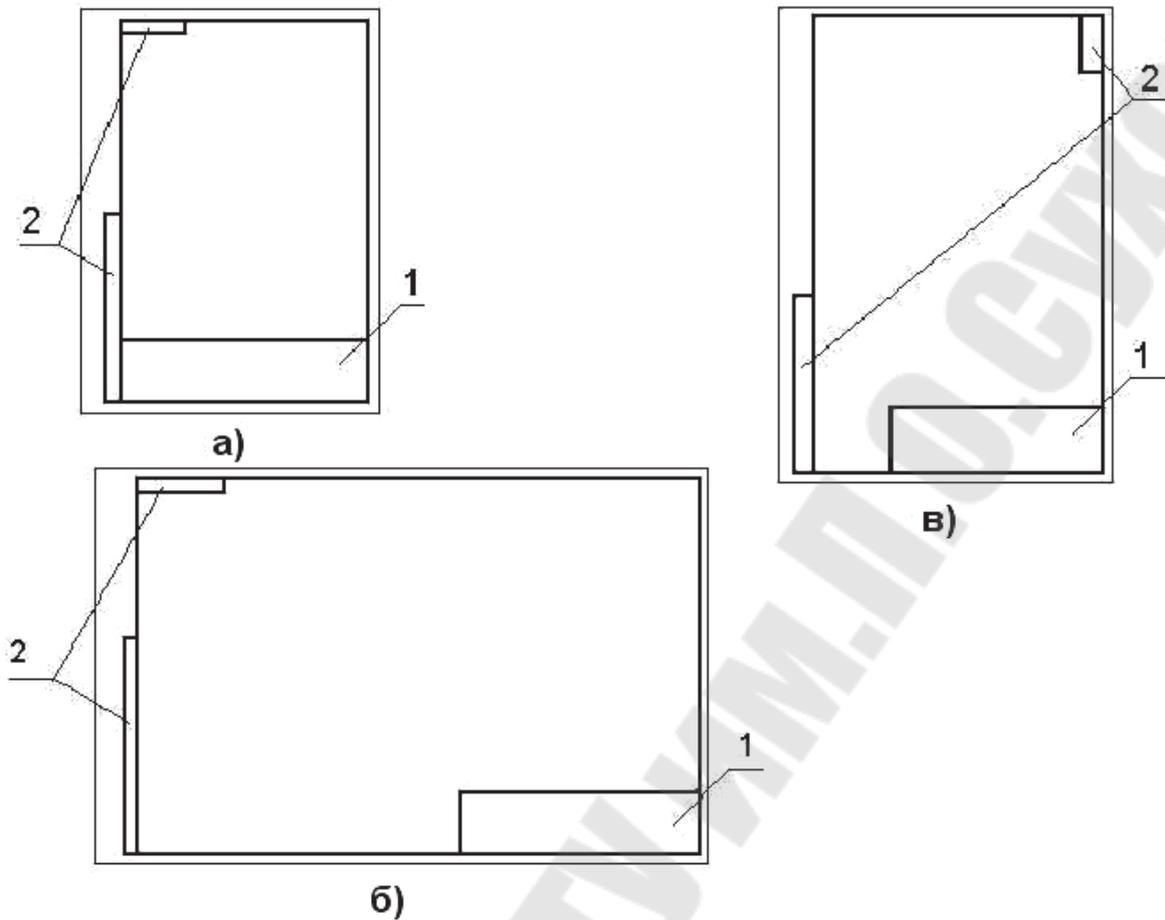


Рисунок 6.1 – Примеры расположения основной надписи и дополнительных граф на поле чертежа: *a* – для формата А4; *б* – для форматов больше А4, при расположении основной надписи вдоль длинной стороны листа; *в* – для форматов больше А4, при расположении основной надписи вдоль короткой стороны листа; 1 – основная надпись; 2 – дополнительные графы

|           |      |         |       |      |     |          |            |         |
|-----------|------|---------|-------|------|-----|----------|------------|---------|
|           |      |         |       |      | (2) |          |            |         |
|           |      |         |       |      |     | Лит.     | Масса      | Масштаб |
| Изм.      | Лист | № докум | Подп. | Дата | (1) |          |            | (4)     |
| Разраб.   |      |         |       |      |     |          |            |         |
| Пров.     |      |         |       |      |     |          |            |         |
| Т. контр. |      |         |       |      |     | Лист (5) | Листов (6) |         |
| Рук пр.   |      |         |       |      | (3) | (7)      |            |         |
| Н. контр. |      |         |       |      |     |          |            |         |
| Утв.      |      |         |       |      |     |          |            |         |

Рисунок 6.2 – Графы основной надписи

**Таблица 6.2 – Масштабы изображений на чертежах**

|                     |   |
|---------------------|---|
| Масштабы уменьшения | 1:2; 1:1,25; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50;<br>1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000 |
| Масштабы увеличения | 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1   |

В следующих графах указывается:

- «Разраб.» – фамилия студента, подпись и дата;
- «Пров.» – фамилия консультанта, подпись и дата;
- «Т. контр.» – не заполняется (остается свободной);
- «Рук. пр.» – фамилия руководителя проекта, подпись и дата;
- «Н. контр.» – фамилия нормоконтролера, подпись и дата;
- «Утв.» – фамилия заведующего выпускающей кафедры, подпись и дата;
- графы «Лит.» и «Масса», как правило, не заполняются (остаются свободными).

*Назначение и основные требования по оформлению графических конструкторских документов*

**Спецификация** (ГОСТ 2.108–68) определяет состав сборочной единицы, комплекса и комплекта и необходима для изготовления, комплектования конструкторских документов и производства указанных изделий. Спецификации в общем случае состоят из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

- документация;
- комплексы;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- прочие изделия;
- материалы;
- комплекты.

Наличие тех или иных разделов определяется составом специфицируемого изделия. Наименование каждого раздела указывается в виде заголовка в графе «Наименование» и подчеркивается (приложение А).

В раздел «Документация» вносят документы, составляющие основной комплект конструкторских документов специфицируемого изделия. Документы записывают в последовательности перечисления в ГОСТ 2.102–68 (таблица 1 этого ГОСТа).

В разделы «Комплексы», «Сборочные единицы» и «Детали» вносят комплексы, сборочные единицы и детали, непосредственно входящие в специфицируемое изделие. Запись указанных изделий производят в алфавитном порядке сочетания начальных знаков (букв) индексов организаций-разработчиков и далее – в порядке возрастания цифр, входящих в обозначение.

В разделе «Стандартные изделия» записывают изделия, применяемые по государственным и отраслевым стандартам. Запись производят по группам изделий, объединенных по их функциональному назначению (например, подшипники, крепежные изделия, электротехнические изделия и т. п.); в пределах каждой группы – в алфавитном порядке наименования изделий; в пределах каждого наименования – в порядке возрастания обозначений стандартов, а в пределах каждого обозначения стандарта – в порядке возрастания основных параметров или размеров изделия.

В раздел «Прочие изделия» вносят изделия, примененные по техническим условиям, зарегистрированным в установленном порядке. Запись производят аналогично стандартным изделиям.

В раздел «Материалы» вносят все материалы, непосредственно входящие в специфицируемое изделие.

В раздел «Комплекты» вносят ведомость эксплуатационных документов, ведомость документов для ремонта и применяемые по конструкторским документам комплекты, которые непосредственно входят в специфицируемое изделие.

**Сборочный чертеж** должен содержать (ГОСТ 2.109–73):

- изображение сборочной единицы, дающее представление о расположении и взаимной связи составных частей, соединяемых по данному чертежу, и обеспечивающее возможность осуществления сборки и контроля сборочной единицы;

- размеры, предельные отклонения и другие параметры и требования, которые должны быть выполнены или проконтролированы по данному чертежу;

- указания о характере сопряжения и методах его осуществления, если точность сопряжения обеспечивается не заданными предельными отклонениями размеров, а подбором, пригонкой и т. д., а также указания о выполнении неразъемных соединений (сварных, паяных и др.);

- номера позиций составных частей, входящих в изделие;

- габаритные размеры изделия;

– установочные, присоединительные и другие необходимые справочные размеры.

Кроме изображения предмета с размерами и предельными отклонениями, чертеж может содержать:

а) текстовую часть, состоящую из технических требований и (или) технических характеристик;

б) надписи с обозначением изображений, а также относящиеся к отдельным элементам изделия;

в) таблицы с размерами и другими параметрами, техническими требованиями, контрольными комплексами, условными обозначениями.

Выполнение основной надписи чертежа должно производиться в соответствии с требованиями ГОСТ 2.104–68 и ГОСТ 2.109–73 (рисунок Б.1 приложения Б).

Текстовую часть, надписи и таблицы включают в чертеж в тех случаях, когда содержащиеся в них данные, указания и разъяснения невозможно выразить графически или условными обозначениями. Содержание текста должно быть кратким и точным. Текст на поле чертежа, таблицы, надписи с обозначением изображений располагают параллельно основной надписи чертежа.

Около изображений на полках линий-выносок наносят только краткие надписи, относящиеся непосредственно к изображению предмета, например, указания о количестве конструктивных элементов (отверстий, канавок и т. д.), если они не внесены в таблицы.

Текстовую часть, помещенную на поле чертежа, располагают над основной надписью. Между текстовой частью и основной надписью не допускается помещать изображения, таблицы и т. п. На листах формата более А4 допускается размещение текста в две и более колонки. Ширина колонки должна быть не более 185 мм.

На чертеже изделия, для которого стандартом установлена таблица параметров (например, зубчатого колеса, червяка и т. п.), ее помещают по правилам, установленным соответствующим стандартом. Все другие таблицы размещают на свободном месте поля чертежа справа от изображения или ниже его и выполняют по ГОСТ 2.105–95.

Технические требования на чертеже излагают, группируя вместе однородные и близкие по характеру требования, по возможности в следующей последовательности:

а) требования, предъявляемые к материалу заготовки, термической обработке и т. д.;

б) размеры, предельные отклонения размеров, форм и т. д.;

- в) требования к качеству поверхности, отделке, покрытию;
- г) зазоры, расположение отдельных элементов конструкции;
- д) требования, предъявляемые к наладке и регулированию изделия;
- е) другие требования (бесшумность, виброустойчивость);
- ж) условия и методы испытаний;
- з) указания о маркировании и клеймении;
- и) правила транспортирования и хранения;
- к) особые условия эксплуатации;
- л) ссылки на другие документы.

Пункты технических требований должны иметь сквозную нумерацию. Каждый пункт записывают с новой строки.

Заголовок «Технические требования» не пишут.

Техническую характеристику изделия при необходимости размещают отдельно от технических требований с самостоятельной нумерацией пунктов на свободном поле чертежа под заголовком «Техническая характеристика». При этом над техническими требованиями помещают заголовок «Технические требования». Заголовки не подчеркивают.

При выполнении чертежа на двух и более листах текстовую часть помещают только на первом листе.

**Чертеж общего вида** (ГОСТ 2.119–73) должен содержать изображения изделия (виды, разрезы, сечения), текстовую часть и надписи, необходимые для понимания его конструктивного устройства, взаимодействия составных частей и принципа работы, а также наименования и обозначения составных частей изделия и необходимые размеры.

Изображения выполняются с максимальными упрощениями, предусмотренными стандартами ЕСКД для рабочих чертежей. Составные части изделия, в том числе заимствованные (ранее разработанные) и покупные, изображают с упрощениями (иногда в виде контурных очертаний), если при этом обеспечено понимание конструктивного устройства разрабатываемого изделия, взаимодействия его составных частей и принципа работы изделия.

Отдельные изображения составных частей изделия размещаются на одном общем листе с изображениями всего изделия или на отдельных (последующих) листах чертежа общего вида.

Наименования и обозначения составных частей изделия указывают одним из следующих способов:

– на полках линий-выносок;  
– в таблице, размещаемой на том же месте, что и изображение изделия;

– в таблице, выполненной на отдельных листах формата А4, по ГОСТ 2.301–68 в качестве последующих листов чертежа общего вида.

При наличии таблицы на полках линий-выносок указывают номера позиций составных частей, включенных в таблицу. Таблица в общем случае состоит из граф: «Поз.», «Обозначение», «Наименование», «Кол.», «Дополнительные указания».

Допускается таблицу выполнять на бланках сертификации.

Элементы чертежа общего вида (номера позиций, текст технических требований, надписи и др.) выполняют по правилам, установленным стандартами ЕСКД для рабочих чертежей.

**Схемы** выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 2.701–84 и подразделяются на виды и типы, приведенные в таблице 4 этого ГОСТа.

Наименование схемы определяется ее видом и типом. Каждой схеме присваивают код, состоящий из буквы, определяющей вид схемы, и цифры, обозначающей тип схемы (например, «Схема кинематическая принципиальная ОМД.01Д.000 КЗ»).

Перечень элементов схемы помещают на первом листе схемы над основной надписью и выполняют по форме, приведенной на рисунке Б.2 приложения Б, или выполняют в виде самостоятельного документа на листах формата А4 по той же форме. В этом случае в коде документа вводится буква П, а в основной надписи формы 2 (рисунок Б3) указывают наименование изделия, наименование документа (например: Робототехнологический комплекс. Перечень элементов. Код: ОМД.01Д.000 ПЗ).

**Таблица 6.3 – Виды, типы схем и их обозначения**

| Вид схемы      | Обозначение | Тип схемы      | Обозначение |
|----------------|-------------|----------------|-------------|
| Электрическая  | Э           | Структурная    | 1           |
| Гидравлическая | Г           | Функциональная | 2           |
| Пневматическая | П           | Принципиальная | 3           |
| Кинематическая | К           | Соединений     | 4           |
| Оптическая     | Л           | Подключения    | 5           |
| Вакуумная      | В           | Общая          | 6           |
| Газовая        | Х           | Расположения   | 7           |
| Энергетическая | Р           | Объединенная   | 0           |

### Окончание таблицы 6.3

| Вид схемы                          | Обозначение | Тип схемы | Обозначение |
|------------------------------------|-------------|-----------|-------------|
| Деления изделия на составные части | Е           |           |             |
| Комбинированная                    | С           |           |             |

### 6.2 Пояснительная записка

В общем случае пояснительная записка, как правило, включает:

- Титульный лист.
- Содержание.
- Реферат.
- Задание.
- Введение.
- 1 Литературно-патентный обзор (обоснование принятых реконструктивных решений).
- 2 Технологическая часть.
- 3 Конструкторская (специальная) часть.
- 4 Охрана труда и окружающей среды.
- 5 Экономическая часть.
- 6 Энерго- и ресурсосбережение.
- Выводы и заключения.
- Литература.
- Приложения.

*Примечание.* Названия, последовательность изложения и процентное распределение по объему основных разделов пояснительной записки (разделы 1–5) уточняются в задании по дипломному проектированию.

Пояснительная записка выполняется на нелинованной писчей бумаге формата А4 (297 × 210 мм). Допускается представлять таблицы и иллюстрации на листах формата не более А3. Каждый лист (страница) должен иметь рамку и основную надпись (форма 2 или 2а). Основная надпись по форме 2 (рисунок Б.3 приложения Б) выполняется на первых листах введения и основных разделов (разделы 1–5); на остальных листах, кроме приложений, основная надпись выполняется по форме 2а (рисунок Б.4 приложения Б). Титульный лист пояснительной записки выполняется в соответствии с примером, приведенным в приложении В.

Текст выполняется одним из следующих способов:

– рукописным – чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304–81 с высотой букв и цифр не менее 2,5 мм; цвет – черный (допускается писать четким почерком, приближенным к чертежному шрифту);

– с применением печатающих и графических устройств вывода с ПЭВМ (принтеров) (ГОСТ 2.004–88).

Вписывать в текстовые документы, изготовленные машинописным способом, отдельные слова, формулы, условные знаки (рукописным способом), а также выполнять иллюстрации следует черными чернилами, пастой или тушью.

Объем пояснительной записки, как правило, составляет 100–130 страниц рукописного текста или 90–100 печатных страниц. Нумерация страниц сквозная (включая приложения). Опечатки и опiski допускается исправлять корректором и нанесением на том же месте исправленного текста. Расстояние от рамки формы до границ текста следующее: в начале и в конце строк – не менее 3 мм; от верхней или нижней строки текста до верхней или нижней рамки – не менее 10 мм.

Абзацы в тексте начинаются отступом, равным пяти ударам пишущей машинки (15–17 мм).

Повреждения листов текстовых документов, помарки и следы не полностью удаленного прежнего текста (графики) не допускаются.

Текст записки разделяют на разделы и подразделы. Каждый раздел должен начинаться с новой страницы, содержащей основную надпись формы 2. Разделы должны иметь порядковые номера, обозначенные арабскими цифрами без точки и записанные с абзацного уступа. Номер подраздела состоит из номера раздела и подраздела, разделенных точкой. Разделы и подразделы могут быть разбиты на пункты и подпункты, имеющие порядковую нумерацию. Разделы и подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Заголовки следует писать с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Переносы слов в заголовках не допускаются. Расстояние между заголовком и текстом – 15 мм. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 8 мм.

В тексте не допускается применять обороты разговорной речи, использовать слишком большое количество технической, профессиональной лексики, иностранных слов и терминов при наличии равнозначных слов и терминов в русском языке.

В тексте (за исключением формул, таблиц и рисунков) не допускается применять математический знак (–) перед отрицательными значениями величин и знак «Ø». Следует писать слова «минус» и «диаметр».

Сокращение слов в тексте не допускается, за исключением разрешенных ГОСТ 2.316–68. Текст излагается от третьего лица в изъявительном наклонении; употребляются глаголы неопределенной формы. Например: «Данные расчетов приводятся...»; «В разделе рассматривается...»; «Расчет выполняется на основании...».

**Формулы** (иллюстрации, таблицы) в тексте следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать в пределах раздела. В этом случае номер состоит из номера раздела и порядкового номера формулы (иллюстрации, таблицы), разделенных точкой. Цифры нумерации формул записывают на уровне формулы справа в круглых скобках и ссылки в тексте на порядковые номера формул дают также в скобках, например, «... в формуле (1)».

Формулы должны быть выполнены шрифтом высотой не менее 2,5 мм. Применение машинописных и рукописных символов в одной формуле не допускается.

Уравнения и формулы следует выделять из текста свободными строками. Выше и ниже каждой формулы должна быть оставлена одна свободная строка. Пояснения символов и числовых коэффициентов, входящих в формулу, если они не пояснены ранее в тексте, должны быть приведены непосредственно под формулой. Пояснения каждого символа следует давать с новой строки в той последовательности, в которой символы приведены в формуле. Первая строка пояснения должна начинаться со слова «где» без двоеточия после него.

#### **Пример**

Плотность каждого образца  $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>, вычисляют по формуле

$$\rho = \frac{m}{V}, \quad (1)$$

где  $m$  – масса образца, кг;  $V$  – объем образца, м<sup>3</sup>.

Формулы, следующие одна за другой и не разделенные текстом, разделяют запятой.

**Иллюстрации** обозначаются словом «Рисунок». При необходимости иллюстрации могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисовочный текст). Слово «Рисунок» и наименование поме-

щают после пояснительных данных и располагают следующим образом: «Рисунок 1 – Детали прибора».

Иллюстрации следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией. Допускается нумеровать иллюстрации в пределах раздела. В этом случае номер иллюстрации состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой. Например: «Рисунок 1.1». После номера рисунка точка не ставится. При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 1».

**Таблицы** применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей. Над таблицей слева указывают слово «Таблица», ее порядковый номер и название таблицы следующим образом: «Таблица 1 – Техничко-экономические показатели».

При переносе части таблицы на другие страницы название помещают только над ее первой частью, над другими частями пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием ее номера. При этом в каждой части таблицы повторяют ее головку и боковик. Допускается на последующих частях таблицы ее головку или боковик заменять соответствующими номерами граф и строк. В этом случае нумеруют арабскими цифрами графы и (или) строки в первой части таблицы. Головка таблицы должна быть отделена линией от остальной ее части. Таблицы слева, справа и снизу, как правило, ограничивают линиями. Если в конце страницы таблица прерывается, то нижнюю горизонтальную линию, ограничивающую таблицу, не проводят. Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается, а также разделять заголовки и подзаголовки боковика и граф диагональными линиями. В таблице должны быть указаны обозначения единиц всех приводимых физических величин. На все таблицы документа должны быть приведены ссылки в тексте. При ссылке следует писать слово «таблица» с указанием ее номера.

Цифровой материал, как правило, оформляют в виде таблиц, выполненных в соответствии с рисунком 6.5. Таблицы, за исключением таблиц приложений, следует нумеровать арабскими цифрами сквозной нумерацией, например: «Таблица 1». Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения, например: «Таблица В.1», если она приведена в приложении В. Допускается нумеровать таблицы в пределах раздела. В этом случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой.

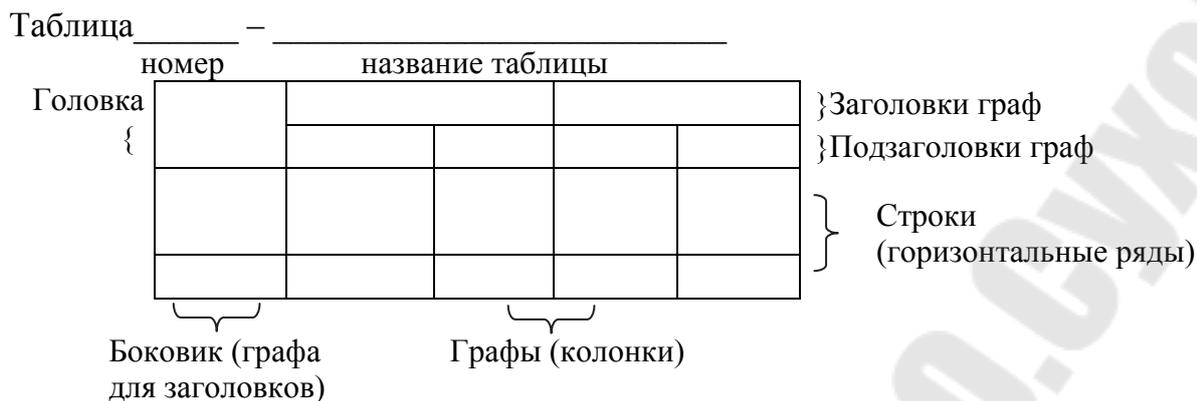


Рисунок 6.5 – Пример оформления таблиц

Заголовки граф и строк пишутся с прописной буквы, а подзаголовки граф – со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков таблиц точки не ставят. Высота строк таблицы должна быть не менее 8 мм.

Таблица \_\_\_\_\_ – \_\_\_\_\_

номер название таблицы, размеры в миллиметрах

| Условный проход Ду | <i>D</i> | <i>L</i> | <i>L</i> <sub>1</sub> | <i>L</i> <sub>2</sub> | Масса, кг, не более |
|--------------------|----------|----------|-----------------------|-----------------------|---------------------|
| 1                  | 2        | 3        | 4                     | 5                     | 6                   |
| 50                 | 160      | 130      | 525                   | 600                   | 160                 |
| 80                 | 195      | 210      |                       |                       | 170                 |

Рисунок 6.6 – Пример выполнения таблицы с нумерацией граф

Нумерация граф таблицы арабскими цифрами (рисунок 6.6) допускается в тех случаях, когда в тексте документа имеются ссылки на них, а также при делении таблицы на части и при переносе части таблицы на следующую страницу.

При необходимости нумерации показателей, параметров или других данных порядковые номера следует указывать в первой графе (боковике) таблицы непосредственно перед их наименованием в соответствии с рисунком 6.7.

Таблица \_\_\_\_\_ – \_\_\_\_\_  
 номер название таблицы

| Наименование показателя                  | Значение    |             |
|--|-------------|-------------|
|  | В режиме 1  | В режиме 2  |
| 1. Ток коллектора, А                     | 5, не менее | 7, не более |
| 2. Напряжение в коллекторе, В            | –           | –           |
| 3. Сопротивление нагрузки коллектора, Ом | –           | –           |

Рисунок 6.7 – Пример выполнения таблицы с нумерацией показателей

Если необходимо пояснить отдельные данные, приведенные в документе, то эти данные следует обозначать надстрочными знаками-сносками. Сноски в тексте обозначают с абзацного отступа в конце страницы, на которой они обозначены, и отделяют от текста короткой тонкой горизонтальной линией с левой стороны, а к данным, расположенным в таблице, – в конце таблицы над линией, обозначающей окончание таблицы. Знак сноски ставят непосредственно после того слова, числа, символа, предложения, к которому дается пояснение, и перед текстом пояснения. Знак сноски выполняют арабскими цифрами со скобкой и помещают на уровне верхнего обреза шрифта, например: «... печатающее устройство<sup>1)</sup> ...». Нумерация сносок отдельная для каждой страницы. Допускается вместо цифр обозначать сноски звездочками, например: «... печатающее устройство\* ...», при этом применять более четырех звездочек не рекомендуется.

Приведенные в записке формулы, коэффициенты, нормативные величины сопровождаются ссылкой на литературный источник, номер которого по списку литературы выделяется двумя косыми чертами или квадратными скобками, например: /12/, или [12].

*Литературу*, используемую при выполнении проекта, приводят в соответствующем разделе записки в последовательности появления на нее ссылок в тексте. Сведения об источниках, включенных в список, необходимо давать в соответствии с требованиями ГОСТ 7.1–2003. Системы стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.

### **Пример**

1 Щепетильников, В. А. Уравновешивание механизмов / В. А. Щепетильников. – М. : Машиностроение, 1982. – 256 с.

2 Кузнечно-штамповочное оборудование / под ред. А. Н. Банкетова, Е. Н. Ланского. – 2-е изд. – М. : Машиностроение, 1982. – 576 с.

3 Ланской, Е. Н. Выбор рациональных систем динамического уравнивания кузнечно-прессовых автоматов / Е. Н. Ланской, М. Д. Церлюк // Кузн.-штамп. пр-во. – 1987. – № 2. – С. 22–26.

Материалы, дополняющие текст документа, помещаются в приложениях. **Приложения** отделяются от основного текста записки чистым листом, в середине которого прописными буквами написано слово «ПРИЛОЖЕНИЯ». Приложениями могут быть, например, спецификации, технологические процессы, графический материал, таблицы, выполненные на ПЭВМ расчеты и другие документы. Приложение оформляют в виде самостоятельного документа, являющегося продолжением пояснительной записки. В тексте записки на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагаются в порядке ссылок на них в тексте документа, за исключением информационного приложения «Библиография», которое располагают последним. Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой. Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с «А» (за исключением букв Е, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ), например: «Приложение А». Приложения, как правило, выполняются на листах формата А4. Допускаются другие форматы по ГОСТ 2.301–68. Все приложения должны быть перечислены в содержании записки с указанием их номеров и заголовков.

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

**Технологическая документация** в дипломном проекте должна быть разработана и оформлена в соответствии с действующими стандартами ЕСТД. Текст выполняется одним из тех же способов, что и пояснительная записка. Формы и правила оформления документов общего назначения (ТЛ, КЭ, ТИ) – по ГОСТ 3.1105–84. Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы – по ГОСТ 3.1119–83. Формы и правила оформления маршрутных карт – по ГОСТ 3.1118–82. Для изложения технологических процессов в маршрутных картах (МК) используется способ заполнения, при котором информацию вносят

построчно несколькими типами строк. При этом каждому типу строки соответствует свой служебный символ, который условно выражает состав информации, размещаемой в графах данного типа строки формы документа. Примеры заполнения МК – в ГОСТ 3.1118–82 и ГОСТ 3.1119–83.

#### *Требования к составлению реферата*

Реферат начинается с указания объема пояснительной записки, количества иллюстраций и таблиц, количества использованных источников и приложений. Сведения об общем количестве иллюстраций дополняются данными об их характере (схемы, чертежи, графики, фотографии и т. д.). Затем располагается перечень ключевых слов, которые в совокупности дают представление о содержании проекта. Ключевыми словами являются слова или словосочетания из текста пояснительной записки, которые несут существенную смысловую нагрузку с точки зрения информационного поиска. Перечень включает от 5 до 15 ключевых слов (словосочетаний), написанных прописными буквами в строку, через запятые в именительном падеже. Текст реферата должен отражать: объект разработки (исследований), цель работы, методы исследования и аппаратуру, полученные результаты и их новизну, рекомендации по использованию результатов разработки, эффективность, область применения и технико-эксплуатационные характеристики. Если в записке не содержатся сведения по какой-либо структурной части реферата, то в реферате отражают только оставшиеся части, сохраняя приведенную последовательность изложения. Оптимальный объем текста реферата – 1200 знаков (примерно половина страницы), но не более 2000 знаков.

#### **Пример составления реферата**

##### РЕФЕРАТ

Пояснительная записка – 120 страниц, 12 рисунков, 10 таблиц, 32 источника, 5 приложений.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** ЛИСТОВАЯ ШТАМПОВКА, ТЕХНОЛОГИЯ, АВТОМАТИЗАЦИЯ, ПРЕСС, РОБОТ, РОБОТОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС (РТК), ОСНАСТКА.

Объектом разработки является РТК холодно-листовой штамповки на базе кривошипного прессы.

Цель работы – автоматизация процессов холодно-листовой штамповки в условиях серийного производства.

В результате выполненной работы разработан РТК холодно-листовой штамповки деталей из полосового материала; произведена модернизация устройства автоматической поштучной подачи полос; усовершенствован специализированный электромагнитный схват, применяемый для удаления роботом изготавливаемых деталей из штампа; повышена надежность датчика контроля удаления деталей; разработана технологическая оснастка; составлена программа для проектировочного расчета на ПЭВМ электромагнитного схвата.

РТК предназначен для эксплуатации в штамповочных цехах промышленных предприятий. Обеспечивает автоматизацию процессов штамповки на базе имеющихся универсальных кривошипных прессов в условиях серийного производства с высвобождением рабочих, повышением производительности, улучшением условий труда и достижением экономического эффекта.

## **7 Порядок защиты дипломного проекта**

Законченный дипломный проект, подписанный студентом и консультантами, представляется руководителю, который составляет на него отзыв.

В отзыве руководителя дипломного проекта должны быть отмечены:

- актуальность темы дипломного проекта;
- степень решенности поставленной задачи;
- степень самостоятельности и инициативности студента;
- умение студента пользоваться специальной литературой;
- способности студента к инженерной или исследовательской работе;
- возможность использования полученных результатов на практике;
- возможности присвоения выпускнику соответствующей квалификации.

Дипломный проект и отзыв руководителя представляются заведующему кафедрой, который решает вопрос о возможности допуска студента к защите дипломного проекта. Для решения этого вопроса на кафедре может создаваться рабочая комиссия (комиссии), которая заслушивает сообщение студента по дипломному проектированию, определяет соответствие дипломного проекта заданию и выясняет готовность студента к защите (предварительная защита).

Допуск студента к защите фиксируется подписью заведующего кафедрой на титульном листе пояснительной записки к дипломному проекту.

Если заведующий кафедрой на основании выводов рабочей комиссии не считает возможным допустить студента к защите, этот вопрос рассматривается на заседании кафедры с участием руководителя дипломного проекта. При отрицательном заключении кафедры протокол заседания представляется через декана факультета на утверждение ректору, после чего студент информируется о том, что он не допускается к защите дипломного проекта.

Дипломный проект, допущенный к защите, направляется заведующим кафедрой на рецензию.

В рецензии должны быть отмечены:

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

За принятые в дипломном проекте решения, правильность всех данных и сделанные выводы отвечает студент – автор дипломного проекта.

Порядок защиты дипломного проекта определяется Положением о государственных экзаменационных комиссиях.

До начала защиты дипломного проекта в ГЭК дополнительно предоставляются:

- дипломный проект;
- отзыв руководителя дипломного проекта;
- рецензия специалиста, рецензировавшего дипломный проект.

В ГЭК могут предоставляться и другие материалы, характеризующие научную и практическую значимость выполненного дипломного проекта, перечень публикаций и изобретений обучающегося, характеристика его участия в научной, организационной, общественной и других видах работ, не предусмотренных учебными планами. Отсутствие таких материалов не является основанием для снижения отметки, выставляемой по результатам защиты дипломного проекта.

Защита дипломного проекта проводится на открытом заседании ГЭК с участием председателя комиссии и не менее половины ее состава. Лица, присутствующие на защите дипломного проекта и не являющиеся членами ГЭК, не могут задавать вопросы обучающемуся и влиять на ход защиты.

На защиту одного дипломного проекта отводится не более 30 минут. Процедура защиты дипломного проекта устанавливается председателем ГЭК и включает доклад обучающегося, осваивающего содержание Образовательной программы высшего образования I степени (10–15 минут) с использованием (по решению выпускающей кафедры) информационных технологий, чтение отзыва руководителя и рецензии, вопросы членов комиссии и ответы обучающегося, осваивающего содержание Образовательной программы высшего образования I степени. При имеющихся замечаниях рецензента обучающийся, осваивающий содержание Образовательной программы высшего образования I степени, должен ответить на них. Кроме этого, могут быть предусмотрены выступления руководителя дипломного проекта, а также рецензента, если он присутствует на заседании ГЭК.

Защита заканчивается предоставлением обучающемуся, осваивающему содержание Образовательной программы высшего образования I степени, заключительного слова, в котором он вправе высказать свое мнение по замечаниям и рекомендациям, сделанным в процессе обсуждения дипломного проекта.

При оценке дипломного проекта учитываются его практическая ценность, содержание доклада и ответы обучающегося на вопросы, отзыв руководителя дипломного проекта и рецензия.

## Литература

1 Зубцов, М. Е. Листовая штамповка : учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности «Машины и технология обработки металлов давлением» / М. Е. Зубцов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л. : Машиностроение, Ленинград. отд-ние, 1980. – 432 с.

2 Справочник конструктора штампов: Листовая штамповка / под общ. ред. Л. И. Рудмана. – М. : Машиностроение, 1988. – 496 с.

3 Романовский, В. П. Справочник по холодной штамповке / В. П. Романовский. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л. : Машиностроение, 1979. – 520 с.

4 Брюханов, А. Н. Ковка и объемная штамповка : учеб. пособие для машиностр. вузов / А. Н. Брюханов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1975. – 408 с.

5 Семенов, Е. И. Ковка и объемная штамповка : учеб. для вузов / Е. И. Семенов. – М. : Высш. шк., 1972. – 352 с.

6 Верещагин, М. Н. Технологияковки и горячей штамповки : учеб. пособие / М. Н. Верещагин, С. В. Шишков ; М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2014. – 204 с.

7 Ковка и штамповка : справочник : в 4 т. / под ред. Е. И. Семенова – М. : Машиностроение, 1986-1988.

8 Технологияковки и горячей штамповки : практ. пособие к контрол. заданиям по одноим. курсу для студентов заоч. отд-ния специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» / авт.-сост. М. Н. Верещагин. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2004. – 50 с.

9 ГОСТ 7505–89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.

10 Кузнечно-штамповочное оборудование / А. Н. Банкетов [и др.]. – М. : Машиностроение, 1982. – 576 с.

11 Живов, Л. И. Кузнечно-штамповочное оборудование / Л. И. Живов, А. Г. Овчинников, Е. А. Складчиков. – М. : МГТУ, 2006. – 559 с.

12 Ланской, Е. Н. Элементы расчета деталей и узлов кривошипных машин / Е. Н. Ланской, А. Н. Банкетов. – М. : Машиностроение, 1966. – 380 с.

13 Кривошипные кузнечно-прессовые машины / В. И. Власов [и др.]. – М. : Машиностроение, 1982. – 424 с.

14 Теория, расчеты и конструкции прессово-штамповочного оборудования : метод. указания к курсовому проекту для студентов специальностей 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» и 1-36 20 02 «Упаковочное производство (по направлениям)» / авт.-сост.: В. Ф. Буренков. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2007. – 33 с.

15 Охрана труда : практ. рук-во по выполнению диплом. проектирования по одноим. курсу для студентов машиностр. специальностей днев. и заоч. форм обучения / авт.-сост.: Н. А. Лепшая, А. М. Урбанович. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2006. – 20 с.

16 Организация, планирование производства. Управление предприятием : практ. рук-во по выполнению курсовой работы и организац.-экон. раздела диплом. проекта для студентов специальности 1-36 01 05 «Машины и технология обработки материалов давлением» / авт.-сост.: С. Е. Астраханцев, И. Н. Ридецкая. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2014. – 31 с.



## Приложение Б (обязательное)

|           |      |           |       |      |   |                    |          |         |
|-----------|------|-----------|-------|------|---|--------------------|----------|---------|
|           |      |           |       |      | <i>ОМД. 01Д. 000СБ</i>  |                    |          |         |
| Изм.      | Лист | № докум.  | Подп. | Дата | <i>Робото-технологический<br/>комплекс<br/>Сборочный чертёж</i> | Лит.               | Масса    | Масштаб |
| Разраб.   |      | Ххххххх   | ххх   | ххх  |   |                    |          | 1:1     |
| Пров.     |      | Ххххххх   | ххх   | ххх  |   |                    |          |         |
| Т. контр. |      |           |       |      |   | Лист               | Листов 1 |         |
| Рук. пр.  |      | Ххххххх   | ххх   | ххх  |   | <i>ГТТУгр.Д-51</i> |          |         |
| Н. контр. |      | Ххххххх   | ххх   | ххх  |   |                    |          |         |
| Утв.      |      | Верещагин | ххх   | ххх  |   |                    |          |         |

Рисунок Б.1 – Пример выполнения основной надписи;  
(форма 1) (высота рамки – 55 мм)

|    |                    |                  |      |            |
|----|--------------------|------------------|------|------------|
| 15 | Поз.<br>обозначен. | Наименование     | Кол. | Примечание |
| 8  | 1                  | Электродвигатель |      |            |
|    | 2                  | Колесо зубчатое  |      |            |
|    | 3                  | Шкив             |      |            |
|    | 20                 | 110              | 10   |            |
|    | 185                |                  |      |            |

Рисунок Б.2 – Пример выполнения перечня элементов на схемах

|           |      |           |       |      |  |                    |      |        |
|-----------|------|-----------|-------|------|--|--------------------|------|--------|
|           |      |           |       |      | <i>ОМД. 01Д. 000ПЗ</i>   |                    |      |        |
| Изм.      | Лист | № докум.  | Подп. | Дата | <i>Робото-технологический<br/>комплекс<br/>Пояснительная записка</i> | Лит.               | Лист | Листов |
| Разраб.   |      | ххххххх   | хххх  | хххх |  |                    | 1    | 12     |
| Пров.     |      | ххххххх   | хххх  | хххх |  |                    |      |        |
| Рук. пр.  |      | ххххххх   | хххх  | хххх |  | <i>ГТТУгр.Д-51</i> |      |        |
| Н. контр. |      | ххххххх   | хххх  | хххх |  |                    |      |        |
| Утв.      |      | Верещагин | хххх  | хххх |  |                    |      |        |

Рисунок Б.3 – Основная надпись (форма 2) по ГОСТ 2.104–68  
(высота рамки – 40 мм)

|      |      |          |       |      |                        |  |  |      |
|------|------|----------|-------|------|------------------------|--|--|------|
|      |      |          |       |      | <i>ОМД. 01Д. 000ПЗ</i> |  |  | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата |                        |  |  | 2    |

Рисунок Б.4 – Основная надпись (форма 2а) по ГОСТ 2.104–68  
(высота рамки – 15 мм)

**Приложение В**

**Образец оформления титульного листа**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«ГОМЕЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ П. О. СУХОГО»**

**Кафедра «Обработка материалов давлением»**

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ДИПЛОМНОМУ ПРОЕКТУ**

**Тема:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

|   |       |                            |
|---|-------|----------------------------|
| <b>Разработал студент (ка)<br/>группы Д-51</b>                  | _____ | <b><u>XXXXXXXXXXXX</u></b> |
| <b>Консультант по конструкторско-<br/>технологической части</b> | _____ | <b><u>XXXXXXXXXXXX</u></b> |
| <b>Консультант по охране труда</b>                              | _____ | <b><u>XXXXXXXXXXXX</u></b> |
| <b>Консультант по экономической<br/>части</b>                   | _____ | <b><u>XXXXXXXXXXXX</u></b> |
| <b>Консультант по энерго-<br/>и ресурсосбережению</b>           | _____ | <b><u>XXXXXXXXXXXX</u></b> |
| <b>Руководитель проекта</b>                                     | _____ | <b><u>XXXXXXXXXXXX</u></b> |
| <b>Нормоконтролер</b>   | _____ | <b><u>XXXXXXXXXXXX</u></b> |

**Дипломный проект допущен к защите  
в Государственной экзаменационной комиссии  
Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ М. Н. Верещагин**

**Объем проекта: Графическая часть \_\_\_\_\_ листов формата А1  
Пояснительная записка \_\_\_\_\_ листов**

**Гомель 2016**

## Содержание

|   |    |
|---|----|
| 1 Цель и задачи дипломного проектирования .....   | 3  |
| 2 Общие положения по подготовке, оформлению и представлению к защите дипломных проектов ..... | 3  |
| 3 Тематика дипломного проекта .....   | 5  |
| 4 Состав и содержание дипломного проекта .....  | 6  |
| 5 Методические указания по выполнению дипломного проекта.....                                 | 8  |
| 5.1 Технологический проект .....  | 8  |
| 5.1.1 Листовая штамповка .....  | 8  |
| 5.1.2 Горячая штамповка.....  | 13 |
| 5.2 Конструкторский проект .....  | 16 |
| 6 Требования к оформлению дипломного проекта .....  | 26 |
| 6.1 Графическая часть.....  | 27 |
| 6.2 Пояснительная записка.....  | 35 |
| 7 Порядок защиты дипломного проекта.....  | 43 |
| Литература .....  | 46 |
| Приложения .....  | 48 |

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

**Верещагин Михаил Николаевич**  
**Сарело Станислав Брониславович**  
**Буренков Валерий Филиппович**

## **ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ**

**Учебно-методическое пособие**  
**для студентов специальности 1-36 01 05 «Машины**  
**и технология обработки материалов давлением»**  
**дневной и заочной форм обучения**

**Электронный аналог печатного издания**

Редактор *Т. Н. Мисюрова*  
Компьютерная верстка *Н. Б. Козловская*

Подписано в печать 25.05.16.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Цифровая печать. Усл. печ. л. 3,02. Уч.-изд. л. 3,38.

Изд. № 53.

<http://www.gstu.by>

Издатель и полиграфическое исполнение  
Гомельский государственный  
технический университет имени П. О. Сухого.  
Свидетельство о гос. регистрации в качестве издателя  
печатных изданий за № 1/273 от 04.04.2014 г.  
246746, г. Гомель, пр. Октября, 48