

ПРАВИТЕЛЬСТВО САНКТ-ПЕТЕРБУРГА  
КОМИТЕТ ПО ОБРАЗОВАНИЮ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ЭЛЕКТРОМАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ»  
СПб ГБПОУ ЭМК

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

### **ПМ.02 РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ**

<i>Специальность</i>	<i>22.02.06 Сварочное производство(базовая подготовка)</i>
<i>МДК</i>	<i>МДК.02.02 ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ</i>

ДЛЯ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ПО ПРОГРАММЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ СРЕДНЕГО ЗВЕНА

2023 г.

Методические рекомендации по практическим занятиям разработаны на основе рабочей программы ПМ 02. «Разработка технологических процессов и проектирования изделий» программы подготовки специалистов среднего звена Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее СПО) **22.02.06 «Сварочное производство» (базовая подготовка)**.

**Разработчики:**

Дьяченко Екатерина Георгиевна, преподаватель СПб ГБПОУ ЭМК  
Шилов Василий Борисович, преподаватель СПб ГБПОУ ЭМК

РАССМОТРЕНА И РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ  
на заседании Методической комиссии сварочного производства и технических материалов

Протокол № 1 от 30.08.2023г.

ПРИНЯТА  
решением Педагогического совета  
Протокол № 1 от 31.08.2023г.

## СОДЕРЖАНИЕ

№№ пп	Наименование	Стр.
1	Пояснительная записка	4
2	Методические рекомендации по составлению конспекта практической работы	6
3	Ознакомление с ГОСТ 2.114.	7
4	Количественная оценка технологичности сварной металлоконструкции.	9
5	Качественная оценка технологичности сварной металлоконструкции.	10
6	Разработка маршрутной технологии.	11
7	Разбивка конструкции на узлы по заданию.	13
8	Разработка технологии сварки конструкции целиком из узлов.	14
9	Разработка маршрутной технологической карты сборочно-сварочных работ.	14
10	Разработка операционной технологической карты сборочно-сварочных работ.	15
11	Базирование элементов сварного узла.	16
12	Разработка сборочного приспособления.	16
13	Разработка сборочно-сварочного приспособления.	19
14	Планирование участка сборки и сварки	22
17	Литература	23

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В результате проведения практических занятий обучающийся должен **уметь:**

- пользоваться справочной литературой для производства сварных изделий с заданными свойствами;
- составлять схемы основных сварных соединений;
- проектировать различные виды сварных швов;
- составлять конструктивные схемы металлических конструкций различного назначения;
- производить обоснованный выбор металла для различных металлоконструкций;
- производить расчёты сварных соединений на различные виды нагрузки;
- разрабатывать маршрутные и операционные технологические процессы;
- выбирать технологическую схему обработки;
- проводить технико-экономическое сравнение вариантов технологического процесса;

В результате проведения практических занятий обучающийся должен **знать:**

- основы проектирования технологических процессов и технологической оснастки для сварки, пайки и обработки металлов;
- правила разработки и оформления технического задания на проектирование технологической оснастки;
- методику прочностных расчётов сварных конструкций общего назначения;
- закономерности взаимосвязи эксплуатационных характеристик свариваемых материалов с их составом, состоянием, технологическими режимами, условиями эксплуатации сварных конструкций;
- методы обеспечения экономичности и безопасности процессов сварки и обработки материалов;
- классификацию сварных конструкций;
- типы и виды сварных соединений и сварных швов;
- классификацию нагрузок на сварные соединения;
- состав ЕСТД;
- методику расчёта и проектирования единичных и унифицированных технологических процессов;
- основы автоматизированного проектирования технологических процессов обработки деталей.

В результате выполнения практических занятий обучающийся должен овладеть следующими общими и профессиональными компетенциями:

Таблица 1. Овладение компетенциями общими и профессиональными в результате выполнения практических работ ПМ.02. МДК02.02.

Код	Наименование результата обучения
<b>ПК 2.1</b>	Выполнять проектирование технологических процессов производства сварных соединений с заданными свойствами.
<b>ПК 2.2</b>	Выполнять расчёты и конструирование сварных соединений и конструкций
<b>ПК 2.3</b>	Осуществлять технико-экономическое обоснование выбранного технологического процесса.
<b>ПК 2.4</b>	Оформлять конструкторскую, технологическую и техническую документацию
<b>ПК 2.5</b>	Осуществлять разработку и оформление графических, вычислительных и проектных работ с использованием информационно – компьютерных технологий.
<b>ОК 2</b>	Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество
<b>ОК 3</b>	Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность
<b>ОК 4</b>	Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития
<b>ОК 5</b>	Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности
<b>ОК 6</b>	Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями
<b>ОК 8</b>	Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации

## **Методические рекомендации по составлению конспекта практических занятий.**

Методические указания содержат примеры расчета основных сварных соединений, расчета основных несущих конструкций промышленных зданий, листовых конструкций, сварных деталей машин.

В начале каждого практического задания:

- сформулирована цель работы с указанием профессиональной компетенции (ПК), практического опыта, знаний и умений в соответствии с ФГОС, которые должен приобрести обучающийся в результате выполнения данной практической работы;

- в сжатой форме изложены требования к рассматриваемому виду соединения или конструкции,

- приведена расчетная схема,

- пример расчета с расчетными формулами,

- приведена таблица с индивидуальным заданием, которое обучающийся должен выбрать в соответствии с порядковым номером в журнале.

Порядок выполнения задания:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта.

2. Выделите главное, составьте план.

3. Укажите цель работы и кратко сформулируйте основные положения текста.

4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.

5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

6. В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Содержание материала по теме следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного

7. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре работы. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

8. Необходимые эскизы следует либо аккуратно (используя карандаш и линейку) занести в конспект, либо наклеить ксерокс-копию эскиза.

**Оценка «5» (отлично)** выставляется, если конспект выполнен в полном объеме; студент раскрыл основные понятия, в тексте приведены цитаты; конспект не содержит речевых и грамматических ошибок, конспект выполнен аккуратно.

**Оценка «4» (хорошо)** выставляется, если конспект выполнен в полном объеме; студент раскрыл основные понятия, конспект не содержит речевых и грамматических ошибок, конспект выполнен аккуратно.

**Оценка «3»** (удовлетворительно) выставляется, если конспект выполнен не в полном объеме; студент не полностью раскрыл основные понятия, в конспекте имеются речевые и грамматические ошибки, конспект представлен с нарушением сроков.

**Оценка «2»** (не удовлетворительно) выставляется, если конспект выполнен не в полном объеме; студент не раскрыл основные понятия, в конспекте имеются речевые и грамматические ошибки, конспект представлен с нарушением сроков.

## **Практическое занятие № 1 - ПМ 02. МДК 02.02. Раздел 2. «Отработка теоретических знаний ГОСТ 2.114.»**

### Цель работы:

Научится применять ГОСТ 2.114. для освоения.

ПК 02.02. Выполнять проектирование технологических процессов;

Иметь практический опыт: выполнения расчётов и конструирования сварных соединений и конструкций;

Уметь: проектировать различные виды сварных швов;

Знать: типы и виды сварных соединений и сварных швов.

### Теоретические положения:

3.1 Технические условия (ТУ) являются техническим документом, который разрабатывается по решению разработчика (изготовителя) или по требованию заказчика (потребителя) продукции.

3.2 ТУ являются неотъемлемой частью комплекта конструкторской или другой технической документации на продукцию, а при отсутствии документации должны содержать полный комплекс требований к продукции, ее изготовлению, контролю и приемке.

3.3 ТУ разрабатывают на:  
- одно конкретное изделие, материал, вещество и т.п.;  
- несколько конкретных изделий, материалов, веществ и т.п. (групповые технические условия).

Примечание - В случае необходимости разработки изделий, материалов, веществ и т.п. с повышенными требованиями по отношению к действующим разрабатываются самостоятельные ТУ, в которых приводят ссылку на действующие ТУ, или действующие ТУ преобразовываются в групповые с внесением необходимых дополнений (изменений).

3.4 Требования, установленные ТУ, не должны противоречить обязательным требованиям государственных (межгосударственных) стандартов, распространяющихся на данную продукцию.

3.5 Если отдельные требования установлены в стандартах или других технических документах, распространяющихся на данную продукцию, то в ТУ эти требования не повторяют, а в соответствующих разделах ТУ дают ссылки на эти стандарты и документы в соответствии с ГОСТ 2.105.

3.6 ТУ оформляют на листах формата А4 по ГОСТ 2.301 с основной надписью по ГОСТ 2.104 (формы 2 и 2а), а титульный лист оформляют по ГОСТ 2.105 со следующими дополнениями:

поле 6 - ниже обозначения ТУ при необходимости указывают в скобках обозначение документа, взамен которого выпущены данные ТУ по типу "(Взамен...)", дату введения или срок действия ТУ (при необходимости). Схемы, чертежи и таблицы, иллюстрирующие отдельные положения ТУ, выполняют на листах форматов по ГОСТ 2.301, при этом основную надпись выполняют по форме 2а ГОСТ 2.104.

Подлинники ТУ, в том числе выполненные на магнитных носителях, и копии, полученные с них, допускается выполнять без основной надписи, дополнительных граф и рамок. В этом случае:

- обозначение ТУ указывают на каждом листе в верхнем правом углу (при односторонней печати) или в левом углу четных страниц и правом углу нечетных страниц (при двусторонней печати);

- подписи лиц, предусмотренные в основной надписи по ГОСТ 2.104, указывают на титульном листе, а для ТУ, выполненных на магнитных носителях, по ГОСТ 28388;

- изменения указывают в листе регистрации изменений, который помещают в конце ТУ (рекомендуемая форма листа регистрации изменений по ГОСТ 2.503). (Измененная редакция, Изм. N 2).

3.7 Обозначение ТУ присваивает разработчик.

3.7.1 На изделия машиностроения и приборостроения ТУ обозначают по ГОСТ 2.201.

Пример - ШРПИ.041221.002ТУ.

Допускается использовать системы обозначения ТУ, принятые до введения в действие ГОСТ 2.201. При этом рекомендуется в соответствии с требованиями ЕСКД формировать обозначение ТУ, как и любого неосновного конструкторского документа, путем добавления кода документа к обозначению основного конструкторского документа - чертеж детали, спецификация (ГОСТ 2.102), например, обозначение спецификации плунжерного насоса - ПН 200-00-000, обозначение ТУ - ПН 200-00-000 ТУ.

Также допускается использовать для обозначения ТУ двойное обозначение:

- обозначение ТУ, как неосновного конструкторского документа по ЕСКД;

- обозначение ТУ с применением кодов действующих классификаторов продукции и предприятий страны - разработчика ТУ по 3.7.2.

(Измененная редакция, Изм. N 2).

3.7.2 На материалы, вещества и т.п. обозначение ТУ рекомендуется формировать из:

- кода "ТУ";

- кода группы продукции по классификатору продукции страны - разработчика ТУ;

- трехразрядного регистрационного номера, присваиваемого разработчиком;

- кода предприятия - разработчика ТУ по классификатору предприятий страны - разработчика ТУ;

- года утверждения документа.

Пример обозначения ТУ для Российской Федерации:

ТУ 01.11.11-017-38576343-2015, где 01.11.11 - код группы продукции по Общероссийскому классификатору продукции по видам экономической деятельности (ОКПД2) ОК 034-2014 (КПЕС 2008), 38576343 - код предприятия по Общероссийскому классификатору предприятий и организаций (ОКПО).

**Практическое занятие № 2 - ПМ 02. МДК 02.02. Раздел 2.  
«Количественная оценка технологичности сварной металлоконструкции».**

Цель работы:

Определить количественную оценку технологичности сварной металлоконструкции.

ПК 02.02. Выполнять проектирование технологических процессов;

Иметь практический опыт: выполнения расчётов и конструирования сварных соединений и конструкций;

Уметь: проектировать различные виды сварных швов;

Знать: типы и виды сварных соединений и сварных швов.

Теоретические положения:

Чтобы оценить уровень технологичности конструкции изделия РЭС пользуются двумя способами оценки:

1) Качественная оценка (субъективная).

2) Количественная оценка (объективная).

Количественная оценка технологичности конструкции изделия РЭС. Осуществляется только с помощью показателей технологичности и подразделяют на основные и дополнительные.

Основные показатели характеризуют важнейшие признаки конструкции изделия и к ним относятся следующее:

- Себестоимость конструкции;
- Трудоемкость изготовления конструкции;
- Показатель стандартизации и унификации конструкции;
- Комплексные показатели технологичности.

В свою очередь конкретные значения основных показателей делятся на базовые и достигнутые. Базовые значения основных показателей вносятся в ТЗ на разработку изделия и являются для разработчика основным ориентиром, т.е. целью и должны быть достигнуты при разработке конструкции нового изделия РЭС.

Достигнутые значения основных показателей технологичности конструкции РЭС - это значение реально полученное по одному или нескольким показателям технологичности на одной из стадии разработки конструкторской документации. Причем основной задачей технологической подготовки производств в части отработки конструкции изделия РЭС на технологичность и является достижение равенства или превышение достигнутого базового значения.

Дополнительные показатели технологичности конструкции РЭС характеризуют технологичность конструкции изделия по какому-то одному признаку. Поэтому иногда их называют частными показателями. К дополнительным показателям можно отнести следующие:

- 1) Техничко-экономические показатели трудоемкости;
- 2) Техничко-экономические показатели себестоимости;
- 3) Технические показатели технологичности, которые делятся на конструкторские и технологические.

К дополнительным технико-экономическим показателям технологичности можно отнести:

- Относительная трудоемкость регулировочных работ по сравнению с общей трудоемкостью.
- Относительная трудоемкость сборочно-монтажных работ.
- Относительная трудоемкость работ, связанных с механической обработкой ДСЕ.

Контрольные вопросы:

1. Какие способы достижения показательности технологичности вы знаете?
2. Какие области задач охватывает технология производства стальных конструкций?
3. Количественная оценка при помощи комплексных показателей.

### **Практическое занятие № 3 - ПМ 02. МДК 02.02. Раздел 2.**

#### **«Качественная оценка технологичности сварной металлоконструкции».**

##### Цель работы:

Определить качественную оценку технологичности сварной металлоконструкции для освоения.

ПК 02.02. Выполнять проектирование технологических процессов;

Иметь практический опыт: выполнения расчётов и конструирования сварных соединений и конструкций;

Уметь: проектировать различные виды сварных швов;

Знать: типы и виды сварных соединений и сварных швов.

##### Теоретические положения:

Чтобы оценить уровень технологичности конструкции изделия РЭС пользуются двумя способами оценки:

- 1) Качественная оценка (субъективная).
- 2) Количественная оценка (объективная).

Качественная оценка. Как правило, предшествует количественной оценке и характеризует технологичность конструкции РЭС обобщенно и всегда субъективно. Обычно на основании опыта эксперта - исполнителя количественной оценке. Для того чтобы выполнить качественную оценку технологичности конструкции РЭС необходимы следующие документы:

- стандарты, регламентирующие применение различных материалов в изделии РЭС.
- стандарты регламентирующие применение крепежа в изделии РЭС;
- стандарты регламентирующие применение конструктивных элементов в изделии РЭС;
- технологические требования, предъявляемые к ДСЕ по видам производства;

- типовые решения специфических конструктивных элементов ДСЕ.

К дополнительным технико-экономическим показателям технологичности можно отнести:

- Относительная трудоемкость регулировочных работ по сравнению с общей трудоемкостью.
- Относительная трудоемкость сборочно-монтажных работ.
- Относительная трудоемкость работ, связанных с механической обработкой ДСЕ.

К дополнительным технико-экономическим показателям относятся следующие:

- Относительная себестоимость покупных ДСЕ;
- Относительная себестоимость оригинальных (изготавливаемых) ДСЕ.
- Относительная технологическая себестоимость и т.д.
- К дополнительным техническим показателям относятся:
- Коэффициент освоенности ДСЕ в изделии;
- Коэффициент повторяемости ДСЕ в изделии;
- Коэффициент типовых технологических процессов.

А все дополнительные показатели технологичности должны быть достигнуты, но способов достижения два:

- 1) Каждый из дополнительных показателей технологичности обязательно должен быть на уровне заданных или превышать их.
- 2) Все дополнительные показатели входят в состав комплексного показателя, который и должен соответствовать заданному уровню комплексного показателя, но в этом случае отдельные частные показатели, входящие в состав комплекса могут отличаться от заданных уровней.

Контрольные вопросы:

1. Какие способы достижения показательности технологичности вы знаете?
2. Какие области задач охватывает технология производства стальных конструкций?
3. К дополнительным технико-экономическим показателям относятся...

## **Практическое занятие № 4 - ПМ 02. МДК 02.02. Раздел 2. «Разработка маршрутной технологии».**

### Цель работы:

Изучить разработку маршрутной технологии для освоения.

ПК 02.02. Выполнять проектирование технологических процессов;

Иметь практический опыт: выполнения расчётов и конструирования сварных соединений и конструкций;

Уметь: проектировать различные виды сварных швов;

Знать: типы и виды сварных соединений и сварных швов.

### Теоретические положения:

Выполнение раздела включает выбор технологических операций для обработки заготовки, выбор последовательности выполнения операций, подбор технологического оборудования с учетом точности размеров, шероховатости обрабатываемых поверхностей, допустимых отклонений формы взаимного распо-

ложения обрабатываемых поверхностей, других технических требований. Технологическое оборудование и оснастка выбираются таким образом, чтобы максимально снизить затраты на механическую обработку и контроль за счет рационального подбора типажа станков с ЧПУ, транспортных, измерительных, загрузочно–разгрузочных устройств, снижения стоимости и расхода режущего инструмента, технологических материалов, снижения энергозатрат, максимальное сокращение ручного труда.

В проекте применяется вариант с более высокими экономическими показателями, рассчитанными на стадии предварительной оценки вариантов. Маршрутный технологический процесс рекомендуется оформлять в виде таблицы.

При выборе технологического оборудования рекомендуется отдавать предпочтение отечественным серийно выпускаемым моделям, при отсутствии отечественных аналогов допускается применение оборудования стран СНГ, а также оборудования, импортируемого из других стран.

Основными предпосылками применения станков с ЧПУ являются:

- необходимость автоматизации единичного и серийного производства, позволяющая повысить качество обработки, производительность труда, снизить долю монотонного ручного труда в производственном процессе и перенести ее в сферу инженерного труда.

- необходимость повышения гибкости производства с целью сокращения сроков освоения новых изделий, изготовления экономичных изделий, максимально соответствующих условиям эксплуатации и требованиям заказчиков.

- возможность создания на базе станков с ЧПУ гибких автоматизированных систем с управлением от ЭВМ, которые можно расширять, сокращать и видоизменять в широких пределах при сравнительно небольших затратах.

Основными причинами, сдерживающими внедрение станков с ЧПУ являются:

- сравнительно высокая стоимость оборудования, сложность в обслуживании при эксплуатации.

- потребность, в специально подготовленных кадрах для обслуживания.

- сравнительно высокая ремонтная сложность элементов станка и станка в целом.

Составляем маршрутную технологию изготовления втулки. Маршрутная технология представлена в таблице 5 .

Таблица 5 – Маршрутная технология

Номер операции	Наименование операции	Оборудование
005	Заготовительная	8Б67
010	Токарная с ЧПУ	VTurn//-23/60BCV
015	Внутришлифовальная	3К228В
020	Контрольная	Стол ОТК

Разработка маршрутного процесса требует наличия чертежа готовой детали и программы выпуска. Этой информации достаточно, чтобы составить полноценный процесс маршрутной обработки. Затем записываются в соответствующей форме с соблюдением норм ГОСТа все операции, необходимые для изгото-

товления детали, в той последовательности, в которой они должны выполняться на производстве (таблица 6).

Контрольные вопросы:

1. Как осуществляется разработка маршрутной карты?
2. Какие операции в ней указываются?
3. Какие маршрутные карты бывают?

### Практическое занятие № 5 - ПМ 02. МДК 02.02. Раздел 2. «Разбивка конструкции на узлы по заданию».

Цель работы:

Изучить разбивку конструкции на узлы для освоения.

ПК 02.02. Выполнять проектирование технологических процессов;

Иметь практический опыт: выполнения расчётов и конструирования сварных соединений и конструкций;

Уметь: проектировать различные виды сварных швов;

Знать: типы и виды сварных соединений и сварных швов.

Теоретические положения:

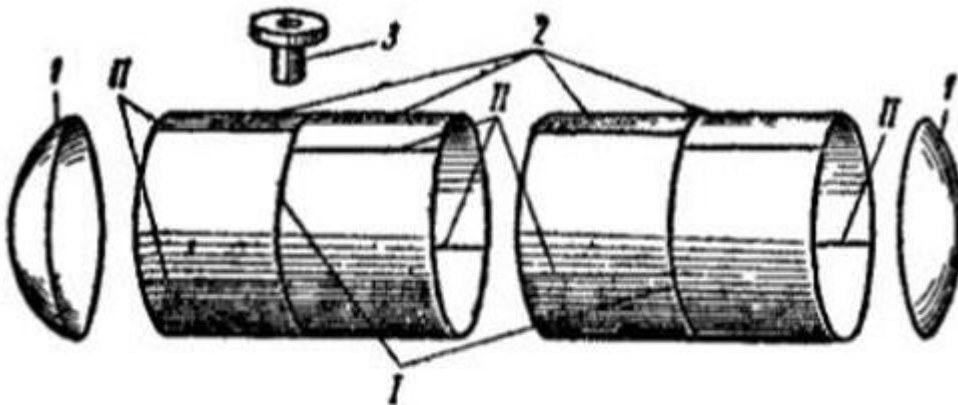


Рис. 111. Узлы сосуда:

1 — сферическое днище, 2 — обечайка, 3 — патрубок;  
I — кольцевой шов, II — продольный шов

Задание:

1. Разбить на узлы бак емкостью 50м<sup>3</sup>.
2. Описать процесс изготовления заготовок.
3. Составить маршрутную карту.

Контрольные вопросы:

1. Как осуществляется разбивка конструкции на узлы?
2. Какие операции проводятся для изготовления деталей?
3. Какие маршрутные карты бывают?

### Практическое занятие № 6 - ПМ 02. МДК 02.02. Раздел 2. «Разработка технологии сварки конструкции целиком из узлов».

Цель работы:

Изучить разработку технологии сварки конструкции целиком из узлов для освоения.

ПК 02.02. Выполнять проектирование технологических процессов;

Иметь практический опыт: выполнения расчётов и конструирования сварных соединений и конструкций;

Уметь: проектировать различные виды сварных швов;

Знать: типы и виды сварных соединений и сварных швов.

Теоретические положения:

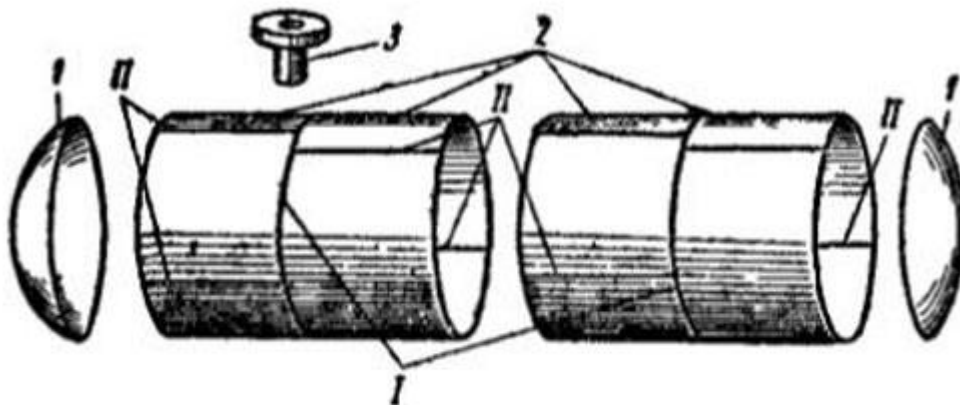


Рис. 111. Узлы сосуда:

1 — сферическое днище, 2 — обечайка, 3 — патрубок;  
I — кольцевой шов, II — продольный шов

Задание:

1. Разработать технологию сварки бака емкостью 50м<sup>3</sup> целиком из узлов.
2. Описать процесс сварки.

**Практическое занятие № 7 - ПМ 02. МДК 02.02. Раздел 2.  
«Разработка маршрутной технологической карты  
сборочно-сварочных работ».**

Цель работы:

Изучить разработку маршрутной технологической карты сборочно-сварочных работ для освоения.

ПК 02.02. Выполнять проектирование технологических процессов;

Иметь практический опыт: выполнения расчётов и конструирования сварных соединений и конструкций;

Уметь: проектировать различные виды сварных швов;

Знать: типы и виды сварных соединений и сварных швов.

Теоретические положения:

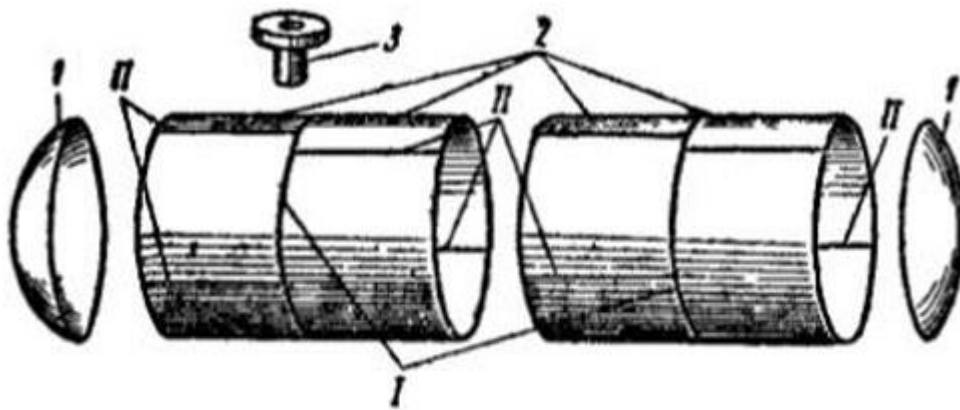


Рис. 111. Узлы сосуда:

*1* — сферическое днище, *2* — обечайка, *3* — патрубок;  
*I* — кольцевой шов, *II* — продольный шов

Задание:

1. Разработать технологию сборки-сварки бака емкостью 50м<sup>3</sup> целиком из узлов.
2. Описать процесс сварки.
3. Составить маршрутную технологическую карту.

**Практическое занятие № 8 - ПМ 02. МДК 02.02. Раздел 2.  
 «Разработка операционной технологической карты  
 сборочно-сварочных работ».**

Цель работы:

Изучить разработку операционной технологической карты сборочно-сварочных работ для освоения.

ПК 02.02. Выполнять проектирование технологических процессов;

Иметь практический опыт: выполнения расчётов и конструирования сварных соединений и конструкций;

Уметь: проектировать различные виды сварных швов;

Знать: типы и виды сварных соединений и сварных швов.

Теоретические положения:

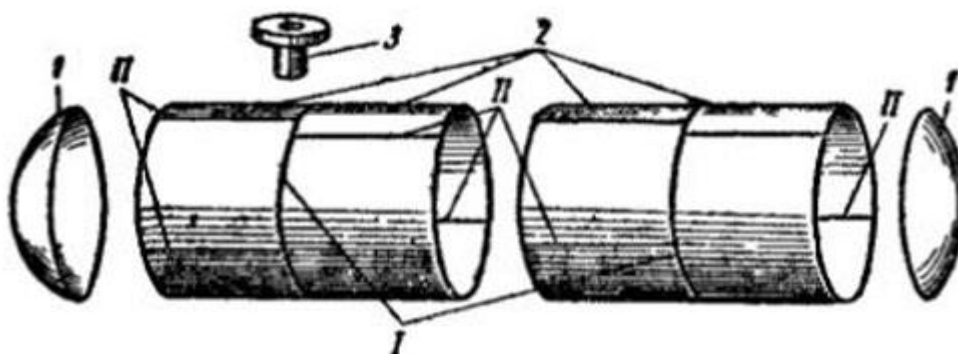


Рис. 111. Узлы сосуда:

*1* — сферическое днище, *2* — обечайка, *3* — патрубок;  
*I* — кольцевой шов, *II* — продольный шов

Задание:

1. Разработать технологию сборки-сварки бака емкостью 50м<sup>3</sup> целиком из узлов.
2. Описать процесс сварки.
3. Составить операционную технологическую карту сборочно-сварочных работ.

**Практическое занятие № 9 - ПМ 02. МДК 02.02. Раздел 2.  
«Базирование элементов сварного узла».**

Цель работы:

Изучить базирование элементов сварного узла для освоения.

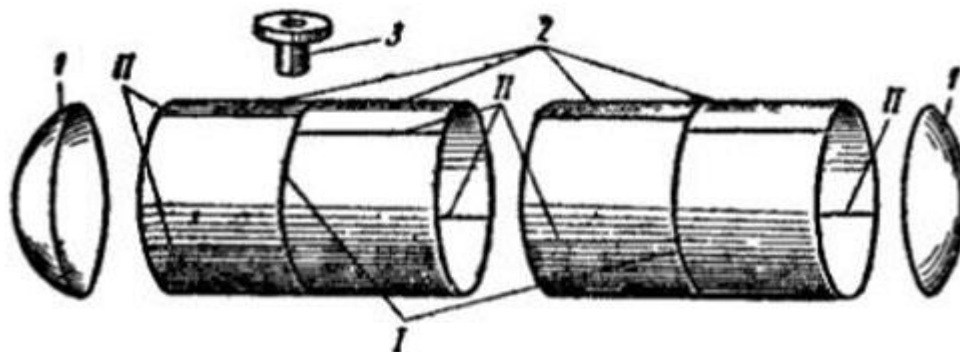
ПК 02.02. Выполнять проектирование технологических процессов;

Иметь практический опыт: выполнения расчётов и конструирования сварных соединений и конструкций;

Уметь: проектировать различные виды сварных швов;

Знать: типы и виды сварных соединений и сварных швов.

Теоретические положения:



**Рис. 111. Узлы сосуда:**

*1 — сферическое днище, 2 — обечайка, 3 — патрубок;  
I — кольцевой шов, II — продольный шов*

Задание:

1. Расписать базирование элементов сварного узла бака емкостью 50м<sup>3</sup> целиком из узлов.
2. Описать процесс сборки.
3. Составить операционную технологическую карту сборочных работ.

**Практическое занятие № 10 - ПМ 02. МДК 02.02. Раздел 2.  
«Разработка сборочного приспособления».**

Цель работы:

Изучить разработку сборочного приспособления для освоения.

ПК 02.02. Выполнять проектирование технологических процессов;

Иметь практический опыт: выполнения расчётов и конструирования сварных соединений и конструкций;

Уметь: проектировать различные виды сварных швов;

Знать: типы и виды сварных соединений и сварных швов.

Теоретические положения:

Создание сборочных приспособлений является одной из наиболее важных частей технологической подготовки сборочного производства. Техническое совершенство приспособлений во многом обеспечивает эффективность сборочного производства.

На выбор и проектирование сборочных приспособлений влияют следующие основные факторы:

1. Программа выпуска.
2. Требуемая точность сборки.
3. Вид собираемых изделий.
4. Габариты собираемых изделий
5. Технологический процесс сборки.
6. Требования ОТ и ТБ, эргономики.

1) От программы выпуска зависит, можно ли обойтись вовсе без приспособления и, если приспособление необходимо, то насколько сложным оно должно быть.

Стоимость изготовления обслуживания и эксплуатации приспособлений увязывается с получаемым от них эффектом: при небольших сериях выпуска применяют наиболее простые, универсальные и недорогие приспособления; при больших программах выпуска даже значительные затраты на изготовление, обслуживание и эксплуатацию быстро окупаются.

При этом должны быть учтены требования охраны труда и техники безопасности, эргономики и сроков выполнения заданий на проектирование.

2,3,4) Перед началом проектирования приспособлений тщательно изучают конструкцию изделия (посадки, точность сборки, условие взаимозаменяемости, габаритные размеры, вид собираемых компонентов ...). Это в значительной степени влияет на схему базирования и конструкцию приспособления для сборки. Схема приспособления должна быть такой, чтобы обеспечить требуемое качество сборки, даже если детали изготовлены с отклонениями от требуемой точности.

5) Приспособления всегда проектируется для конкретной сборочной операции, при этом необходимо учитывать характер предшествующих и последующих работ. Если изделие на данной операции должно нагреваться, то перед этим на него нельзя устанавливать пластмассовые, деревянные и тонкостенные металлические элементы. Площадь соприкосновения приспособления с изделием должна быть минимальной для обеспечения быстрого остывания. Приспособления должны обеспечивать безопасность труда сборщиков. Если после сборочной операции не предусмотрен контроль, то приспособление должно исключать возможность появления каких-либо случайных погрешностей при сборке.

При использовании операций с термическим воздействием (пайки, сварки и склеивания) необходимо предусматривать тепловые зазоры между установочными элементами и базовыми поверхностями изделия. Коэффициент расширения материала детали приспособления должен быть больше, чем у материала деталей изделия для охватывающих приспособлений и наоборот для охватывае-

мых. Приспособление должно быть лёгким для уменьшения времени нагрева. В конструкции нагреваемых приспособлений необходимо избегать длинных тонких плит во избежание коробления.

Если пайку производить с индукционным нагревом, то близко расположенные к индуктору детали приспособления выполняют из неметаллических материалов. Если используются металлические детали, то нельзя выполнять в форме кольца или петли. Эти детали выполняют пустотелыми, для охлаждения проточной водой.

Приспособления, применяемые при склеивании, для быстрой очистки нагревают до температуры разрушения клея ( $> 300^{\circ}\text{C}$ ), поэтому детали приспособления должны выдерживать данную температуру без изменения эксплуатационных свойств.

В разборных приспособлениях клиновые соединения предпочтительнее перед резьбовыми.

#### Порядок проектирования сборочных приспособлений.

1. По сборочному чертежу узла или изделия уточняют схему установки базового компонента.
2. Определяют тип, количество, размеры и взаимное расположение установочных элементов.
3. Определить силы, возникающие в процессе сборки и установить место приложения и величину сил закрепления.
4. Разрабатывают принципиальную схему приспособления (выбор размера и конструкции зажимного устройства).
5. Разрабатывают конструкторскую схему приспособления и определяют размеры основных деталей.
6. Определение погрешности установки изделия в приспособлении.
7. Расчет основных элементов приспособления на прочность и жёсткость.
8. Окончательное оформление конструкции приспособления, разработка рабочих чертежей.

Основная часть сборочных механизированных приспособлений должна быть специализированной. Необходимо всемерно сокращать долю специальных приспособлений, заменяя их унифицированными, нормализованными и универсальными. В единичном, мелко- и среднесерийном типах производства целесообразно использование сборно-разборных приспособлений и приспособлений на основе УСП (О). Такие приспособления позволяют значительно сократить период подготовки производства и значительно снизить затраты на изготовление оснастки. Приспособления необходимо периодически проверять на точность.

#### Задание:

1. Разработать приспособление для сборки узла бака емкостью  $50\text{м}^3$ .
2. Описать процесс сборки с приспособлением.

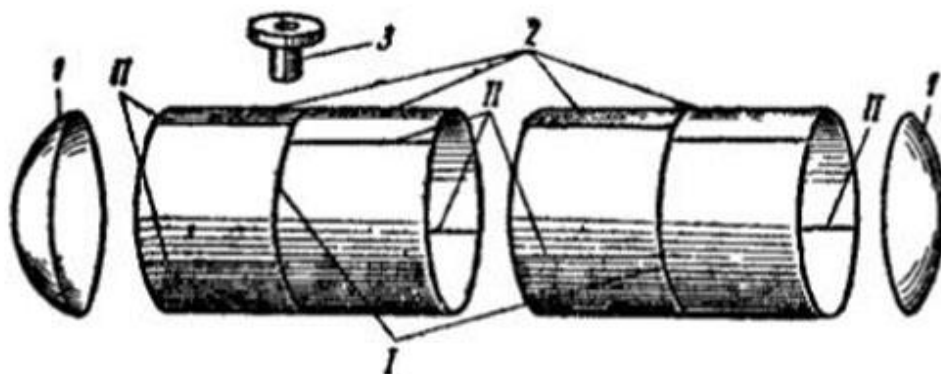


Рис. 111. Узлы сосуда:

1 — сферическое днище, 2 — обечайка, 3 — патрубок;  
I — кольцевой шов, II — продольный шов

## Практическое занятие № 11 - ПМ 02. МДК 02.02. Раздел 2. «Разработка сборочно-сварочного приспособления».

### Цель работы:

Изучить разработку сборочно-сварочного приспособления для освоения.

ПК 02.02. Выполнять проектирование технологических процессов;

Иметь практический опыт: выполнения расчётов и конструирования сварных соединений и конструкций;

Уметь: проектировать различные виды сварных швов;

Знать: типы и виды сварных соединений и сварных швов.

### Теоретические положения:

**Сварочные приспособления** должны допускать свободное перемещение отдельных элементов конструкции вследствие нагрева и последующего остывания зоны сварки, а при необходимости уменьшить или по возможности исключить деформации, возникающие в сварном изделии и в самом приспособлении вследствие температурных воздействий. При сварке крупногабаритных конструкций, обладающих малой жесткостью (рамные, решетчатые, листовые), приспособления должны обеспечивать фиксацию отдельных свариваемых кромок, а не всего изделия в целом. При проектировании приспособления необходимо предусмотреть доступ к местам сварки и прихватки, быстрый отвод теплоты от мест интенсивного нагрева, сборку узла с минимального числа установок, свободный доступ для проверки размеров изделия и свободный съём собранного или сваренного изделия.

**Технологические приспособления** могут быть специализированными (для сварки определенного типа изделий) или универсальными. В качестве примера на рис. 8-58 показан специализированный стенд для сборки и сварки рамной конструкции. Универсальное приспособление для аналогичных целей (рис. 8-59) содержит ряд плит с пазами. В зависимости от конфигурации свариваемого изделия к плите прикрепляют устройства для базирования свариваемых деталей (фикса-

торы и т. п.) и для прижатия деталей к базовым поверхностям (прижимы, стяжки, распорки и т. п.).

В ряде случаев для прижима может быть использован вес свариваемых деталей.

**Фиксаторы.** Это элементы, определяющие положение свариваемой детали относительно всего приспособления. К фиксаторам (рис. 8-60) относятся карманы (а), упоры: постоянные (б), съемные (в) и откидные (г); установочные пальцы и штыри: постоянные (д), съемные (е); призмы; жесткие и регулируемые (ж) и шаблоны (з).

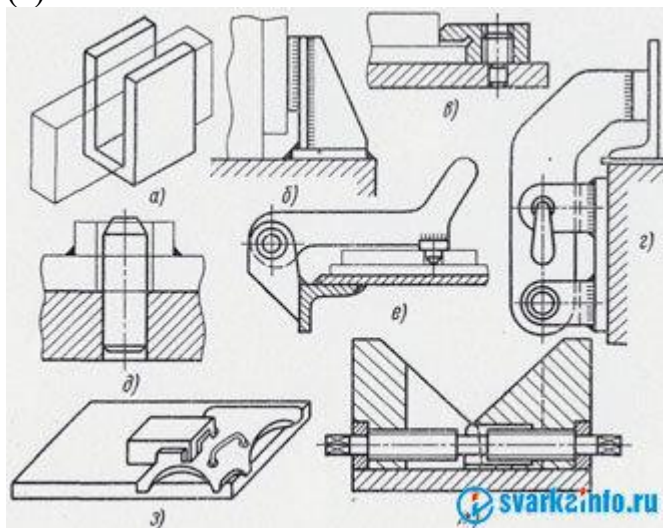


Рис. 8-60. Фиксаторы

**Съемные упоры** применяют в настраиваемых по типу деталей приспособлениях или при сварке деталей, съем которых невозможен из-за упоров. Как правило, упоры служат и опорными базами, а в некоторых случаях шаблонами для приварки сопряженных деталей. Пальцы или штыри обеспечивают более точную установку деталей и применяются при наличии в деталях обработанных поверхностей. Призмы регулируемые и жесткие применяются для сварки труб, профилей и т. п.

**Шаблоны** предназначены для фиксирования устанавливаемых при сборке деталей по другим деталям в этом узле или по каким-либо опорным контурам изделия. В этом случае само изделие является несущим элементом приспособления.

**Прижимы.** Это элементы приспособлений, обеспечивающие прижимы деталей к фиксаторам или другим несущим поверхностям приспособлений. Различают прижимы механические, пневматические, магнитные и гидравлические.

**Механические прижимы** являются наиболее простыми и поэтому наиболее распространенными (рис. 8-61, а—д). Клиновые прижимы (рис. 8-61, в, г) служат для поджима одного собираемого элемента к другому, для выравнивания кромок и т. д. Аналогично действуют эксцентриковые самотормозящиеся прижимы. Наиболее универсальные прижимы винтовые (рис. 8-61, а, б). Однако их применяют в основном в ручных приспособлениях. Это связано с тем, что винты работают на упор и что они не являются быстродействующими. Увеличение шага винта может нарушить его самотормозящие свойства и потребовать большие усилия на прижим детали. Пружинные прижимы применяются главным образом для зажатия небольших, тонких деталей.

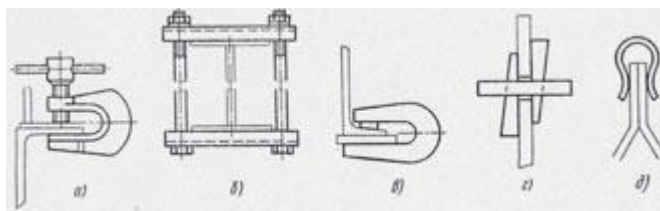


Рис. 8-61. Прижимы

Наряду с перечисленными применяют комбинированные приспособления (винт с клином, винт с пружиной и т. д.). Рычажные прижимы представляют собой рычаги 1-го и 2-го рода или их комбинацию и используются как усилители приводов зажима. Пример такого рычажного зажима показан на рис. 8-62. На оси 2 стойки 1 имеются ведущий рычаг 3 и промежуточное звено 4, действующие на силовой рычаг 5. Прижим детали осуществляется упором 6.

**Магнитные прижимы** отличаются быстродействием, простотой и маневренностью. Их используют для выравнивания кромок (рис. 8-64, б) и прижатия их к флюсовой подушке (рис. 8-64, в). Наиболее распространены электромагниты, хотя в последнее время находят применение и постоянные магниты.

**Гидравлические прижимы** используют в сварочных приспособлениях довольно редко. По-видимому, перспективны прижимы, построенные на основе гидропластов — вязких смесей, обладающих достаточно высокой текучестью. В отличие от гидравлических прижимов прижимы с гидропластами не требуют сложных и дорогих уплотнений, обеспечивая равномерное распределение прижимающего усилия между плунжерами. Они допускают давление до  $500 \text{ кгс/см}^2$ .

Стягивающие и распорные приспособления (стяжки, распорки и домкраты). Они предназначены для стягивания при сборке двух или нескольких деталей или узлов, для выравнивания кромок и вмятин, для разжима цилиндров (рис. 8-65).

Сборочно-сварочные приспособления могут быть универсальными или специализированными. На рис. 8-59 показано универсальное приспособление для сварки громоздких и сложных пространственных конструкций.

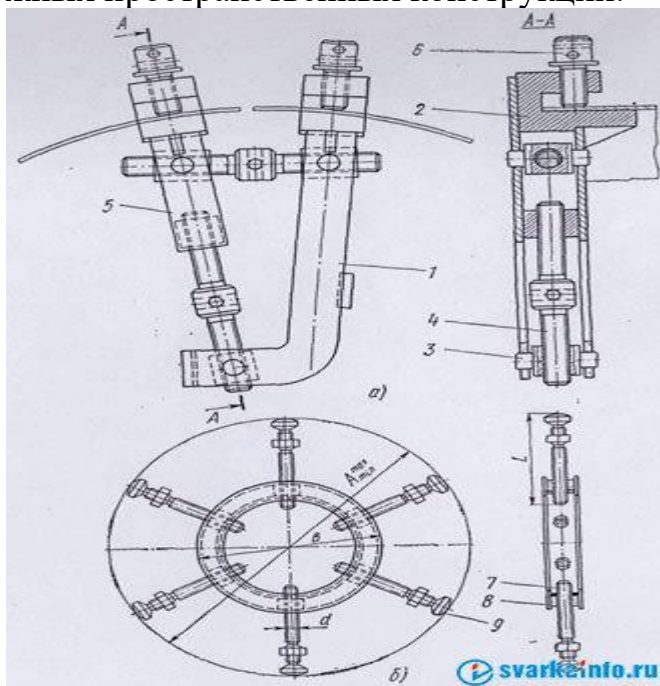


Рис 8-65. Стягивающее (а) и распорное (б) приспособления:

1 — рычаг основной; 2 — скоба; 3 — гайка; 4 — винт стягивающий; 5 — рычаг;  
6 — винт зажимной; 7 — винт распорный; 8 — основание; 9 — подпятник

Задание:

1. Разработать приспособление для сборки и сварки узла бака емкостью 50м<sup>3</sup>.
2. Описать процесс сборки и сварки с приспособлением.

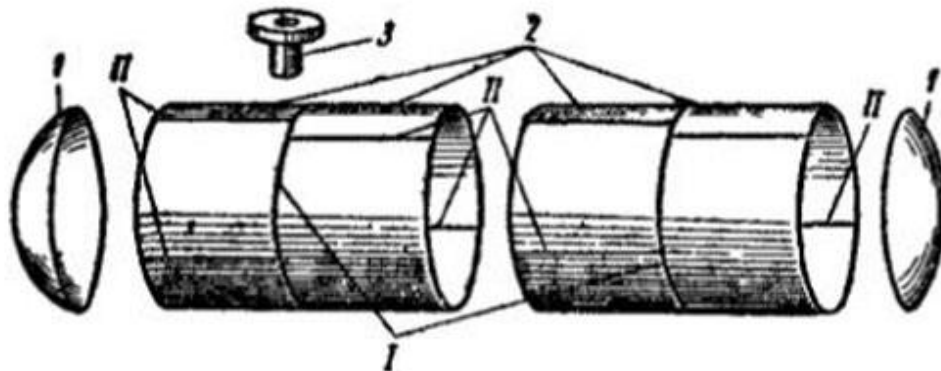


Рис. 111. Узлы сосуда:

1 — сферическое днище, 2 — обечайка, 3 — патрубок;  
I — кольцевой шов, II — продольный шов

**Практическое занятие № 12 - ПМ 02. МДК 02.02. Раздел 2.  
«Оформление технологической документации в системе  
автоматизированного проектирования».**

Цель работы:

Изучить оформление технологической документации в системе автоматизированного проектирования для освоения.

ПК 02.02. Выполнять проектирование технологических процессов;

Иметь практический опыт: выполнения расчётов и конструирования сварных соединений и конструкций;

Уметь: проектировать различные виды сварных швов;

Знать: типы и виды сварных соединений и сварных швов.

Задание:

1. Оформить разработанный технологический процесс для сборки и сварки узла бака емкостью 50м<sup>3</sup>. Для этого использовать систему автоматического проектирования.

## Список используемой литературы

1. ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий.
2. ГОСТ 19521-74 Сварка металлов. Классификация.
3. ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
4. ГОСТ 8713-79 Сварка под флюсом. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
5. ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
6. ГОСТ 14776-79 Дуговая сварка. Соединения сварные точечные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
7. ГОСТ 28915-91 Сварка лазерная импульсная. Соединения сварные точечные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
8. ГОСТ 15164-78 Электрошлаковая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры.
9. ГОСТ 15878-79 Контактная сварка. Соединения сварные. Конструктивные элементы и размеры.
10. ГОСТ 7871-75 Проволока сварочная из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия.
11. ГОСТ 9466-75 Electroды, покрытые металлические для ручной дуговой сварки сталей и наплавки. Классификация и общие технические условия.
12. ГОСТ 2246-70 Проволока стальная сварочная. Технические условия.
13. ГОСТ 9467-75 Electroды, покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей. Типы.
14. ГОСТ 10543-98 Проволока стальная наплавочная. Технические условия.
15. ГОСТ 21448-75 Порошки из сплавов для наплавки. Технические условия.
16. ГОСТ 9087-81 Флюсы сварочные плавленые. Технические условия.
17. ГОСТ 4.140-85 Система показателей качества продукции. Оборудование электросварочное. Номенклатура показателей.
18. ГОСТ 18130-79 Полуавтоматы для дуговой сварки плавящимся электродом. Общие технические условия.
19. ГОСТ 4.44-89 Система показателей качества продукции. Оборудование сварочное механическое. Номенклатура показателей.
20. ГОСТ 12.2.007.8-75 Система стандартов безопасности труда. Устройства электросварочные и для плазменной обработки. Требования безопасности.
21. ГОСТ 3242-79 Соединения сварные. Методы контроля качества.

22. ГОСТ 11930.0-79 Материалы наплавочные. Общие требования к методам анализа.
23. ГОСТ 4.41-85 Система показателей качества продукции. Машины для термической резки металлов. Номенклатура показателей.
24. ГОСТ 5614-74 Машины для термической резки металлов. Типы, основные параметры и размеры.
25. ГОСТ 17356-89 Горелки на газообразном и жидком топливах. Термины и определения.
26. ГОСТ 5.917-71 Горелки ручные для аргодуговой сварки типов РГА-150 и РГА-400. Требования к качеству аттестованной продукции.

*Интернет ресурсы*

1. Электронный ресурс «Металлические конструкции». Форма доступа: <http://metalkon.narod.ru/guide/>
2. Электронный ресурс «Изготовление конструкций балочного типа». Форма доступа: <http://www.svarkainfo.ru/rus/lib/book/balki/>
3. Электронный ресурс «Сварные конструкции». Форма доступа: [http://svarnye-konstrukcii.ru/svarka/proverka\\_osnovnyh\\_elementov/66](http://svarnye-konstrukcii.ru/svarka/proverka_osnovnyh_elementov/66)
4. Электронный ресурс «Расчет плоских ферм при подвижной нагрузке». Форма доступа: <http://www.ref.by/refs/88/19892/1.html>
5. Электронный ресурс «Технологический процесс сварки». Форма доступа: <http://www.weldzone.info/technology/teoriya-svarki/498-texnologicheskij-proczess-svarki>
6. Электронный ресурс «Технологический процесс производство сварных конструкций». Форма доступа: <http://www.uzim.ru/324-texnologicheskij-process-proizvodstva-svarnyx-konstrukcij.html>