

**Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский национальный исследовательский тех-
нический университет им. А.Н. Туполева-КАИ»
Лениногорский филиал**

Граф Е.В.

Инженерное обеспечение и автоматизация сварочного производства

Методические рекомендации по выполнению курсовой работы
для обучающихся по направлению

15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного
производства»

(Методические рекомендации обсуждены и одобрены на заседании кафедры Технологии
машиностроения и приборостроения 25.10.2017, протокол №3)

Лениногорск 2017

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение.....	4
1. Тематика курсовой работы.....	5
2. Объем и содержание курсовой работы.....	5
3. Методические указания к выполнению работы.....	10
4. Защита курсовой работы.....	17
Список литературы.....	19

ВВЕДЕНИЕ

Курсовая работа по дисциплине «Инженерное обеспечение и автоматизация сварочного производства» выполняется в 7-м семестре при дневной форме обучения. Темы курсовых работ определяются студентами совместно с руководителями от университета.

В период обучения студенты собирают исходный материал для работы и выполняют основную подготовительную работу – анализ одного или нескольких изделий на технологичность, обоснование выбора материала с оценкой его свариваемости, анализ базового технологического процесса, применяемого оборудования и приспособлений, режимов обработки, трудоемкости, норм расхода материалов и технологической себестоимости изделия.

На основе выявленных недостатков в конструкции и технологии базового варианта определяют цель и задачи курсовой работы, осуществляют эскизную проработку нового технологического процесса, его комплексную механизацию, расчет режимов обработки изделия, трудозатрат и основных экономических элементов, входящих в расчет технологической себестоимости нового варианта. Целесообразно темой курсовой работы сделать задачу, связанную технически с темой выпускной квалификационной работы.

Основной целью курсовой работы является развитие у студентов навыков самостоятельного творческого решения инженерных задач по разработке технологического процесса изготовления сварных и паяных конструкций, проектированию средств механизации и автоматизации для заготовительных, сборочных и сварочных операций. Курсовое проектирование позволяет закрепить теоретический материал лекционных курсов, расширить знания за счет самостоятельной работы со специальной и справочной литературой, развить навыки работы с литературой, научить технически и литературно грамотно и убедительно обосновывать принятые в проекте технические решения.

1. Тематика курсовой работы

Объектом для курсовой работы могут быть сварная и паяная конструкции; детали, подвергаемые наплавке, напылению или металлизации; заготовки, получаемые одним из способов резки (механическим, термическим). Тема курсовой работы должна соответствовать реальным задачам, решаемым в отраслях народного хозяйства на современном научно-техническом уровне.

Курсовая работа должна разрабатываться с учетом условий серийного или массового производства.

2. Объем и содержание курсовой работы

Курсовая работа должен состоять из графической части и расчетно-пояснительной записки.

2.1. Объем и содержание графической части проекта

Графическая часть работы состоит из 1-2 листов чертежей (формата А1) и может включать в себя:

- 1) чертеж или классификатор изделия – 0,5 л;
- 2) анализ конструкции изделия, устройств или способов обработки (сварки, пайки, резки, напыления, наплавки) изделия – 1 л;
- 3) графическую технологию изготовления изделия – 0,5-1 л;
- 4) чертежи механизированных приспособлений или установок для выполнения операций заготовки, сборки, сварки, пайки, наплавки – 1-2 л.

На чертеже изделия приводят технические требования на изготовление изделия, изображают общие виды изделия или деталей, приводят габаритные размеры, обозначают сварные швы или паяные соединения в соответствии с ЕСКД: делают выноски соединений, на которых проставляют конструктивные элементы подготовки кромок и параметры соединений; приводят сводную таблицу сварных швов с указанием их размеров и массы наплавленного металла.

Чертежи механизированных установок и приспособлений выполняют на уровне технического проекта в общем виде, представляющем компоновочные чертежи с разрезами и сечениями, поясняющим основные элементы спроекти-

рованной конструкции. Приводят основные технические требования к точности изготовления установки или приспособления, а также технические данные.

Чертежи приспособлений вычерчивают согласно схеме базирования, принятой технологическим процессом. Проектирование оснащения проводят с учетом технологичности его изготовления, удобства пользования, возможности ремонта и требований эргономики. При проектировании приспособлений должны быть широко применены быстродействующие зажимные устройства (рычажно-эксцентриковые, пневматические, гидравлические, магнитные и т.п.). Следует использовать материалы базового предприятия по сборочно-сварочной оснастке, а также опыт смежных подразделений по проектированию приспособлений для металлургического, механосборочного и сборочного производств и данные технической литературы.

Для облегчения чтения чертежей общий вид установок приспособлений должен быть выполнен в рабочем положении совмещенно с обрабатываемым изделием. Изображение изделия дают тонкими линиями. Чертежи выполняют в соответствии с требованиями ВСКД и снабжают спецификацией.

2.2. Объем и содержание пояснительной записки

В пояснительную записку в указанной последовательности входят:

- титульный лист на русском и английском языках;
- аннотация работы на русском и английском языках;
- задание на курсовая работа;
- оглавление (содержание) с указанием разделов и номеров страниц;
- введение;
- описание изделия и условий его эксплуатации;
- анализ свойств материала конструкции;
- оценка свариваемости (паяемости, разрезаемости, наплавляемости);
- выбор способа сварки (пайки, резки, наплавки);
- выбор режимов обработки и оборудования для сварки (пайки, резки, наплавки);

- описание технологического процесса изготовления изделия;
- описание конструкции и работы спроектированного оснащения;
- расчет экономической эффективности работы;
- заключение (выводы) по работе;
- список использованной литературы;
- приложения (технологические карты, спецификации и др.).

Объем пояснительной записки – 15-25 с.

2.3. Оформление пояснительной записки

Пояснительная записка должна быть напечатана на листах формата А4 (297x210 мм) с одной стороны и с полями установленных размеров. На допускается неряшливое оформление и применение непринятых сокращений.

Общими требованиями к пояснительной записке является четкость построения, логическая последовательность в изложении материала, краткость и точность формулировок, исключая возможность субъективного и неоднозначного толкования, доказательность выводов и обоснованность рекомендаций.

Разделы основной части пояснительной записки, включая введение и заключение, должны быть пронумерованы арабскими цифрами. Разделы следует подразделять на подразделы и пункты. Подразделы следует нумеровать арабскими цифрами в пределах каждого раздела. Номер подраздела должен состоять из номера раздела и номера подраздела, разделенных точкой, например, 2.1 (первый подраздел второго раздела). Пункты нумеруют арабскими цифрами в пределах каждого подраздела и пункта, разделенными точками, например, 2.1.3 (третий пункт первого подраздела второго раздела).

Номер соответствующего раздела, подраздела или пункта ставится в начале заголовка. Нумерация страниц записки должна быть сквозной. Первой страницей является титульный лист. Список литературы и приложения, следует включать в сквозную нумерацию.

В содержании (оглавлении) последовательно перечисляют заголовки разделов, подразделов и приложений и указывают номер страницы, на которой они помещены. Содержание должно включать все заголовки, имеющиеся в записке.

Пояснительная записка должна включать необходимые иллюстрации (фотографии, графики, схемы, эскизы и др.). Количество иллюстраций определяется содержанием записки и должно быть достаточным для придания излагаемому материалу ясности и конкретности. Все иллюстрации именуется рисунками и имеют сквозную нумерацию арабскими цифрами. Каждый рисунок должен сопровождаться подрисуночной подписью, раскрывающей его содержание. Рисунки должны располагаться сразу после ссылки на них в тексте записки. Обозначение рисунка и подрисуночной подписи: «Рисунок 2 - Диаграмма состояния».

Цифровой материал, помещаемый в пояснительной записке, рекомендуется оформлять в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь порядковый номер и заголовок, раскрывающий ее содержание. Нумерация таблиц выполняется арабскими цифрами. Порядковый номер таблицы помещают над верхним правым углом таблицы, заголовок – под словом «таблица», например:

Таблица 1

Химический состав метал да шва, %

Таблицу следует помещать после первого упоминания о ней в тексте записки. При использовании формул значения символов и числовых коэффициентов должны приводиться непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой они даны в формуле. Значение каждого символа и коэффициента следует давать с новой строки. Первую строку следует начинать со слова «где», формулы, на которые имеются ссылки в тексте, должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами. Номер формулы следует заключать в скобки и помещать на правом поле на уровне нижней строки соответствующей формулы. При ссылке в тексте на формулу необходимо указать полный номер в скобках, например: В формуле (5) При ссылке в тексте на источни-

ки информации следует приводить порядковый номер источника по списку используемой литературы, заключенный в квадратные скобки. В список литературы включают все использованные источники.

В сведениях о книгах (монографии, учебники, справочники, альбомы и т.п.) указывают фамилии и инициалы авторов (или редактора), название, место издания, издательство и год издания. Сведения о статье из периодического издания должны включать фамилию и инициалы автора, название статьи, наименование издания (журнала), год выпуска, номер журнала и номера страниц, на которых помещена статья. Если книга или статья написана двумя или более авторами, то их фамилия с инициалами указывают в той последовательности, в какой они напечатаны. При наличии трех и более авторов допускается указывать фамилию и инициалы только первых трех из них и слова: «и др.». Сведения о стандарте (технических условиях) должны включать обозначение и наименование стандарта (технических условий), место издательства, издательство и год выпуска.

В сведениях о проектной или другой технической документации (промышленные каталоги, технические отчеты, прејскуранты и т.п.) указывают заглавие/вид документации, организацию, выпускающую документацию, город и год выпуска.

Приложения оформляют как продолжение пояснительной записки. Каждое приложение начинают с новой страницы. В правом верхнем углу пишут слово «приложение». Каждое приложение должно иметь тематический заголовок. Если приложений несколько, то их последовательно нумеруют арабскими цифрами. Например, приложение 1, приложение 2 и т.д.

3. Методические указания к выполнению работы

3.1. Порядок выполнения курсовой работы

Проект рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

- Изучить конструкцию изделия, его назначение, характер и величину эксплуатационных нагрузок и воздействий рабочей среды и окружающей атмосферы. По согласованию с консультантом проекта допускается изменение конструкции с целью улучшения ее технологичности и эксплуатационной надежности.

- Проанализировать на основе полученной информации материал конструкции, изучить химический состав, механические, теплофизические и технологические свойства заданного материала, с учетом заводского опыта и по специальной литературе тщательно изучить вопросы его свариваемости (паяемости, разрезаемости, наплавляемости).

- Обосновать на основе представлений о свариваемости выбранного материала с учетом конструктивных особенностей изделия и характера рабочих нагрузок, а также технико-экономического сравнения выбор сварки (пайки, резки, наплавки, напыления).

- Отработать маршрутную схему технологического процесса изготовления изделия и сделать эскизную проработку средств оснащения основных операций.

- Спроектировать операционный технологический процесс изготовления изделия с расчетом или выбором по литературным источникам или на основании заводского опыта режимов сварки (пайки, резки, наплавки и др.), норм времени, норм расхода вспомогательных материалов, электроэнергии, газов и т.п.

- Спроектировать средства механизированного оснащения и автоматизации для выполнения основных технологических операций с расчетом приводов и основных конструктивных элементов. Объем и содержание графической части предварительно согласовывают с консультантом проекта.

- Обосновать метод контроля качества изделия.

- Определить технологические себестоимости изготовления изделия по базовому и проектным вариантам и провести расчет годового экономического эффекта.

- Определить основные сравнительные показатели, характеризующие технологичность сварной конструкции.

3.2. Содержание основных разделов пояснительной записки

Освещают состояние сварочного производства на базовом предприятии или организации. Обосновывают актуальность принятой темы курсовой работы. Дают критический анализ базовой технологии с выявлением недостатков, формулируют цель работы и вытекающие из этого задачи курсовой работы.

Цель работы заключается в достижении технико-экономического или социального результата. Например, целью работы может быть повышение производительности труда, улучшение качества сварной конструкции, замена ручного труда, повышение безопасности работ и т.п.

Указанная цель может быть достигнута лишь при решении конкретных задач:

- разработке технологичной сварной (паяной) конструкции;
- теоретическом исследовании по выбору оптимальной технологии обработки деталей и изделия;
- проектировании средств механизации технологии;
- технико-экономическом обосновании работы.

3.2.1. Описание изделия и условий его эксплуатации

Описание изделия (детали) дают на основе чертежа и упрощенного эскиза изделия, приводимого в пояснительной записке. Эскиз изделия (детали) сопровождают подрисуночной подписью с перечнем основных его элементов.

В записке указывают условия работы изделия – условия эксплуатации, рабочие нагрузки (механические и температурные), среду, в которой работает изделие или отдельные его элементы.

Приводят основные технические требования, предъявляемые к изготовлению изделия, требования к точности изготовления, методы контроля и их параметры.

Дают практический анализ конструкции для оценки ее технологичности, на основании чего могут быть приняты соответствующие изменения в конструкции элементов или соединений, которые вносят в чертеж изделия.

3.2.2. Обоснование выбора материала изделия

Исходными данными для обоснования выбора материала изделия являются условия эксплуатации и требования к изделию. При выборе материала необходимо учитывать его обрабатываемость различными технологическими способами (термической или механической резкой, строжкой, фрезерованием и т.п.), а также свариваемость (паяемость, разрезаемость), стоимость и др.

В этом разделе записки в виде таблиц, графиков, диаграмм приводят химический состав, механические и теплофизические свойства, прочностные характеристики сварных (паяных) соединений при комнатной и рабочей температурах, особенности взаимодействия материала и сварных соединений с окружающей средой.

3.2.3. Оценка свариваемости материала и выбор способа сварки (пайки)

Под свариваемостью (паяемостью) понимают способность материала к образованию при данном технологическом процессе соединений с требуемыми свойствами. Свариваемость (паяемость) определяется свойствами основного материала, способом и режимом сварки (пайки), составом и свойствами присадочного материала, флюса, покрытия или защитной средой, конструкцией сварного (паяного) соединения и условиями его эксплуатации.

Оценку свариваемости (паяемости) производят по литературным данным, исходя из общего представления о процессе образования соединений. Критерием оценки служит уровень изменений основных используемых свойств соединяемого материала в результате воздействия процесса сварки или пайки.

При анализе свариваемости (паяемости) последовательно рассматривают три группы основных факторов, определяющих способ получения и конечные свойства соединений.

К первой группе относят факторы, обеспечивающие образование прочных межатомных связей в зоне соединения. Анализ факторов этой группы проводят на основе представлений о природе получения соединений при сварке или пайке, что позволяет для данного материала в зависимости от его свойств и конструктивного оформления соединения в изделие в целом выбрать тот или иной способ сварки (плавлением или давлением) или пайки. Назначение конкретного способа получения соединения производят с учетом его производительности и из экономических соображений.

Последующие группы факторов рассматривают с учетом конкретного принятого способа получения соединения.

Вторая группа характеризует процессы физико-химического взаимодействия основного и присадочного материалов, а также вспомогательных материалов между собой и окружающей средой и процессы так называемого металлургического цикла, в который входят нагрев, расплавление, металлургическая обработка, кристаллизация и охлаждение.

В результате протекания этих процессов при сварке возможны изменения химического состава шва, образование дефектов, связанных с расплавлением и кристаллизацией (поры, включения, горячие трещины и др.) и возникающих на стадии охлаждения соединения (холодные трещины, распад твердых растворов с образованием хрупких фаз, структурные превращения).

При описании процессов пайки особое внимание необходимо уделить особенностям физико-химического взаимодействия припоя с основным материалом, созданию условий, обеспечивающих хорошее смачивание поверхностей припоем и заполнение зазоров.

Оценивать свариваемость (паяемость) следует по степени изменения свойств металла шва по сравнению с основным металлом.

Сравнивая различные вспомогательные и присадочные материалы, выбирают вариант, при котором обеспечивается наименьшая вероятность образования в соединении дефектов. В записке приводят характеристики принятых вспомогательных и присадочных материалов.

Третья группа факторов характеризует влияние тепла, используемого для получения соединения, на свойства основного материала, особенно в околошовной зоне. В результате теплового воздействия могут наблюдаться структурные превращения и изменения (фазовая перекристаллизация, распад твердых растворов, выпадение избыточных фаз, изменение размеров зерна), а также образование горячих и холодных трещин, развитие диффузионных процессов.

При разработке технологического процесса сварки в зависимости от требований можно рассчитывать все или только отдельные промежуточные и входные характеристики;

- а) химический состав металла шва для всех легирующих элементов [1];
- б) геометрические размеры шва: глубину проплавления H , ширину e , высоту усиления h , коэффициент формы провара $\Psi_{\text{пр}}$.
- в) режимы сварки: силу сварочного тока, величину напряжения на дуге и др.

3.2.4. Выбор режимов обработки и оборудования для сварки

Выбор оборудования производят для всех операций обработки деталей и соединений изделия (пайки, резки, наплавки, напыления), принятых в технологическом процессе. Оборудование должно обеспечивать высокую производительность процесса и качество соединения в соответствии с техническими условиями.

Выбор стандартного оборудования проводят по каталогам, справочникам и литературным источникам из числа, выпускаемого промышленностью или нового, готовящегося к выпуску. В записке необходимо привести техническую характеристику оборудования и его паспортные данные.

Режимы сварки (значения регулируемых параметров процесса) подбирают по литературным источникам и стандартам предприятий с поверочным расчетом отдельных или всех элементов режима.

3.2.5. Разработка технологического процесса изготовления изделия

При разработке технологического процесса необходимо сделать критический анализ существующего на базовом предприятии технологического процесса изготовления аналогичного изделия:

- разработать проектный вариант технологии;
- произвести расчет технических норм времени на выполнение каждой операции;
- рассчитать нормы расхода сварочных материалов.

Разработанный технологический процесс представляют в виде технологических карт. В пояснительной записке приводят его краткое описание с обоснованием выбранной последовательности и характера принятых операций, расчет норм времени и расхода вспомогательных материалов. При решении задач изготовления изделия в точный размер приводят расчеты режимов сварки и параметров технологии, обеспечивающих компенсацию деформаций, возникающих при сварке.

3.2.6. Описание конструкции и работы спроектированного оснащения

Назначение и конкретный вид проектируемой оснастки определяют по согласованию с руководителем работы.

Основными исходными данными при разработке оснащения являются конструкция изделия, технология изготовления, программа выпуска, условия эксплуатации оснастки др.

Последовательность проектирования оснащения:

- определяют по технологической карте или чертежу базовую деталь и базовые поверхности деталей, которые могут быть использованы для фиксирования или крепления их в приспособлении;
- разрабатывают принципиальную схему оснащения, определяют усилия, действующие в основных его элементах в процессе работы;
- разрабатывают конструктивную схему приспособления или установки (эскизная компоновка), расчетом или конструктивно определяют размеры его основных деталей;

- оформляют окончательно конструкцию приспособления в общем виде.

Проектирование оснащения должно производиться с учетом следующих требований [2-4]:

- в проектируемой конструкции следует по возможности использовать унифицированные узлы, стандартные изделия (редукторы, зажимные устройства и т.п.);
- установочные базы приспособлений необходимо совмещать с наиболее точными поверхностями деталей изделия. Схема базирования должна обеспечить свободную установку и съем обрабатываемого изделия;
- приспособление должно обеспечивать свободный доступ к местам крепления деталей, обработки и контроля;
- конструкция должна отвечать требованиям технологичности, предусматривать возможность ремонта и безопасной эксплуатации;
- внешний вид оснащения должен удовлетворять требованиям технической эстетики и эргономики.

При разработке оснащения должны использоваться последние достижения предприятий, КБ и НИИ.

В пояснительной записке должно быть приведено описание конструкции и принципа действия спроектированного оснащения. Описание выполняют со ссылкой на чертеж или рисунок.

В записке приводят эскизы и схемы, отражающие принцип действия оснащения. Записка должна содержать расчеты основных схем или элементов спроектированного оснащения. В курсовом проекте, как правило, рассчитывают усилия прижатия деталей (кромки), прижимные устройства передаточные отношения, жесткость отдельных элементов, габаритные размеры, пневмогидроцилиндров и т.п.

В отдельных случаях производят расчеты на прочность сварных (паяных) соединений и изделия в целом.

3.2.7. Выводы по работе

В выводах кратко указывают разработанные в курсовой работе способы решения задач, доставленных темой работы, обеспечивших достижение цели. Приводят сравнительные численные данные о технической целесообразности курсовой работы по основным показателям: снижению трудоемкости, повышению производительности труда, улучшению качества продукции, повышению экономической эффективности и уровня механизации технологии, улучшению социальных условий труда и т.п.

4. Защита курсовой работы

Курсовую работу студенты, как правило, защищают перед комиссией в составе преподавателей кафедры. Защита должна быть открытой, на ней могут присутствовать все желающие студенты.

В процессе защиты студент должен сделать доклад в течение 5-10 минут и ответить на вопросы членов комиссии и присутствующих. В докладе должны быть освещены следующие вопросы:

- актуальность темы курсовой работы;
- цель и задачи работы;
- научно-технические и технологические вопросы, разработанные в курсовой работе;
- заключение (выводы) по курсовой работе.

Оценка курсовой работы определяется с учетом качества выполнения и оформления работы, степени самостоятельности студента при работе над курсовой работой, уровня защиты.

После защиты всех работ руководители должны провести заключительную беседу со студентами с анализом качества выполнения курсовой работы в целом на примере лучших и худших работ.

Выполнение курсовой работы и защита должна быть завершена в строгом соответствии с графиком учебного процесса. Студенты, не представившие работы к защите в срок или получившие неудовлетворительные оценки при защите, допускаются к повторной защите лишь по рекомендации комиссии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климов А. С., Машнин Н. Е. Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. - СПб: Лань, 2017. - 236 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/93001/#1>
2. Чернышов Г.Г., Шашин Д.М. Оборудование и основы технологии сварки плавлением и давлением [Электронный ресурс]: учебное пособие. – Электрон. дан. - СПб: Лань, 2013. 464 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/12938/#1>
3. Козловский С.Н. Введение в сварочные технологии. [Электронный ресурс]: учебное пособие. - СПб: Лань Пресс, 2011. - 416 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/700/#1>
4. Смирнов А.М., Сосенушкин Е.Н. Организационно-технологическое проектирование участков и цехов. [Электронный ресурс]: учебное пособие. - СПб: Лань, 2017. 228 с – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader/book/93717/#1>
5. Производство сварных конструкций. [Электронный ресурс]: Учебник / В.В.Овчинников - М.: ИД ФОРУМ, НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 288 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=500249>

ИНЖЕНЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СВАРОЧНОГО
ПРОИЗВОДСТВА

Методические рекомендации
к курсовой работе