



Министерство образования  
Республики Беларусь

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Порошковая металлургия, сварка и  
технология материалов»

## ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Методические указания  
к дипломному проектированию*

Минск 2009

Министерство образования Республики Беларусь  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

---

Кафедра «Порошковая металлургия, сварка и  
технология материалов»

## ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Методические указания  
к дипломному проектированию  
для студентов специальности 1-36 01 06  
«Оборудование и технология сварочного производства»

Минск 2009

УДК 621.79.03 (075.8)

ББК 34.641я7

М54

Составители:

*С.Н. Жизняков, Ф.И. Пантелеенко, А.С. Снарский*

Рецензенты:

*Б.М. Данилко*

*Л.С. Денисов*

Сформулированы задачи дипломного проектирования, изложены требования к содержанию, структуре и оформлению дипломных проектов (дипломных работ), приведена их тематика. Показан порядок работы над дипломным проектом (дипломной работой) и его защитой.

Методические указания предназначены для преподавателей, осуществляющих руководство дипломным проектированием, и студентов, обучающихся по специальности 1-36 01 06 «Оборудование и технология сварочного производства»

# 1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА И ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ

Дипломное проектирование – заключительный этап обучения, целью которого является выявление и оценка подготовленности студента к решению конкретных теоретических и практических задач в области сварочного производства на основе полученных им знаний и навыков.

Работа над дипломным проектом (работой), тема которого предварительно сообщается студенту, начинается на этапе прохождения преддипломной практики. После практики тема проекта (работы) уточняется и в окончательной редакции, с назначением руководителя и консультанта проекта (работы), утверждается приказом по университету. Студенту выдается оформленное задание по дипломному проектированию с указанием утвержденной темы проекта (работы), содержания основных разделов пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы), содержания графической части и сроков сдачи отдельных этапов (прил. А). Одновременно кафедрой составляется график выполнения дипломного проектирования, обязательное соблюдение которого проверяется рабочей комиссией. С графиком ознакамливают студентов и руководителей проекта. В процессе выполнения дипломного проекта(работы) студент, помимо соблюдения графика, обязан не реже одного раза в неделю информировать своего руководителя о ходе работы над проектом.

Выполнение разделов по экономической части, строительной части и охране труда осуществляется под руководством соответствующих консультантов. Готовность указанных разделов к защите удостоверяется подписью консультантов на титульном листе пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы), а также на чертежах и плакатах, имеющих отношение к этим разделам.

Контроль всех материалов проекта, связанного с соблюдением стандартов при проектировании (нормоконтроль), осуществляется специально назначаемым кафедрой нормоконтролером.

Обязательным этапом дипломного проектирования является рассмотрение рабочей комиссией согласно графику полностью выполненного дипломного проекта (дипломной работы) с представлением всех материалов не менее чем за 10 дней до назначенной даты защиты проекта (работы). Целью подобного рассмотрения

является установление степени готовности к защите, а также рассмотрение проекта (работы) по существу, в процессе которого отмечаются возможные недостатки и даются рекомендации по их устранению. Исправленный и дополненный с учетом замечаний и предложений дипломный проект (дипломная работа) с включенным в него заданием по проектированию окончательно оформляется и представляется совместно с отзывом руководителя о работе студента над проектом на подпись заведующему кафедрой. Последний в свою очередь принимает решение о допуске дипломного проекта (дипломной работы) к защите. Внесение изменений и дополнений в подписанный руководителем и заведующим кафедрой проект (работу) не допускается. За принятие в проекте (работе) решения и правильность всех данных отвечает студент.

Законченный и полностью оформленный дипломный проект (дипломная работа) представляется не менее чем за четыре дня до защиты на рецензию, которая оформляется в письменном виде. Рецензент должен быть опытным специалистом в области сварочного производства. Студент ознакамливается с рецензией на проект (работу) до его защиты.

Защита дипломного проекта (дипломной работы) проводится на заседании государственной экзаменационной комиссии с приглашением заинтересованных организаций и предприятий.

На защиту проекта (работы) отводится 25–30 минут. В процессе защиты студент должен сделать доклад продолжительностью 10–15 минут о содержании проекта (работы), самостоятельных разработках и полученных результатах. Затем зачитываются отзыв руководителя проекта (работы) и рецензия рецензента. После этого студенту задаются вопросы теоретической и практической направленности, касающиеся содержания различных частей защищаемого проекта (работы).

По окончании публичной защиты дипломного проекта (дипломной работы) государственная экзаменационная комиссия на закрытом совещании решает вопрос об оценке проекта (работы) и присуждении студенту звания инженера.

Студенту, не выполнившему в срок дипломный проект (дипломную работу), не допущенному к защите или получившему при защите неудовлетворительную оценку, предоставляется право, в установленном порядке, через год повторной защиты проекта (работы).

## **2. ТЕМЫ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ И ДИПЛОМНЫХ РАБОТ**

Рекомендуемая тема дипломного проекта: «Технологический процесс сварки (наплавки, пайки) конструкций (деталей) при изготовлении, монтаже или ремонте».

Конструкция должна по возможности являться целым агрегатом или узлом.

Рекомендуемая тема дипломной работы: «Исследование особенностей технологического процесса сварки (наплавки, пайки) металла (сплава) заданным способом».

Исследование целесообразно посвящать сварке (наплавке, пайке) металла (сплава), применение которого в сварных конструкциях определенного назначения заданным способом сварки (наплавки, пайки) требует дополнительного специального изучения.

*Примечание.* Дипломный проект (дипломная работа) может быть комбинированным и содержать вопросы, характерные как для проекта, так и для работы.

## **3. СОСТАВ И СТРУКТУРА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

Дипломный проект должен быть представлен в виде пояснительной записки и графической части.

### **3.1. Пояснительная записка**

Рекомендуемый объем пояснительной записки – 50–65 листов текста формата А4 (297 × 210 мм), набранного на компьютере (кегель шрифта 14 пт, интервал полуторный).

Пояснительная записка печатается в одном экземпляре. Она должна быть переплетена или помещена в папку для дипломного проектирования.

В состав пояснительной записки входят следующие структурные элементы:

- а) титульный лист (прил. Б);
- б) задание по дипломному проектированию;
- в) реферат.

Реферат должен содержать:

- сведения об объеме пояснительной записки, количестве иллюстраций, таблиц, использованных источников, приложений;

- перечень ключевых слов, включающих от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста пояснительной записки, которые в наибольшей мере характеризуют ее содержание. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и печатаются прописными буквами в строку через запятые;

- текст реферата, отражающий цель и основные результаты выполненного проекта.

Пример построения реферата приведен в прил. Г;

г) ведомость объема дипломного проекта (прил. Д);

д) содержание включает введение, наименование всех разделов, подразделов и пунктов (если они имеют наименование) основной части, заключение (или общие выводы по работе), список использованных источников, перечень условных обозначений, символов и терминов, приложения с указанием номеров страниц, с которых начинаются указанные составляющие пояснительной записки;

е) введение должно содержать сведения об актуальности, новизне, практической значимости проекта, его цель и задачи;

ж) основная содержательная часть пояснительной записки (см. подраздел 4.1). Структура основной части зависит от вида и особенностей темы дипломного проекта и включает технологическую и экономическую части и требования охраны труда и техники безопасности;

и) заключение должно содержать основные итоговые результаты и выводы по выполненной работе;

к) список использованных источников должен содержать сведения об источниках, использованных при выполнении проекта и написании пояснительной записки;

л) перечень условных обозначений, символов и терминов (при необходимости) (прил. Е);

м) приложения (при необходимости). В приложения рекомендуется включать материалы, которые по каким-либо причинам нецелесообразно размещать в основной части. Например, материалы, дополняющие пояснительную записку: карты технологического процесса сварки, промежуточные математические расчеты, иллюстрации вспомогательного характера.

### **3.2. Графическая часть дипломного проекта**

Графический материал проекта состоит из чертежей, схем и плакатов. Содержание и состав графической части проекта определяется характером темы. Объем 10–12 листов формата А1 (594 × 840 мм). Допускается применять другие форматы по ГОСТ 2.301, оставляя постоянной короткую сторону листа (594 мм).

Вопросы целесообразности включения того или иного чертежа (плаката) в графическую часть дипломного проекта студент решает совместно с руководителем проекта. Количество чертежей (плакатов) должно быть достаточным для полного раскрытия темы дипломного проекта.

## **4. СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНОЙ ЧАСТИ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ И ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

### **4.1. Примерное содержание основной части пояснительной записки**

Характеристика заданной свариваемой конструкции.

Существующий технологический процесс сварки конструкции и его анализ.

Разработка эффективного технологического процесса сварки заданной конструкции.

Разработка (модернизация существующего) специализированного вспомогательного оборудования.

Планировка участка сборки и сварки конструкции.

Технико-экономические показатели проекта.

Охрана труда.

#### *4.1.1. Характеристика свариваемой конструкции*

В разделе дается описание конструкции (вид, используемые материалы и толщины, характерные конструктивные особенности, способные влиять на технологический процесс сварки, типы сварных соединений и т.п.), назначение и условия эксплуатации, нормативная документация на сварку и контроль качества сварных соединений.

#### *4.1.2. Существующий технологический процесс сварки конструкции*

Излагается существующий на предприятии, на котором студент проходил преддипломную практику, технологический процесс сварки заданной конструкции: способ (или способы) сварки, применяемые сварочные материалы и их подготовка к сварке, подготовка металла и конструкций к сборке и сварке, сборка конструкций под сварку, сварка, подогрев металла перед сваркой и последующая после сварки термическая обработка сварных соединений, правка сварных конструкций, используемое сварочное основное и вспомогательное оборудование, контроль производства сварочных работ.

В разделе должен присутствовать критический анализ технологического процесса сварки с констатацией выявленных недостатков и факторов, которые, по мнению студента, могли бы способствовать повышению производительности и качества выполнения сварочных работ.

Даются предложения по модернизации действующего технологического процесса сварки конструкции применительно к реальным условиям производства.

При отсутствии на предприятии технологического процесса сварки заданной конструкции студент на основании данных литературных источников и практики родственных производств представляет в разделе общее описание и схему составленного им принципиального технологического процесса сварки конструкции, включающего вид<sup>\*)</sup> сварки, подготовку конструкций к сборке и сварке, сварку, подогрев и другие технологические операции. При этом принимаются во внимание марки и толщины металла конструкции, типы соединений, положения сварки, условия производства.

---

<sup>\*)</sup>Виды сварки (дуговая, электронно-лучевая, контактная и др.) определяются видом источника энергии

#### *4.1.3. Разработка эффективного технологического процесса сварки заданной конструкции*

Раздел посвящается подробному описанию технологического процесса сварки с наглядным и понятным обоснованием выбора тех или иных (особенно принципиально новых) технических и организационных решений, способствующих получению качественных сварных конструкций при наименьших материальных и энергетических затратах и высоких технико-экономических показателях.

а) Выбор рационального способа сварки.

Рассматривается 2–3 способа сварки конструкции (например, ручная дуговая сварка покрытыми электродами, механизированная сварка самозащитной порошковой проволокой и механизированная сварка в углекислом газе проволокой сплошного сечения). Даются схемы и технико-экономические показатели способов сварки и рассматривается возможность эффективного их применения при изготовлении (монтаже, ремонте) заданной конструкции в реальных производственных условиях. На основании сравнительного анализа делается обоснованный вывод в пользу одного (возможно нескольких) способов сварки.

б) Оценка свариваемости металла.

Анализируются особенности сварки металла. На основании выполненных аналитических исследований и расчетов дается оценка принципиальной и конструктивной пригодности металла к выбранному способу сварки и типу конструкции, а также технологической возможности сварки. Критериями оценки могут служить: склонность металла к образованию горячих, холодных и ламелярных трещин, пор, межкристаллитной коррозии, к чрезмерно высоким напряжениям и деформациям, необходимость проведения высокотемпературного подогрева металла и термической обработки сварных соединений и конструкций и т.д.

С учетом свариваемости металла предлагается директивная схема технологического процесса сварки с перечислением всех его основных операций и указанием технологических особенностей.

в) Выбор сварочных материалов.

Обосновывается выбор вида, типа и марки сварочных материалов, условий их хранения и подготовки к сварке (прокалки покрытых электродов и флюсов, механической очистки и химической

обработки сварочной проволоки и т.п.), исходя из принятого способа сварки, марки и свойств свариваемого металла (в т.ч. свариваемости), характеристики конструкции (габаритов, толщин свариваемых элементов, типов соединений, положений швов при сварке, требований к сварным соединениям), условий производства сварочных работ и т.п. Приводится оборудование для подготовки к сварке и хранения сварочных материалов на рабочем месте.

г) Выбор сварочного и вспомогательного оборудования.

Предлагается новое современное сварочное оборудование (источники питания сварочной дуги, полуавтоматы и автоматы для дуговой сварки, машины контактной сварки, робототехнические комплексы и т.д.), способное оказать применительно к заданной конструкции и конкретному производству положительное влияние на эффективность сварочного процесса (производительность, качество, себестоимость, затраты электроэнергии). Приводятся технические характеристики оборудования. Информация об оригинальном оборудовании дополняется схемами и подробным описанием. Производится расчет требуемого количества оборудования.

В разделе также рассматривается целесообразность применения на ряде технологических операций (подогреве, сборке, контроле качества и др.) вспомогательного оборудования (кондукторов, кантователей, вращателей, нагревателей и пр.), которое в предложенном технологическом процессе позволит не только повысить экономические показатели процесса, но и улучшить условия труда работающих. В качестве вспомогательного оборудования может быть использовано: действующее на предприятии (как в существующем исполнении, так и после соответствующей модернизации); новое стандартное; специализированное нестандартное оборудование, разработанное студентом по согласованию с руководителем проекта. Одновременно определяется требуемое количество вспомогательного оборудования.

*Примечание.* Под модернизацией оборудования понимается частичное изменение его конструкции (например, путем разработки и замены одного из функциональных узлов), позволяющее улучшить его служебные характеристики.

На разработку нового или модернизацию существующего специализированного оборудования составляется в произвольной форме техническое задание, содержащее принципиальные схемы, общие

сведения и требования к техническим характеристикам разрабатываемой продукции.

д) Подготовка металла и свариваемых деталей конструкции под сборку и сварку.

В разделе помещается информация (с достаточным при необходимости подробным описанием) об операциях, связанных с подготовкой металла и деталей конструкций к сборке и сварке (правка, разделка свариваемых кромок с использованием термического и/или механического оборудования, очистка металла под сварку механическим или химическим способами, приварка временных приспособлений, обеспечивающих сборку и транспортировку конструкций и др.).

е) Сборка деталей конструкции под сварку.

Описываются (с представлением достаточного для понимания иллюстративного материала) операции, выполняемые при сборке деталей под сварку с использованием вспомогательного оборудования, инвертарных сборочных устройств и/или привариваемых временных сборочных приспособлений (центраторов, фиксаторов, струбцин, стяжных уголков и планок и т.п.). Приводятся рисунки собранных под сварку характерных соединений, на которых показываются значения выдерживаемых параметров сборки (зазоров между свариваемыми кромками или поверхностями деталей, линейное смещение кромок, соосность и др.).

Уделяется внимание постановке прихваток, при этом отмечаются способы и режимы сварки, размеры прихваток и их расположение.

ж) Сварка конструкции.

В разделе должны найти отражение с соответствующим обоснованием: режимы сварки (для механизированной сварки в защитном газе и сварки плавящимся электродом). Параметрами режима сварки являются диаметр сварочной (электродной) проволоки, род, полярность и сила сварочного тока, напряжение дуги, скорость сварки, скорость подачи проволоки, вылет проволоки, расход газа, эффективная погонная энергия, температура основного металла (температура подогрева), характеристика импульсно-дугового процесса); последовательность и способы выполнения швов (слоев); порядок постановки сварных точек (при точечной контактной и точечной дуговой сварке); другие технологические меры, обеспечивающие получение, как сварных соединений, так и сварной конструкции в целом и удовлетворяющие техническим

требованиям. Отмечается участие в сварке специализированного вспомогательного оборудования.

При сварке низколегированных и легированных конструкционных сталей, чувствительных к термическому циклу сварки плавлением, приемлемость выбранных режимов самой сварки подтверждается соответствующими расчетами (например, связанными с определением значения времени охлаждения металла после сварки  $t_{8/5}$ ), либо данными литературных источников и/или выполненных студентом экспериментальных исследований.

В случае необходимости детально рассматриваются вопросы техники сварки, которые в ряде случаев являются одними из решающих при получении бездефектных сварных соединений.

и) Термическая обработка сварных соединений (конструкций).

Отмечается необходимость и особенности проведения термической обработки выполненных сварных соединений и/или конструкций. Приводится регламент термической обработки. При использовании оригинального термического оборудования представляется его описание с соответствующими иллюстрациями.

Раздел может быть дополнен правкой готовых сварных соединений (конструкций).

к) Контроль технологического процесса сварки.

В разделе студент должен показать принятый в дипломном проекте порядок проведения, состав, объемы и методы входного, операционного и приемочного контроля технологического процесса сварки, а также требования к качеству сварных соединений, установленные нормативной документацией на сварку заданной конструкции. Повышенное внимание следует обращать на приемочный контроль качества сварных соединений неразрушающими и разрушающими методами контроля.

л) Составление технологических документов на процесс сварки конструкции.

Раздел 4.1.3 должен заканчиваться или составлением карты технологического процесса на одну две операции сборки и сварки конструкции, или (при применении способов дуговой сварки) оформлением инструкции на технологический процесс сварки (спецификации процесса сварки) одного из соединений конструкции. Инструкция составляется в соответствии с положениями СТБ ЕН

288–2–2001 (прил. Ж). Оба технологических документа размещаются в пояснительной записке в виде приложений.

В разделе также следует сформулировать требования к квалификации сварочного персонала и сварщиков.

м) При разработке технологического процесса возможно проведение исследований с целью отработки техники и режимов сварки, оценки структуры, свойств и качества получаемых сварных соединений и пр.

#### *4.1.4. Разработка (модернизация существующего) специализированного вспомогательного оборудования*

Настоящий раздел, посвященный разработке нового или модернизации существующего специализированного оборудования, используемого на одной или нескольких операциях технологического процесса сварки, может быть ключевым этапом дипломного проектирования.

Разработка (модернизация) вспомогательного оборудования с привязкой к выполнению конкретной операции (предварительному подогреву, подготовке металла и конструкции к сборке, сборки, сварки и пр.) производится в соответствии с ранее составленным техническим заданием на разработку продукции. Результатом разработки в зависимости от поставленной перед студентом задачи должен явиться эскизный проект, содержащий принципиальные конструкторские решения и дающий общее представление о конструкции оборудования, или технический проект, дающий полное представление о конструкции оборудования.

В разделе должно быть приведено техническое описание разработанного (модернизированного) оборудования со ссылками на чертежи графического материала дипломного проекта. При необходимости дополнительно представляются эскизы и схемы, иллюстрирующие текст. Даются выполненные при проектировании расчеты.

#### *4.1.5. Планировка участка сборки и сварки конструкции*

Раздел выполняется под руководством консультанта по строительной части проекта.

Описывается со ссылкой на чертеж графической части проекта участок сборки и сварки конструкции. Планировка участка призвана дать общее представление о схеме производственного процесса

сборки и сварки и о размещении основного сварочного и вспомогательного оборудования с работающим на нем персоналом.

Планировка участка может составляться на базе существующего на предприятии производства.

*Примечание.* При разработке дипломного проекта, связанного со сваркой конструкций на открытых площадках, вместо представления планировки участка сборки и сварки конструкций описывается со ссылкой на чертеж графической части проекта передвижное машинное помещение, в котором располагаются инвертарные сварочные посты с основным и вспомогательным оборудованием.

#### 4.1.6. *Технико-экономические показатели проекта*

Раздел выполняется под руководством консультанта по экономической части проекта.

Приводятся расчеты штучного времени, необходимого количества оборудования и численности работающих, материальных и энергетических затрат, себестоимости продукции, экономической эффективности и других технико-экономических показателей разработанного технологического процесса сварки конструкции.

Обобщенные технико-экономические показатели проекта приводятся в табличной форме в конце раздела.

#### 4.1.7 *Охрана труда*

Раздел выполняется под руководством консультанта по охране труда.

В нем представляются инженерно-технологические решения, обеспечивающие безопасные и безвредные условия труда, пожарную и экологическую безопасность на участке сборки и сварки конструкции.

#### 4.1.8. *Содержание пояснительной записки*

Содержание пояснительной записки может быть скорректировано руководителем дипломного проекта, исходя из специфических особенностей конкретной темы проекта.

### **4.2. Содержание графической части проекта**

В качестве примера для дипломного проекта по разработке технологического процесса дуговой сварки конструкции предлагается следующий состав и содержание графического материала.

- Чертежи общего вида заданной свариваемой конструкции и основных узлов – 1–2 листа.
- Плакат с химическим составом, механическими, физическими и другими свойствами металла конструкции (например, характеризующими его свариваемость) – 1 лист.
- Плакаты со схемами существующего и разрабатываемого технологического процесса сварки конструкции – 1–2 листа.
- Плакаты с техническими характеристиками выбранных оригинальных способов сварки, сварочного оборудования и материалов, другими данными, свидетельствующими о рациональности их применения в разрабатываемом технологическом процессе сварки – 1–2 листа.
- Чертежи оборудования (приспособлений) для сборки и сварки отдельных узлов и конструкции в целом – 2–5 листов.
- Чертежи (и плакаты) технологического процесса сварки конструкции (режимы и техника сварки, способы и последовательность выполнения швов (слоев), расположение нагревательных устройств при подогреве металла, другие показатели и особенности процесса сварки) – 2–4 листа.
- Чертеж планировки участка сборки и сварки конструкции – 1 лист.
- Плакат с технико-экономическими показателями разработанного технологического процесса сварки – 1 лист.
- Рекомендуется в качестве «нулевого листа» представлять плакат с наименованием темы дипломного проекта, фамилией, именем и отчеством руководителя проекта.

Содержание графического материала может быть скорректировано руководителем дипломного проекта, исходя из специфических особенностей конкретной темы проекта (например, см. примечание к 4.1.5).

## **5. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ**

Дипломная работа должна включать следующие структурные элементы:

- а) титульный лист (прил. В);
- б) задание по дипломному проектированию (см. прил. А);
- в) реферат (см. п. 3.1, в);
- г) содержание (см. п. 3.1, д);

д) введение (см. п. 3.1, е);

е) основную часть дипломной работы, содержащую аналитический обзор литературы, методику проведения исследований, экспериментально-исследовательскую и экономическую части, требования охраны труда и техники безопасности, общие выводы по работе;

ж) список использованных источников (см. п. 3.1, к);

и) перечень условных обозначений, символов и терминов (при необходимости) (см. прил. Е);

к) приложения (при необходимости). В приложение рекомендуется включать материалы, которые нецелесообразно размещать в основной части. Например, сертификаты на материалы, протокол испытаний сварных соединений и др.

Рекомендуемый объем дипломной работы – 50–65 листов текста формата А4 (297 × 210 мм), набранного на компьютере (кегель шрифта 14 пт, интервал полуторный).

Дипломная работа должна сопровождаться графической частью, иллюстрирующей и дополняющей материалы экспериментальных и аналитических исследований. Количество чертежей и плакатов должно быть достаточным для полного раскрытия темы дипломной работы.

## **5.1. Содержание основной части дипломной работы**

### *5.1.1. Аналитический обзор литературы*

В разделе должен быть представлен анализ научно-технической и патентной литературы, посвященной исследуемой в дипломной работе проблеме. Наряду с учебной литературой обязательно должны быть использованы статьи из научно-технических журналов («Сварщик в Белоруссии», «Сварочное производство», «Автоматическая сварка» и др.), монографии, патенты, интернет-ресурсы.

Студент должен собрать и обобщить имеющиеся данные о свариваемости металла (сплава), который предстоит исследовать, применительно к заданному способу сварки, о влиянии сварочных материалов, подготовке металла к сварке, режимах сварки и других технологических параметрах на проходящие при сварке физико-металлургические процессы и свойства сварных соединений. На основе анализа литературных данных (с учетом имеющейся практики промышленных организаций по теме дипломной работы) делаются выводы о состоянии вопроса, формулируются задачи исследования, выполнение которых обеспечит достижение поставленной в работе цели.

### 5.1.2. Методика проведения исследований

Представляются общие положения методики проведения экспериментальных исследований. Приводятся данные об используемом при постановке экспериментов оборудовании, материалах (указываются технические условия или стандарт, марка и химический состав свариваемых металлов, присадочных материалов, защитных газов и т.п.).

Описываются условия сварки образцов и методика проведения металлографических исследований (травители, используемые при приготовлении шлифов, характеристики используемого оборудования и т.п.). Указываются нормативные документы, в соответствии с которыми проводятся механические, коррозионные и другие испытания, даются размеры образцов или их чертежи и т.п.

Если студентом разработана и использована оригинальная методика проведения исследований, то она заслуживает подробного отдельного изложения.

### 5.1.3. Экспериментальная часть

В разделе излагаются проведенные в соответствии с принятой методикой эксперименты. Приводятся результаты испытаний и исследований, в т.ч. основного металла и сварных соединений (количество измерений свойств должно быть статистически значимо).

При металлографическом исследовании сварных соединений целесообразно привести фотографии структур различных зон соединения (металла шва, зоны сплавления, зоны термического влияния) и структуры основного металла.

Наряду с таблицами результаты измерений рекомендуется представить в виде графиков, гистограмм, при этом должна быть проведена статистическая обработка результатов исследований.

В конце экспериментальной части приводится анализ полученных результатов, на основе которого формулируются технологические рекомендации по сварке исследуемого металла с указанием сварочных материалов и подготовки их к сварке, режимов сварки, способов выполнения швов, последующей обработки сварных соединений и т.д.

Результаты исследований обобщаются в виде выводов по разделу.

#### 5.1.4. *Технико-экономические показатели*

Раздел выполняется под руководством консультанта по экономической части проекта.

Приводится обоснование экономической эффективности результатов выполненной работы.

#### 5.1.5. *Охрана труда*

Раздел выполняется под руководством консультанта по охране труда.

Представляются инженерно-технологические решения, обеспечивающие безопасные и безвредные условия труда, пожарную и экологическую безопасность при реализации результатов выполненной работы в производстве.

#### 5.1.6. *Общие выводы по работе*

В выводах должны быть четко сформулированы результаты проведенных исследований и предлагаемые автором практические рекомендации.

### **6. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ)**

При оформлении дипломного проекта (дипломной работы) студент руководствуется требованиями МИ БНТУ 3.001–2003 «Единая система стандартизации БНТУ. Дипломное проектирование» и положениями настоящих методических указаний.

#### **6.1. Оформление пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы)**

##### *6.1.1. Общие требования*

- Пояснительная записка дипломного проекта (дипломной работы) должна быть выполнена на стандартных листах формата А4 с одной стороны листа с применением печатающих и графических устройств вывода ЭВМ через полтора интервала. В качестве текстового редактора следует использовать Microsoft Word. Применяемая гарнитура шрифта Times New Roman, кегль шрифта 14 пт, выравнивание текста по ширине страницы. Допускаются переносы слов на

следующую строку в соответствии с правилами русского языка. Текст пояснительной записки следует печатать, соблюдая следующие размеры полей (с учетом рамки): левое – 30 мм, правое – 10 мм., верхнее – 20 мм, нижнее – не менее 20 мм.

Допускается (с разрешения кафедры) выполнение пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы) рукописным способом – четким почерком черными чернилами (пастой, тушью).

- Абзацы в тексте начинают отступом 15–17 мм, одинаковым по всему тексту.

- Вписывать в отпечатанный текст отдельные слова, формулы, условные знаки, а также выполнять иллюстрации следует черными чернилами (пастой, тушью). Для выполнения иллюстраций разрешается использовать графические редакторы, фотографии, ксерокопии и т.п.

- При использовании стандартного текстового редактора формулы могут быть оформлены с помощью средств этого редактора.

- Опечатки, описки и графические неточности допускается исправлять подчисткой или закрашиванием белой краской и нанесением на том же месте рукописным способом черными чернилами (пастой, тушью) исправленного текста и иллюстраций. Повреждения листов, помарки и следы прежнего текста не допускаются.

#### *6.1.2. Построение пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы)*

- Текст основной части пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы) разделяют на разделы, подразделы и пункты. Дальнейшее деление нецелесообразно. Разделы (подразделы) могут состоять из одного или нескольких подразделов (пунктов). Разделы, подразделы и пункты должны начинаться с абзацного отступа.

- Разделы нумеруются арабскими цифрами без точки в пределах всей пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы). Подразделы должны иметь нумерацию в пределах каждого раздела, номер подраздела состоит из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой (например, 1.1, 1.2 и т.д.), в конце номера точка не ставится. Пункты нумеруются в пределах подраздела, номер пункта состоит из номеров подраздела и пункта, разделенных точкой (например, 1.1.1, 1.1.2 и т.д.).

• Внутри пунктов могут быть приведены перечисления. Перед каждой позицией перечисления следует ставить тире, при необходимости ссылки в тексте пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы) на одно из перечислений – строчную букву (за исключением ё, з, о, ь, й, ы, ъ), после которой ставится скобка. Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с отступом.

Пример:

- а) \_\_\_\_\_;
- б) \_\_\_\_\_;
- 1) \_\_\_\_\_;
- 2) \_\_\_\_\_;
- в) \_\_\_\_\_.

- Каждый пункт и перечисление записывают с абзацного отступа.
- Разделы и подразделы должны иметь заголовки. Пункты, как правило, заголовков не имеют. Заголовки должны четко и кратко отражать содержание разделов, подразделов.

- Переносы слов в заголовках не допускаются. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой.

- Заголовки разделов следует писать прописными буквами с абзацного отступа. Заголовки подразделов начиная с прописной буквы строчными буквами, с абзацного отступа. Точка в конце заголовка раздела, подраздела не ставится, название не подчеркивается.

- Расстояние между заголовком и текстом при выполнении пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы) машинным способом должно быть равно 3–4 интервалам, при выполнении рукописным способом – 15 мм. Расстояние между заголовками раздела и подраздела – 2 интервала, при выполнении рукописным способом – 8 мм.

- Каждый раздел пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы) рекомендуется начинать с нового листа.

- Нумерация страниц пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы) и приложений, входящих в ее состав, должна быть сквозной.

- Первой страницей пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы) является титульный лист. Номера страниц на

титulyном листе, на задании по дипломному проектированию, ведомости объема и реферате не ставятся, но включаются в общую нумерацию страниц.

- Страницы пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы) нумеруются арабскими цифрами, проставляемыми в пределах рамки в правом нижнем углу страницы.

- Заголовки структурных элементов пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы): «Реферат», «Содержание», «Введение», «Заключение» и др., кроме «Основная часть» записывают симметрично тексту прописными буквами.

### *6.1.3. Изложение текста пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы)*

- При изложении текста пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы) следует руководствоваться п. 3.1 и разделом 5 настоящих методических указаний.

- Полное наименование объекта проектирования при первом упоминании в тексте пояснительной записки дипломного проекта должно быть одинаковым с наименованием его в первом листе графической части дипломного проекта.

- В последующем тексте порядок слов в наименовании объекта проектирования должен быть прямой, т.е. на первом месте должно быть определение (прилагательное), а затем – название объекта проектирования (имя существительное). Допускается употреблять сокращенное наименование объекта проектирования.

Наименования, приводимые в тексте пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы) и на иллюстрациях, должны быть одинаковыми.

В пояснительной записке дипломного проекта (дипломной работы) должны применяться научно-технические термины, обозначения и определения, установленные соответствующими государственными стандартами, РД РБ 0410.42, при их отсутствии в указанных документах – общепринятые в научно-технической литературе.

- В тексте пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работе), за исключением формул, таблиц и рисунков не допускается:

- применять обороты разговорной речи, техницизмы и профессионализмы, произвольные словообразования;
- применять различные термины для одного и того же понятия, иностранные слова и термины при наличии равнозначных в родном языке;
- сокращать обозначения физических величин, если они употребляются без цифр;
- применять математический знак минус. Перед отрицательными значениями величин следует писать слово «минус»;
- применять графический символ  $\emptyset$ . Для обозначения диаметра следует писать слово «диаметр»;
- применять без числовых значений математические знаки, а также знаки «номер» и «процент».

- В тексте пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы) не допускается применять сокращения русских слов, кроме установленных правилами орфографии и соответствующими государственными стандартами.

Перечень допускаемых сокращений слов установлен в ГОСТ 7.12.

- Фамилии, названия учреждений, организаций, фирм, названия изделий и другие имена собственные в пояснительной записке приводят на языке оригинала. Допускается приводить названия организаций в переводе на русский язык с добавлением (при первом упоминании) оригинального названия.

- Условные буквенные обозначения, изображения или знаки должны соответствовать принятым действующим законодательством и государственными стандартами. При необходимости применения других условных обозначений их следует пояснять в тексте при первом упоминании или в перечне обозначений.

В пояснительной записке дипломного проекта (дипломной работы) следует применять стандартизованные единицы физических величин, их наименования и обозначения в соответствии с ГОСТ 8.417.

Буквенные обозначения единиц печатают прямым шрифтом. В обозначениях единиц точку как знак сокращения не ставят.

Обозначения единиц помещают за числовыми значениями величин и в строку с ними (без переноса на следующую строку). Числовое значение, представляющее собой дробь с косой чертой, стоящее перед обозначением единицы, заключают в скобки.

Между последней цифрой числа и обозначением единицы оставляют пробел.

Правильно: 100 кВт 20 °С (1/60) s<sup>-1</sup>      Неправильно: 100кВт 20°С 1/60s<sup>-1</sup>

Исключения составляют обозначения в виде знака, поднятого над строкой, перед которыми пробел не ставят.

Правильно: 20°      Неправильно: 20 °

При указании значений величин с предельными отклонениями числовые значения с предельными отклонениями заключают в скобки, обозначения единиц помещают за скобками или проставляют за числовым значением величины и за ее предельным отклонением.

Правильно: (100,0 ± 0,1) кг 50 г ± 1 г      Неправильно: 100,0 ± 0,1 кг 50 ± 1 г

Допускается применять обозначения единиц в заголовках граф и наименованиях боковых таблиц, в пояснениях обозначений величин к формулам. Помещать обозначения единиц в одной строке с формулами, выражающими зависимости между величинами или между их числовыми значениями, представленными в буквенной форме, не допускается.

Буквенные обозначения единиц, входящих в произведение, отделяют точками на средней линии как знаками умножения. Не допускается использовать для этой цели символ «х». В машинописных текстах допускается точку не поднимать.

В буквенных обозначениях отношений единиц в качестве знака деления используют только одну косую или горизонтальную черту. Допускается применять обозначение единиц в виде произведения обозначений единиц, возведенные в степени (положительные или отрицательные).

Правильно: Вт·м<sup>-2</sup>·К<sup>-1</sup>      Неправильно: Вт/м<sup>2</sup>/К

При применении косой черты обозначение единиц в числителе и знаменателе помещают в строку, произведение обозначений единиц в знаменателе заключают в скобки.

Правильно: Вт/(м·К)      Неправильно: Вт/м·К

При указании производной единицы, состоящей из двух и более единиц, не допускается комбинировать буквенные обозначения и наименования единиц, т.е. для одних единиц указывать значения, а для других – наименования.

Правильно:

80 км/ч

80 километров в час

Неправильно:

80 км/час 80 км в час

Числовые значения величин с обозначением единиц физических величин и единиц счета следует писать цифрами, а числа без обозначения единиц физических величин и единиц счета с от единицы до девяти – словами. Например, «зазор не более 3 мм», «операцию прокалки электродов повторяют не более двух раз».

• Формулы и уравнения в тексте пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы) следует оформлять в соответствии с ГОСТ 2.105, раздел 4.

Формулы и уравнения следует выделять из текста в отдельную строку. Выше и ниже каждой формулы или уравнения должно быть оставлено не менее одной свободной строки. Если формула или уравнение не уместаются в одну строку, они могут быть перенесены. Перенос производится только на знаках равенства или математических знаках. При этом знак в начале следующей строки повторяют. Например, при переносе формулы на знаке умножения повторяют знак « $\times$ ».

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

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

$$q = \eta I_{\text{св}} U_{\text{д}},$$

где  $q$  – эффективная тепловая мощность дуги постоянного тока, Дж/с;

$\eta$  – эффективный КПД процесса нагрева металла дугой;

$I_{\text{св}}$  – сила сварочного тока, А;

$U_{\text{д}}$  – напряжение дуги, В.

- Формулы должны нумероваться в пределах раздела арабскими цифрами, которые записывают на уровне формулы справа в круглых скобках. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой, например, (3.2). Одну формулу обозначают (1) или (3.1).

Если в тексте пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы) содержится не более 5 формул, их нумерация производится в пределах всего текста.

Формулы в приложениях нумеруются в пределах каждого приложения с добавлением обозначения приложения – (А.1).

Ссылки в тексте на порядковые номера формул дают в скобках, например, «... формуле (1)».

- Примечания приводят в пояснительной записке дипломного проекта (дипломной работы), если необходимы пояснения или справочные данные к содержанию текста, таблиц или графического материала (по ГОСТ 2.105, раздел 4). Примечания не должны содержать требования.

Примечания следует помещать непосредственно после текстового, графического материала или в таблице, к которым относятся эти примечания. Слово «Примечание» пишется с прописной буквы с абзаца. Если оно одно, то его не нумеруют. После слова «Примечание» ставится тире и приводится текст примечания, начиная с прописной буквы.

Пример

Примечание – \_\_\_\_\_

Несколько примечаний нумеруют по порядку арабскими цифрами.

Пример

Примечания

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_

Примечание к таблице помещают в конце самой таблицы над линией, обозначающей ее окончание.

- Ссылки на использованные литературные источники должны нумероваться арабскими цифрами по порядку упоминания в тексте и помещаться в квадратные скобки (например, [35]).

В пояснительной записке дипломного проекта (дипломной работы) допускаются ссылки на разделы, подразделы и пункты самой пояс-

нительной записки (дипломной работы), например, «... согласно разделу 1», «... по п. 3.3», «... в подпункте 3.2.5», «... по формуле (4)», «... на рисунке 7», «... в приложении Е». Допускаются также ссылки на действующие государственные стандарты, технические условия и другие документы при условии, что они полностью и однозначно определяют соответствующие требования.

Ссылаться следует на документ в целом или его разделы и приложения без указания года утверждения и наименования, например, «... в соответствии с СТБ ЕН 288–2». В конце пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы) приводится *список ссылочных нормативных документов* с обозначениями, годами утверждения и наименованиями в виде отдельной рубрики списка использованных источников по форме, приведенной на рис. 1.

| Обозначение и наименование документа   | Номер раздела, подраздела, пункта, приложения, в котором дана ссылка |
|--|--|
| 1. СТБ ЕН 288–2–2001. Квалификация технологических процессов сварки металлов. Требования к инструкции дуговой сварки | 9.5.3  |

Рис. 1

- Если необходимо пояснить отдельные данные, то эти данные следует обозначать надстрочным знаком сноски, который выполняют арабскими цифрами со скобкой непосредственно после того слова, числа, символа, предложения, к которому дается пояснение. Вместо цифр допускается выполнять сноски знаком «звездочка». Применение более четырех звездочек не допускается.

Сноски в тексте располагают с абзачного отступа в конце строки, на которой они обозначены, и отделяют от текста короткой тонкой горизонтальной линией с левой стороны.

#### 6.1.4. *Оформление приложений пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы)*

Материал, дополняющий текст пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы), допускается помещать в приложениях, которые оформляют как продолжение пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы). Допускается оформлять приложение на листах формата А3.

- Каждое приложение следует начинать с нового листа с указанием наверху посередине страницы слова «Приложение» и его обозначения.

Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично тексту с пропиской буквы отдельной строкой.

- Приложения обозначают заглавными буквами русского (белорусского) алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ, или латинского алфавита за исключением букв I и O.

Если в пояснительной записке дипломного проекта (дипломной работы) одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

- В тексте пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы) на все приложения должны быть даны ссылки, например, «... в приложении А». Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте.

- Если в качестве приложения в пояснительной записке дипломного проекта (дипломной работы) используется документ, имеющий самостоятельное значение и оформляемый согласно требованиям к документу данного вида (например, протокол испытаний, выданный аттестационной лабораторией или сертификат качества), его вкладывают в пояснительную записку проекта (работы) без изменений в оригинале. На титульном листе документа посередине печатают слово «Приложение» и проставляют его номер, а страницы, на которых размещен документ, включают в общую нумерацию страниц пояснительной записки.

#### *6.1.5. Оформление иллюстраций пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы)*

- Иллюстрации (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки) следует располагать в пояснительной записке дипломного проекта (дипломной работы) после текста, в котором они упоминаются впервые, или на следующей странице. На все иллюстрации в тексте должны быть даны ссылки.

Чертежи, диаграммы, схемы, помещаемые в пояснительной записке дипломного проекта (дипломной работы), должны отвечать требованиям стандартов ЕСКД и ЕСТД.

Фотоснимки, размеры которых меньше формата А4 должны быть наклеены на стандартные листы белой бумаги. Фотоснимки макро- и микроструктуры, фрактограммы разрушения и т.п. должны

сопровождаться указанием увеличения, например, x 4 или x 1200 с правой стороны фотографии.

- Иллюстрации следует нумеровать в пределах раздела арабскими цифрами. Номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера рисунка, разделенных точкой, например, «Рисунок 3.2». Если рисунок один, то он обозначается «Рисунок 1» или «Рисунок 3.1».

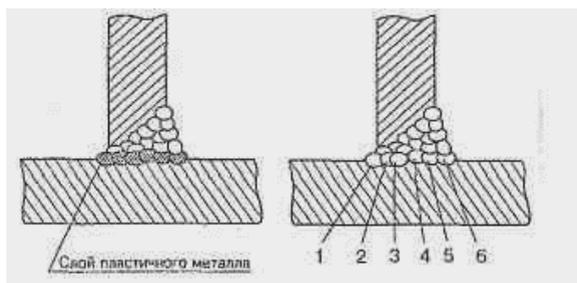
Иллюстрации каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, «Рисунок А.3».

При ссылках на иллюстрации следует писать «... в соответствии с рисунком 2».

- Иллюстрации должны иметь наименование и, при необходимости, пояснительные данные (подрисуночный текст).

- Слово «Рисунок», номер и наименование помещают после рисунка и пояснительных данных (если имеются). При использовании в работе иллюстраций, заимствованных из других литературных источников, после наименования иллюстрации необходимо дать ссылку на источник заимствования.

Пример:



*а* – предварительная наплавка специального пластичного слоя;

*б* – рациональная очередность наложения валиков (цифрами показан порядок наложения валиков буферного слоя)

Рисунок 5.2. – Технологические приемы сварки, снижающие склонность сварных соединений к образованию ламелярных трещин [13]

- Иллюстрации следует выполнять на одной странице. Если иллюстрация не помещается на одной странице, можно переносить ее на другие страницы, при этом наименование самой иллюстрации помещают на первой странице, поясняющие данные – на каждой странице и под ними указывают «Рисунок..., лист...».

- На иллюстрации, изображающей составные части изделия, должны быть в возрастающем порядке указаны номера позиций этих составных частей в пределах данной иллюстрации. Номер и наименование каждой составной части приводится в подрисуночном тексте.

Остальные требования к выполнению иллюстраций указаны в ГОСТ 2.105, раздел 4.

#### *6.1.6. Построение таблиц в пояснительной записке дипломного проекта (дипломной работы)*

- Таблицы применяют для лучшей наглядности и удобства сравнения показателей.

Таблицу (в зависимости от ее размера) помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице, а при необходимости – в приложении. Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа.

- Таблицы следует нумеровать в пределах раздела арабскими цифрами. Номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой, например, «таблица 3.2». Если таблица одна, но она обозначается «Таблица 1» или «Таблица 3.1».

Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением перед цифрой обозначения приложения. Например, «Таблица А.3».

На все таблицы пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы) должны быть сделаны ссылки в тексте. При ссылках на таблицы следует писать «... по таблице 2».

- Слово «Таблица» с номером указывают один раз слева над первой частью таблицы.

При переносе части таблицы на другую страницу над другими частями слева пишут слова «Продолжение таблицы» с указанием номера таблицы. Над последней частью таблицы слева пишут слова «Окончание таблицы» с указанием номера таблицы.



таблиц точки не ставят. Заголовки и подзаголовки граф указывают в единственном числе.

Заголовки и подзаголовки граф, как правило, записывают параллельно строкам таблицы. При необходимости допускается перпендикулярное расположение граф заголовков.

- Графу «Номер по порядку» в таблицу включать не допускается. Нумерация граф таблицы арабскими цифрами возможна в тех случаях, когда на них имеются ссылки в тексте, при делении таблицы на части, а также при переносе 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. Перед числовыми значениями величин и обозначением типов, марок и т.п. порядковые номера не ставят.

- Если все показатели, приведенные в графах таблицы, выражены в одной и той же единице физической величины, то ее обозначение следует помещать над таблицей справа, например, «Размеры в миллиметрах», а при делении таблицы на части – над каждой ее частью.

Для сокращения текста заголовков и подзаголовков граф отдельные понятия заменяют буквенными обозначениями, установленными ГОСТ 2.321, или другими обозначениями, если они пояснены в тексте.

Обозначение единицы физической величины, общей для всех данных в строке, следует указывать в той же строке после ее наименования, через запятую.

- Если повторяющийся в разных строках графы таблицы текст состоит из одного слова, то его после первого написания допускается заменять кавычками, если из двух и более слов, то при первом повторении его заменяют словами «То же», а далее кавычками. Ставить кавычки вместо повторяющихся цифр, марок, знаков, математических и химических символов не допускается.

- Числовое значение показателя проставляется на уровне последней строки наименования показателя. Значение показателя, приведенное в виде текста, записывают на уровне первой строки наименования показателя.

- Остальные требования к построению и заполнению таблиц приведены в ГОСТ 2.105, раздел 4.

### 6.1.7. *Перечень условных обозначений, сокращений символов и терминов*

Если в пояснительной записке применяются малораспространенные сокращения, новые символы, обозначения и т.п., то их перечень должен быть представлен в виде отдельного списка.

Перечень должен располагаться столбцом, в котором в алфавитном порядке слева приводят принятое сокращение, а справа – его детальную расшифровку.

Если специальные термины, сокращения, обозначения, символы и т.п. повторяются в тексте пояснительной записки менее трех раз, то перечень сокращений не составляют, а их расшифровку приводят в тексте в скобках при первом упоминании.

### 6.1.8. *Примеры оформления списка использованных источников*

Сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте пояснительной записки и нумеровать арабскими цифрами с точкой.

Список использованных источников должен оформляться в соответствии с ГОСТ 7.1

Ниже представлены примеры. При ссылке на книги (монографии, учебники, справочники и т.п.):

Жизняков, С.Н. Ручная дуговая сварка. Материалы. Оборудование. Технология. / С.Н. Жизняков, З.А. Сидлин. – М.: ЦТТ ИЭС им. Е.О. Патона, 2007. – 360 с.

Проектирование технологии пайки металлических изделий: справочник / С.В. Лашко, [и др.]. – М.: Металлургия, 1983. – 280 с.

Технология и оборудование сварки плавлением / Г.Д. Никифоров, [и др.]; под ред. Г.Д. Никифорова. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 320 с.: ил.

При ссылке на статьи в журналах:

Холопов, Ю.В. Ультразвуковая сварка металлов вчера, сегодня и завтра / Ю.В. Холопов, В.В. Башенко // Сварщик в Белоруссии. – 2007. – № 3. – С. 24–26.

При ссылке на статьи в сборниках:

Гладков, Э.А. Управление сваркой плавлением по идентифицируемым моделям / Э.А. Гладков, А.В. Сас, Н.А. Ширковский // Изв. Вузов. М.: Машиностроение, 1985. – № 7. – С. 101–107.

## 6.2. Оформление графической части дипломного проекта (дипломной работы)

- Графическая часть дипломного проекта (дипломной работы) должна выполняться на листах формата А1 (594 × 841 мм) по ГОСТ 2.301. Допускается применять другие форматы по ГОСТ 2.301, оставляя постоянной короткую сторону листа (594 мм).

- В правом нижнем углу рабочего поля чертежа, плаката, диаграммы и схемы должны размещаться основные надписи. В рамке, помещенной в левом верхнем углу, повторно приводят обозначение чертежа, содержащееся в основной надписи. Эту надпись располагают под углом  $180^\circ$  по отношению к остальному тексту. Основную надпись и дополнительные графы к ней выполняют по ГОСТ 2.104. Пример заполнения основной надписи приведен в прил. И.

### 6.2.1. Оформление чертежей

- Конструкторские документы (чертежи, схемы, тексты и таблицы) выполняют с соблюдением рекомендуемых стандартами требований по масштабам, форматам, условным обозначениям и шрифтам (ГОСТ 2.104, ГОСТ 2.109, ГОСТ 2.301, ГОСТ 2.304).

На чертежах проставляют размеры, допуски, материалы, указания по механической и термической обработке и пр. в соответствии с требованиями ГОСТ 2.109, ГОСТ 2.106, ГОСТ 2.316, ГОСТ 2.321. Чертежи могут также содержать:

- текстовую часть, состоящую из технических требований и/или технических характеристик;
- надписи с обозначениями изображений, а также относящиеся к отдельным элементам изделия;
- таблицы с размерами и другими параметрами, условными обозначениями и т.д.

Текстовую часть, надписи и таблицы включают в чертежи в тех случаях, когда содержащиеся в них данные, указания и разъяснения невозможно или нецелесообразно выразить графически.

Технические требования на чертежах излагают, группируя вместе однородные и близкие по своему характеру требования.

### 6.2.2. Оформление плакатов и диаграмм

- Рабочее поле плаката и диаграммы (данные результатов исследований, графики, таблицы экономических показателей и др.) должно иметь рамку, отстоящую от кромки листа справа, сверху и снизу на 5 мм и слева на 30 мм.

- Каждый плакат и диаграмма должны содержать наименование, изобразительную часть и при необходимости пояснительный текст.

Наименование плаката и диаграммы должно быть дано в виде заголовка в верхней средней части. Пояснительный текст должен располагаться на свободном поле.

Наименования, обозначения элементов, текстовая часть плакатов и диаграмм должны соответствовать наименованиям, условным обозначениям и текстовой части пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы).

- Функциональные зависимости необходимо выполнять в виде диаграмм. На одном листе допускается выполнять несколько диаграмм.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

Образец задания по дипломному проектированию

Белорусский национальный технический университет  
(наименование вуза)

Факультет механико-технологический

Кафедра «Порошковая металлургия,  
сварка и технология материалов»

«Утверждаю»

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Ф.И.О  
(подпись)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

### **З А Д А Н И Е** **по дипломному проектированию**

Студенту Стаховской Л.Е.

**1. Тема проекта** Разработка технологического процесса сварки средней части корпуса изделия М50.

(Утверждена приказом по вузу от 12.03.00 № 1141)

**2. Сроки сдачи студентом законченного проекта** 02.06.00

**3. Исходные данные к проекту**

- Проектно-конструкторская и нормативная документация на свариваемое изделие.

- Годовая программа изготовления изделия.

- Нормативная и технологическая документация на существующий процесс сварки.

- Методические указания к дипломному проектированию по специальности 1-36 01 06.

- Лекции и основная литература по специальным дисциплинам.

**4. Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)**

- Характеристика заданной свариваемой конструкции, ее назначение, условия производства конструкции, нормативная документация на сварку.

- Существующий на предприятии технологический процесс сварки заданной конструкции и его анализ.

- Разработка модернизированного технологического процесса сварки заданной конструкции с использованием прогрессивных технических и организационных решений, обеспечивающих получение качественной сварной продукции, повышение производительности труда и снижение материальных и энергетических затрат. Технологический процесс сварки должен включать: выбор способа сварки, сварочных материалов (и их подготовку к сварке), основного и вспомогательного оборудования, подготовку металла и конструкций к сборке и сварке, сборку и сварку конструкций, подогрев и термическую обработку, контроль качества сварки; а также содержать требования к сварочному персоналу и сварщикам.

- Разработка (модернизация существующего) специализированного вспомогательного оборудования.

- Планировка участка сборки и сварки конструкции.

- Техничко-экономические показатели проекта.

- Охрана труда, пожарная и экономическая безопасность.

**5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей и графиков)** Чертежи свариваемой конструкции. Плакат со свойствами металла конструкции. Плакаты со схемами существующего и разработанного технологических процессов сварки, техническими характеристиками принятых технологических решений. Чертежи оборудования для сборки и сварки конструкций. Чертежи и плакаты, иллюстрирующие выполнение отдельных операций процесса, сборки и сварки конструкции. Чертеж планировки участка сборки и сварки конструкции. Плакат с технико-экономическими показателями проекта.

**6. Консультанты по вопросу (с указанием относящихся к ним разделов проекта)**

Консультанты: по экономической части – Медведева С.В., по строительной части – Снарский А.С., по охране труда – Данилко Б.М., ответственный за нормоконтроль – Жук А.Е.

**7. Дата выдачи задания** 15.03.00

## **8. Календарный график работы над проектом на весь период проектирования**

- Изучение заданной свариваемой конструкции и существующего технологического процесса сварки – до 01.04.00.

- Разработка эффективного технологического процесса сварки заданной конструкции – до 20.04.00.

- Разработка (модернизация существующего) вспомогательного оборудования – до 05.05.00

- Планировка участка сборки и сварки конструкции – до 10.05.00.

- Расчет технико-экономических показателей проекта. Охрана труда – до 15.05.00.

- Оформление, представление на рецензию и сдача проекта – до 02.06.00.

Руководитель \_\_\_\_\_ Ф.И.О  
(подпись)

Задание принял к исполнению (дата) 15.03.00  
(подпись студента) \_\_\_\_\_

Примечание. Это задание прилагается к законченному проекту и вместе с ним представляется при сдаче в ГЭК.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б  
(обязательное)

Форма титульного листа пояснительной записки дипломного проекта

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Факультет *механико-технологический*

Кафедра *«Порошковая металлургия, сварка и  
технология материалов»*

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_ Ф.И.О  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА**

«\_\_\_\_\_»  
(наименование темы)

Специальность (Специальность направления) 1-36 01 06  
«Оборудование и технология сварочного производства»

Студент

группы \_\_\_\_\_  
номер

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

\_\_\_\_\_  
инициалы и фамилия

Руководитель

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

\_\_\_\_\_  
инициалы и фамилия  
уч.степень, звание

Консультант

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
уч.степень, звание

Консультанты:

по экономической части

\_\_\_\_\_

подпись, дата

\_\_\_\_\_

инициалы и фамилия

по строительной части

\_\_\_\_\_

подпись, дата

\_\_\_\_\_

инициалы и фамилия

по охране труда

\_\_\_\_\_

подпись, дата

\_\_\_\_\_

инициалы и фамилия

Ответственный за

нормоконтроль

\_\_\_\_\_

подпись, дата

\_\_\_\_\_

инициалы и фамилия

Объем проекта:

пояснительная записка – \_\_\_\_\_ страниц;

графическая часть – \_\_\_\_\_ листов;

магнитные (цифровые) носители – \_\_\_\_\_ единиц.

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Форма титульного листа дипломной работы

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

---

Факультет механико-технологический

Кафедра «Порошковая металлургия, сварка и  
технология материалов»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_ Ф.И.О

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

### ДИПЛОМНАЯ РАБОТА

« \_\_\_\_\_ »

(наименование темы)

Специальность 1-36 01 06 «Оборудование и технология сварочного производства»

Студент

группы \_\_\_\_\_  
номер

\_\_\_\_\_

подпись, дата

\_\_\_\_\_

инициалы и фамилия

Руководитель

\_\_\_\_\_

подпись, дата

\_\_\_\_\_

инициалы и фамилия  
уч. степень, звание

Консультант

\_\_\_\_\_

подпись, дата

\_\_\_\_\_

инициалы и фамилия

Консультанты:

по экономической части

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

\_\_\_\_\_  
инициалы и фамилия

по строительной части

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

\_\_\_\_\_  
инициалы и фамилия

по охране труда

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

\_\_\_\_\_  
инициалы и фамилия

Ответственный за  
нормоконтроль

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

\_\_\_\_\_  
инициалы и фамилия

Объем проекта:

пояснительная записка – \_\_\_\_\_ страниц;

графическая часть – \_\_\_\_\_ листов;

магнитные (цифровые) носители – \_\_\_\_\_ единиц.

Образец оформления реферата  
к дипломной работе (пояснительной записке дипломного проекта)

## РЕФЕРАТ

Дипломная работа: 120 с., 11 рис., 19 табл., 21 источник, 9 прил.

ЛЕГИРОВАННАЯ СТАЛЬ, МЕХАНИЗИРОВАННАЯ СВАРКА,  
ТРЕЩИНЫ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, СВАРОЧНЫЕ  
МАТЕРИАЛЫ, АУСТЕНИТНЫЙ МЕТАЛЛ ШВА, ПРЕДВАРИ-  
ТЕЛЬНАЯ НАПЛАВКА, КАЧЕСТВО

Объектом исследования (разработки) является....

Цель работы (проекта):.....

В процессе работы (проектирования) выполнены следующие ис-  
следования (разработки):...

Элементами научной новизны (практической значимости) полу-  
ченных результатов являются....

Областью возможного практического применения являются...

В ходе дипломного проектирования было установлено ....

Результатами внедрения явились...

Студент подтверждает, что приведенный в дипломной работе  
(дипломном проекте) аналитический материал объективно отражает  
состояние исследуемого процесса (разрабатываемого объекта), все  
заимствованные из литературных и других источников теоретиче-  
ские и методологические положения и концепции сопровождаются  
ссылками на их авторов.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Форма ведомости объема дипломного проекта

Ведомость объема дипломного проекта

| Формат    | Обозначение   |          |       |      | Назначение                                   | Кол-во листов | Примечание |        |  |
|-----------|---|----------|-------|------|--|---------------|------------|--------|--|
| A4        | -   |          |       |      | Задание по дипломному проектированию         | 1             |            |        |  |
| A4        | -   |          |       |      | Пояснительная записка                        |               |            |        |  |
| A1        | Обозначение первого листа графической части                   |          |       |      | Наименование первого листа графической части | 1             |            |        |  |
| A1        | (Приводятся обозначения последующих листов графической части) |          |       |      |  |               |            |        |  |
|           |   |          |       |      | БНТУ 1-36 01 06 *) **)                       |               |            |        |  |
| Изм.      | Лист  | № докум. | Подп. | Дата |  |               |            |        |  |
| Разраб.   |   |          |       |      | Ведомость объема дипломного проекта          | Лит.          | Лист       | Листов |  |
| Пров.     |   |          |       |      |  | У             |            |        |  |
| Т. контр. |   |          |       |      |  | БНТУ МТФ      |            |        |  |
| Н. контр. |   |          |       |      |  |               |            |        |  |
| Утв.      |   |          |       |      |  |               |            |        |  |

\*) Номер группы

\*\*) Номер листа

## ПРИЛОЖЕНИЕ Е

Образец оформления перечня условных обозначений, сокращений, символов и терминов

ЗТВ – зона термического влияния сварного соединения

$q/v$  – эффективная погонная энергия

РДС – ручная дуговая сварка покрытыми электродами

ТКС – точечная контактная сварка

$t_{8/5}$  – время охлаждения металла после сварки в диапазоне температур 800–500 °С



**СТБ ЕН 288–2–2001**

Сварочные материалы

Марка присадочного материала, диаметр, НД \_\_\_\_\_

Режимы прокатки \_\_\_\_\_

Марка защитного газа или сварочного флюса,

обозначение НД: \_\_\_\_\_

- защитный газ \_\_\_\_\_

- защита корня шва \_\_\_\_\_

Расход газа:

- защитный газ \_\_\_\_\_

- защита корня шва \_\_\_\_\_

Марка вольфрамового электрода, диаметр,

обозначение НД: \_\_\_\_\_

Сведения о разделке (корня) шва/подкладке \_\_\_\_\_

Температура предварительного подогрева, °С \_\_\_\_\_

Температура промежуточных слоев (прохода), °С \_\_\_\_\_

Послесварочная термообработка, способ, температура, °С, время, ч \_\_\_\_\_

Диапазон температур нагрева и охлаждения, °С \_\_\_\_\_

Прочая информация\* \_\_\_\_\_

Например:

Поперечные колебания, максимальная ширина валика (прохода) \_\_\_\_\_

Колебания: амплитуда, частота, время выдержки \_\_\_\_\_

Подробные сведения об импульсной сварке \_\_\_\_\_

Расстояние от токоведущего мундштука \_\_\_\_\_

Подробные сведения о плазменной сварке \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Угол наклона горелки \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
\*При необходимости.

Изготовитель (ответственный за сварочные работы)

\_\_\_\_\_  
фамилия, дата, подпись

Представитель компетентного органа

\_\_\_\_\_  
фамилия, дата, подпись

## ПРИЛОЖЕНИЕ И

### Образец заполнения основной надписи на графической части дипломного проекта (дипломной работы)

|           |      |          |       |      | Шифр специальности   | Номер группы | Номер листа |         |
|-----------|------|----------|-------|------|--|--------------|-------------|---------|
|           |      |          |       |      | БНТУ 1-36 01 06.104812.07                                      |              |             |         |
| Изм.      | Лист | № докум. | Подп. | Дата | Наименование листа<br>дипломного проекта<br>(дипломной работы) | Лит.         | Масса       | Масштаб |
| Разраб.   |      |          |       |      |  | У            |             |         |
| Пров.     |      |          |       |      |  | Лист         |             | Листов  |
| Т. контр. |      |          |       |      |  | БНТУ МТФ     |             |         |
| Н. контр. |      |          |       |      |  |              |             |         |
| Утв.      |      |          |       |      |  |              |             |         |

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| 1. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА И ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ. ....                      | 3  |
| 2. ТЕМЫ ДИПЛОМНЫХ ПРОЕКТОВ И ДИПЛОМНЫХ РАБОТ. ....  | 5  |
| 3. СОСТАВ И СТРУКТУРА ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА. ....  | 5  |
| 3.1 Пояснительная записка. ....   | 5  |
| 3.2 Графическая часть дипломного проекта. ....  | 7  |
| 4. СОДЕРЖАНИЕ ОСНОВНОЙ ЧАСТИ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ И ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА. .... | 7  |
| 4.1 Примерное содержание основной части пояснительной записки. ....                             | 7  |
| 4.2 Содержание графической части проекта. ....  | 14 |
| 5. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ. ....   | 15 |
| 5.1 Содержание основной части дипломной работы. ...   | 16 |
| 6. ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА (ДИПЛОМНОЙ РАБОТЫ) ....                                | 18 |
| 6.1 Оформление пояснительной записки дипломного проекта (дипломной работы) ....                 | 18 |
| 6.2 Оформление графической части дипломного проекта (дипломной работы) ....                     | 33 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ. ....  | 35 |

Учебное издание

ЖИЗНЯКОВ Станислав Николаевич  
ПАНТЕЛЕЕНКО Федор Иванович  
СНАРСКИЙ Андрей Станиславович

ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ  
СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Методические указания  
к дипломному проектированию  
для студентов специальности  
1-36 01 06 «Оборудование и технология  
сварочного производства»

Редактор И.Ю. Никитенко  
Компьютерная верстка Л.А. Адамович

---

Подписано в печать 02.12.2009.

Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная.

Отпечатано на ризографе. Гарнитура Таймс.

Усл. печ. л. 2,85. Уч.-изд. л. 2,23. Тираж 80. Заказ 256.

---

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Белорусский национальный технический университет.  
ЛИ № 02330/0494349 от 16.03.2009.  
Проспект Независимости, 65. 220013, Минск.