МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ОБРАЗОВАНИЮ

ВИТЕБСКОГО ОБЛАСТНОГО ИСПОЛНИТЕЛЬНОГО КОМИТЕТА

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ «ОРШАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ

ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

по учебной работе

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_И.В.Шашлова

«\_\_\_\_\_»\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2024 г.

**«ТЕХНОЛОГИЯ СВАРКИ ПЛАВЛЕНИЕМ»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО ИЗУЧЕНИЮ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА,

ЗАДАНИЯ НА ДОМАШНЮЮ КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ

ДЛЯ УЧАЩИХСЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ

ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 5-04-0714-07 «ТЕХНИЧЕСКАЯ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И

ТЕХНОЛОГИЯ СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

2024

Автор: Лисецкий Н.Н., преподаватель учреждения образования «Оршанский государственный политехнический колледж»

Разработано в соответствии с учебной программой учреждения образования, реализующего программы среднего специального образования, по учебному предмету «Технология сварки плавлением», утвержденной директором колледжа30.08.2024

Обсуждено и одобрено на заседании цикловой комиссии № 6

Протокол № \_\_\_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Пояснительная записка**

Программой учебного предмета «Технология сварки плавлением» предусматривается изучение учащимися теоретических основ и технологии сварки плавлением материалов, применяемых в условиях современного сварочного производства.

Изучение учебного предмета основывается на знаниях, полученных учащимися по математике, физике, химии, технологии металлов, материаловедению и основам термической обработки, электротехнике с основами электроники, и проводится во взаимной связи с учебными предметами «Технология и оборудование сварки давлением», «Контроль качества сварных соединений», «Проектирование сварных конструкций», «Механизация и автоматизация сварочного производства», «Экономика».

В результате изучения учебного предмета учащиеся должны ***знать:***

историю развития сварки, новейшие достижения науки и техники в области сварки плавлением;

современные способы сварки под флюсом;

высокопроизводительные способы ручной дуговой сварки;

пути повышения производительности сварочных работ;

основные виды и способы сварки плавлением;

сварные соединения и сварные швы;

основные источники нагрева металла при сварке;

тепловые металлургические процессы при сварке;

требования по охране труда при ведении тепловых процессов;

структуру и свойства применяемых сварочных материалов;

причины возникновения и меры борьбы со сварочными деформациями и напряжениями;

технологические характеристики основных способов сварки плавлением;

технологию сварки и наплавки различных видов сплавов, чугуна и цветных металлов; технологию термической резки;

требования Единой системы технологической документации в области сварки и сварочных материалов;

Учащиеся ***должны уметь:***

выбирать способ сварки, подбирать сварочные материалы и рассчитывать режимы сварки;

разрабатывать и совершенствовать технологический процесс сварки.

**Общие методические рекомендации по выполнению домашней контрольной работы**

Методические рекомендации и задания на домашнюю контрольную работу разработаны в соответствии с программой курса «Технология сварки плавлением».

**Программой предусмотрено выполнение одной домашней контрольной работы. Номер варианта в контрольной работе соответствует двух последним цифрам шифра учащегося.** Работа, выполненная не по своему варианту и не в полном объеме, преподавателем не проверяется и высылается обратно учащемуся.

Прежде чем приступать к выполнению контрольной работы, следует изучить темы, включенные в содержание вопросов и задания по рекомендуемой литературе. Перед изложением каждого ответа следует написать содержание вопроса (задание). Работу выполнить аккуратно, ответы изложить четко, ясно и грамотно.

Контрольную работу выполнять в отдельной тетради в клетку.

При выполнении домашней контрольной работы следует соблюдать требования:

на обложке тетради указываются название учебного предмета, группа, фамилия и инициалы, его шифр;

в начале работы указывается номер варианта и номер задания по варианту;

обязательное соблюдение между строчных интервалов;

перед ответом на теоретический вопрос должна быть приведена его формулировка;

на листах тетради необходимо оставить поля, в конце работы – 1 страницу для замечаний преподавателя (рецензента);

работа должна быть выполнена и сдана на проверку в срок, установленный учебным графиком;

объем выполненной домашней работы не должен превышать объема тетради (18 листов);

все разделы содержания (3 вопроса, список используемых источников) начинаются с новых страниц;

в конце работы после списка используемых источников (автор, наименование издательства, год издания, страницы), указывается дата выполнения работы и ставится подпись.

После получения проверенной работы учащийся обязан просмотреть все замечания и внести исправления. Не зачтенная работа должна быть представлена на проверку вторично.

Для допуска к экзаменационной сессии учащемуся необходимо выполнить контрольную работу, сделать все необходимые исправления, указанные преподавателем в рецензии и защитить работу, т.е. в процессе опроса показать хорошую осведомленность выполнения.

**Критерии оценки домашней работы контрольной работы**

Домашняя контрольная работа считается зачтенной если правильно выполнено 75% задания, но имеются недоработки, а именно:

- описки, не искажающие сути ответа на теоритические вопросы;

- неточности допущенные при ответе на теоритические вопросы;

- отсутствие вопросов в процессе освещения вопросов;

- при отсутствии списка используемой литературы или несоответствие его оформления стандарту.

Домашняя контрольная работа считается не зачтенной, если:

- не раскрыто основное содержание вопросов задания;

- ответы на теоритические вопросы полностью переписаны из ученой литературы без адаптации к контрольному заданию;

- отдельные вопросы в работе освещены не в соответствии с вариантом задания;

- неправильно употребляются научно-техническая терминология, ГОСТы, нормативы, единицы измерения;

- схемы выполнены не в полном объеме, с нарушениями требований ЕСКД;

- контрольная работа выполненная небрежно, неразборчивым почерком, а также не по заданному варианту, возвращается учащемуся без проверки с указанием причин возврата.

**СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА**

**Введение**

Цели и задачи учебного предмета «Технология сварки плавлением», его связь с другими учебными предметами, значение в формировании профессиональных компетенций техника-технолога сварочного производства. История развития сварки. Новейшие достижения науки и техники в области сварки плавлением.

**Раздел 1. Классификация способов сварки и сварочных соединения.** Сварка как процесс. Общие сведения о способах сварки плавлением. Классификация способов сварки металлов согласно стандартам по различным признакам

**1.2 Сущность основных видов и способов сварки плавлением.**

Перспективы развития основных видов сварки плавлением. Основные виды сварки плавлением: ручная дуговая сварка, дуговая сварка под флюсом, дуговая сварка в защитных газах, Перспективы развития основных видов сварки плавлением. Основные виды сварки плавлением: ручная дуговая сварка, дуговая сварка под флюсом, дуговая сварка в защитных газах,

**1.3 Классификация сварных швов.**

Элементы сварного соединения и шва. Классификация сварных швов. Стыковые и угловые сварные швы: основные размеры и характеристики.

**1.4 Классификация и обозначение сварных соединений.**

Классификация сварных соединений: стыковые, угловые, тавровые, нахлесточные. Подготовка кромок для различных типов сварных соединений. Обозначение сварных соединений на чертежах. Расчет расхода сварочных материалов для различных типов швов и способов сварки.

**Раздел 2 Источники нагрева материала при сварке.**

**2.1 Сварочная дуга и сущность процессов, протекающих в ней.**

Сварочная дуга: основные термины и определения. Физические основы образования электрического разряда в газах. Характеристика частиц – носителей зарядов. Потенциал возбуждения и ионизации. Виды эмиссии электронов при сварке, их характеристика и особенности. Ионизация дугового промежутка в процессе сварки. Основные способы зажигания сварочной дуги, их достоинства и недостатки. Процессы, происходящие в момент зажигания дуги. Процессы в различных областях сварочной дуги.

**Лабораторная работа №**1 Исследование способов возбуждения и поддержания устойчивого горения дуги

**2.2 Технологические особенности и условия устойчивого горения сварочной дуги.**

Статическая вольтамперная характеристика и ее влияние на условия горения дуги. Влияние рода, полярности тока на дугу. Непрерывно горящая, пульсирующая, вращающаяся и импульсная дуга: характеристики и особенности каждого вида. Влияние состава газов, материалов электродных покрытий и флюсов на условия горения дуги.

**Лабораторная работа №2** Исследование ионизирующего действия материалов электродных покрытий, электродов разных марок и флюсов на устойчивое горение дуги

**2.3 Действие магнитных полей и ферромагнитных масс на сварочную дугу.**

Причины возникновения магнитного дутья. Влияние собственного и постороннего магнитного поля на дугу. Действие ферромагнитных масс на дугу и меры по уменьшению магнитного дутья.

Перенос металла через дугу. Виды переноса электродного металла: короткими замыканиями, крупнокапельный, мелкокапельный, струйный.

Влияние ферромагнитных масс на перенос.

**Лабораторная работа №3** Исследование влияния магнитных полей и ферромагнитных масс на устойчивость горения дуги

**Раздел 3 Тепловые и металлургические процессы при сварке.**

**3.1 Тепловые процессы, протекающие при сварке плавлением.**

Электрическая тепловая и эффективная тепловая мощность сварочной дуги. Коэффициент полезного действия (далее – КПД) сварочной дуги. Тепловой баланс процесса сварки. Нагрев электродов и электродной проволоки сварочной дугой, шлаковой ванной и током. Производительность процесса сварки плавлением. Основные показатели процесса: потери металла. Погонная энергия сварки, ее значение и методика определения. Теория распространения тепла в металле при сварке. Длина сварочной ванны при дуговой сварке и время ее существования. Требования по охране труда при ведении тепловых процессов.

**Лабораторная работа №4** Исследование процесса нагрева изделия сварочной дугой. Расчет КПД нагрева

**Лабораторная работа №5** Исследование производительности процесса сварки плавлением. Определение коэффициентов плавления и наплавки, потерь металла на угар и разбрызгивание

**3.2 Особенности металлургических процессов при сварке.**

Характерные особенности металлургии сварки. Окисление металла шва при сварке. Влияние кислорода, азота и водорода на свойства металла шва и качество сварного соединения. Мероприятия по защите сварного шва от попадания кислорода, азота, водорода.

**3.3 Металлургические процессы при сварке толстопокрытыми электродами.**

Металлургические процессы, протекающие при сварке толстопокрытыми электродами. Влияние химического состава покрытия на характер процессов при сварке толстопокрытыми электродами с различными типами покрытий. Рафинирование металла шва.

**3.4 Металлургические процессы при механизированных способах сварки.**

Особенности протекания металлургических процессов при сварке в инертных газах, активных газах и их смесях. Особенности протекания металлургических процессов при сварке под флюсом.

**3.5 Плавление и кристаллизация металла шва. Микроструктура шва и зоны термического влияния.**

Плавление, характер кристаллизации металла шва. Рост кристаллитов при охлаждении в процессе дуговой и электрошлаковой сварки. Ликвация в металле шва. Микроструктура зоны термического влияния (далее – ЗТВ). Вторичная кристаллизация, образование фаз. Характеристика, свойства и протяженность различных участков ЗТВ. Влияние погонной энергии на структуру и свойства сварного соединения. Доля участия основного металла в металле шва при различных способах сварки.

**Лабораторная работа №6** Исследование доли основного металла шва при различных способах сварки

**3.6 Трещины, поры и коррозия сварных соединений.**

Горячие трещины и причины их возникновения. Методика определения склонности металла шва к образованию горячих трещин, меры предупреждения их образования. Холодные трещины, причины их возникновения, меры предупреждения их образования. Поры в сварных швах, причины их возникновения и меры предупреждения их образования. Меры повышения общей коррозионной стойкости шва. Межкристаллитная коррозия: сущность, причины возникновения и способы предотвращения.

**Раздел 4 Сварочные материалы.**

**4.1 Сварочная проволока и неплавящиеся электродные стержни.**

Сварочная и наплавочная проволока сплошного сечения: марки, обозначения, область применения. Порошковая проволока: типы (для сварки в СО2, самозащитная), область применения. Активированная проволока: особенности конструкций, назначение, достоинства и недостатки. Сварочная проволока из цветных металлов и их сплавов. Неплавящиеся электроды: характеристика и маркировка.

**4.2 Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки и наплавки сталей и сплавов.**

Требования, предъявляемые к электродам для ручной дуговой сварки и наплавки. Классификация и маркировка покрытых электродов. Электроды для сварки конструкционных сталей. Электроды для сварки чугуна. Электроды для сварки высоколегированной стали. Электроды для сварки сплавов меди, алюминия. Технологические схемы изготовления толстопокрытых электродов. Основные операции по подготовке стержней, шихты электродных покрытий и жидкого стекла, их назначение и содержание. Приготовление обмазочной массы, нанесение покрытий и сушка электродов. Контроль качества электродов. Компоненты электродных покрытий. Устойчивость горения дуги для разных электродов. Требования по охране труда, нормы и правила пожарной безопасности при изготовлении электродов.

**4.3 Сварочные флюсы.**

Классификация сварочных флюсов и требования к ним. Область применения флюсов. Технология производства плавленых и керамических флюсов. Методики контроля качества флюсов.

**4.4 Защитные газы.**

Свойства газов, применяемых при сварке плавлением. Классификация газов по их окисляющей способности. Технические характеристики газов при сварке. Способы получения, транспортировка и хранение газов. Снабжение газом постов сварки и плазменной резки. Требования по охране труда, нормы и правила пожарной безопасности при транспортировке, хранении и применении.

**Раздел 5 Сварочные напряжения и деформации.**

Классификация сварочных напряжений, возникающих при различных видах сварки плавлением. Температурные и структурные напряжения. Напряжения и деформации при неравномерном нагреве. Деформации и напряжения при сварке стыковых и угловых соединений, особенности их возникновения. Угловые деформации при сварке. Деформации при сварке листовых и профильных конструкций. Методы предотвращения или уменьшения остаточных деформаций: рациональное выполнение швов по длине и сечению, жесткое закрепление, обратный выгиб, искусственное охлаждение, предварительный подогрев. Методы снятия внутренних напряжений. Способы исправления изделий, деформируемых сваркой, их сущность, достоинства и недостатки. Расчет сварочных напряжений и деформаций

**Лабораторная работа №7** Исследование поперечных и продольных укорочений, угловых деформаций при сварке.

**Раздел 6 Технологические характеристики основных способов сварки плавлением.**

**6.1 Технология ручной дуговой сварки плавящимися электродами.**

Особенности ручной дуговой сварки (далее – РДС) в различных пространственных положениях. Способы выполнения сварных швов. Параметры режима ручной сварки, их расчет. Методика определения расхода сварочных материалов. Методика выбора рациональной подготовки кромок, направленной на энергосбережение. Высокопроизводительные способы РДС. Пути дальнейшего повышения производительности труда.

**Лабораторная работа №8** Исследование влияния угла наклона электрода на качество сварного шва.

**Лабораторная работа №9** Исследование влияния скорости сварки на качество сварного шва.

**Лабораторная работа №10** Исследование и расчет параметров режима РДС.

**6.2 Технология сварки под флюсом.**

Факторы, обеспечивающие технологические и экономические преимущества, технология сварки под флюсом. Коэффициенты формы шва. Расчет и выбор режима сварки под флюсом стыковых и угловых швов. Определение химического состава наплавленного металла. Автоматическая сварка стыковых односторонних и двусторонних швов, ее основные особенности, назначение и область применения. Методы предупреждения протекания жидкого металла и шлака в зазоры шва. Автоматическая сварка под флюсом угловых швов. Многодуговая сварка под флюсом, ее основные особенности, назначение и область применения. Сварка под флюсом с применением дополнительного присадочного материала. Методика определения расхода сварочных материалов Современные энергосберегающие способы сварки под флюсом..

**Лабораторная работа №11** Исследование влияния изменения параметров режима автоматической сварки под флюсом на качество сварного шва. Расчет режимов автоматической сварки под флюсом стыкового соединения.

**6.3 Технология электрошлаковой сварки.**

Технологические особенности, назначение и область применения электрошлаковой сварки. Требования к материалам, применяемым при электрошлаковой сварке. Типы сварных соединений, подготовка кромок и сборка под сварку. Технология электрошлаковой сварки продольных и кольцевых швов. Параметры режима электрошлаковой сварки, их влияние на форму и размеры шва. Методика расчета параметров режима электрошлаковой сварки. Пути повышения производительности труда при электрошлаковой сварке.

**6.4 Технология сварки в защитных газах.**

Оборудование рабочего места для сварки в защитных газах. Классификация способов сварки в защитных газах. Особенности технологии сварки в различных газах и смесях. Сварка плавящимся электродом непрерывно горящей, пульсирующей, импульсной и синхронизированной дугой: назначение, технология, достоинства и недостатки сварных швов в различных пространственных положениях. Особенности сварки поворотных и неповоротных стыков. Шагоимпульсная сварка, ее особенности и назначение. Сварка дугой, вращающейся в магнитном поле, ее особенности и назначение. Сварка в углекислом газе с принудительным формированием шва. Импульсно-дуговая сварка: сущность, назначение, область применения. Достоинства и недостатки каждого вида сварки. Параметры режима сварки в защитных газах. Методика определения расхода сварочных материалов. Выбор оптимального состава смесей для отдельных свариваемых материалов, направленный на энергосбережение ресурсов. Расчет параметров режима сварки в защитных газах.

**Лабораторная работа №12** Исследование горения дуги и формирования валика шва при сварке в углекислом газе

**Лабораторная работа №13** Исследование элементов техники сварки при выполнении корневого и облицовочного проходов

**6.5 Технология плазменной, электронно-лучевой, лазерной сварки.**

Плазменная сварка: сущность, технология, назначение и область применения, параметры режима. Способы получения плазменной струи для сварки. Электронно-лучевая сварка: сущность, технология, назначение и область применения, параметры режима. Лазерная сварка: сущность, технология, назначение и область применения, параметры режима.

**Лабораторная работа №**14 Исследование особенностей выполнения сварных соединений плазменной сваркой.

**Раздел 7 Технология сварки различных материалов.**

**7.1 Технология сварки сварка низко- и среднелегированных сталей.**

Характеристика легированных сталей по свариваемости в зависимости от степени легирования. Эквивалент углерода. Особенности сварки различных групп сталей: конструкционных среднелегированных, высокопрочных, среднеуглеродистых, глубоко закаливающихся.

Лабораторная работа №15 Исследование процесса сварки низколегированных сталей порошковой проволокой

**7.2** **Технология сварки высоколегированных сталей и сплавов**

Металлургические особенности сварки высоколегированных сталей и сплавов. Горячие и холодные трещины при сварке высоколегированных сталей и сплавов. Технология сварки хромистых сталей, ее основные этапы. Технология сварки хромоникелевых аустенитных сталей. Сварка высокомарганцовистых сталей. Особенности ручной и автоматизированной сварки высоколегированных сталей, преимущества автоматизированной сварки.

**7.3** **Технология сварки разнородных и двухслойных сталей.**

Диффузионные процессы в соединениях из разнородных сталей и их вероятные последствия. Технологические варианты получения сварных соединений из разнородных сталей, их сущность и назначение. Технологические особенности сварки двухслойных сталей. Технология сварки типовых соединений двухслойных сталей.

**7.4 Технология сварки алюминия, его сплавов и сплавов на магниевой основе.**

Характеристика алюминиевых сплавов с точки зрения их свариваемости. Факторы, затрудняющие сварку алюминия. Основные способы сварки алюминиевых сплавов. Технология сварки алюминиевых сплавов различными способами. Автоматическая сварка алюминия, ее преимущества. Перспективные виды сварки алюминия. Особенности сварки сплавов на магниевой основе. **Лабораторная работа №16** Исследование процесса сварки алюминия и его сплавов

**7.5 Технология сварки титана и его сплавов.**

Взаимодействие титана с кислородом, азотом, углеродом и водородом. Факторы, затрудняющие сварку титановых сплавов. Защитные камеры и другие устройства, применяемые для сварки титана. Технология сварки титановых сплавов различными способами, их сущность, назначение и область применения Автоматическая сварка титана, ее преимущества.

**7.6** **Технология сварки меди, никеля и их сплавов.**

Свойства меди, затрудняющие ее сварку. Технология сварки меди и ее сплавов различными способами, их сущность, особенности, назначение и область применения. Сварка латуней и бронз.

**Лабораторная работа №17** Исследование процесса сварки меди и ее сплавов.

**Раздел 8 Наплавка твердых сплавов и сварка чугуна.**

**8.1** **Технология наплавки твердых сплавов.**

Классификация и характеристики способов наплавки. Однослойная и многослойная наплавка, ее сущность и назначение. Наплавка порошковой проволокой и лентой. Механизированные способы наплавки и их преимущества. Автоматическая наплавка под флюсом и в среде защитных газов. Выбор материалов для наплавки.

**Лабораторная работа № 18** Исследование процесса наплавки твердых сплавов

**8.2 Технология сварки чугуна.**

Структурные превращения при сварке чугуна. Основные способы сварки чугуна: технологии, особенности, назначение и область применения. Выбор параметров режима сварки.

**Лабораторная работа № 19** Исследование процессов сварки чугуна

**Раздел 9 Технология термической резки.**

Дуговая резка металлов: разновидности, назначение и область применения. Режим резки. Технология разделительной дуговой резки и поверхностной строжки. Плазменная резка: назначение, область применения. Лазерная резка: назначение, область применения. Автоматизация процессов резки. Пути повышения производительности при дуговой и воздушно-дуговой резке металлов.

**Лабораторная работа № 20** Исследование особенностей дуговой и воздушно-дуговой резки металлов.

**ЗАДАНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ДОМАШНЕЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ варианта** | **Номер вопросов** | | | |
| **1** | **2** | **3** | **4** |
| 1 | 39 | 1 | 10 | 5 |
| 2 | 38 | 2 | 11 | 6 |
| 3 | 37 | 3 | 12 | 7 |
| 4 | 36 | 4 | 22 | 8 |
| 5 | 35 | 5 | 14 | 9 |
| 6 | 34 | 6 | 15 | 24 |
| 7 | 35 | 7 | 16 | 11 |
| 8 | 34 | 8 | 17 | 12 |
| 9 | 33 | 9 | 18 | 13 |
| 10 | 32 | 23 | 19 | 14 |
| 11 | 31 | 11 | 20 | 15 |
| 12 | 30 | 12 | 21 | 16 |
| 13 | 29 | 13 | 22 | 17 |
| 14 | 28 | 14 | 23 | 18 |
| 15 | 27 | 1 | 13 | 5 |
| 16 | 26 | 6 | 34 | 8 |
| 17 | 25 | 5 | 12 | 37 |

**ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ ДОМАШНЕЙ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

1.Классификация способов сварки.

2.Сущность основных видов и способов сварки плавлением.

3.Классификация сварных швов.

4.Классификация и обозначение сварных соединений.

5.Сварочная дуга и сущность процессов, протекающих в ней.

6.Процессы, протекающие на отдельных участках сварочной дуги.

7.Технологические особенности и условия устойчивого горения сварочной дуги.

8.Действие магнитных полей и ферромагнитных масс на сварочную дугу.

9.Тепловые процессы, протекающие при сварке плавлением.

10.Особенности металлургических процессов при сварке.

11.Металлургические процессы при сварке толстопокрытыми электродами.

12.Металлургические процессы при механизированных способах сварки.

13.Плавление и кристаллизация металла шва. Микроструктура шва и зоны термического влияния.

14.Трещины, поры и коррозии сварных соединений

15.Сварочная проволока и неплавящиеся электродные стержни.

16.Металлические плавящиеся электроды для ручной дуговой сварки и наплавки сталей.

17.Технология изготовления покрытых электродов.

18.Сварочные флюсы.

19. Защитные газы.

20.Сварочные напряжения и деформации 21.Классификация, причины возникновения сварочных напряжений и деформаций. 22.Деформация и напряжения при сварке стыковых и угловых соединений. 23.Меры борьбы со сварочными деформациями и напряжениями. 24.Технология ручной сварки металлическими электродами. 25.Теоретические основы сварки под флюсом. 26.Особенности технологии различных способов выполнения сварных соединений под флюсом. 27.Технология электрошлаковой сварки. 28Технология сварки в защитных газах. 29.Плазменная, электронно-лучевая, лазерная сварка, сварка в космосе. 30.Технология сварки низко и среднелегированных сталей. 31.Технология сварки высоколегированных сталей и сплавов. 32.Технология сварки разнородных и двухслойных сталей. 33.Сварка алюминия, его сплавов и сплавов на магниевой основе. 34.Сварка титана и его сплавов. 35.Сварка меди, никеля и их сплавов. 36.Наплавка твердых сплавов. 37.Сварка чугуна. 38. Дуговая и воздушно-дуговая резка металла. 39. Дуговая и подводная резка металлов.

**Список используемой литературы**

ОСНОВНАЯ

1. Куликов, В.П. Технология сварки плавлением и термической резки / В.П. Куликов. Минск : Новое знание, 2016. 462 с. 2. Лупачев, А.В. Источники питания и оборудование сварки плавлением : учеб. пособие / А.В. Лупачев. Минск : РИПО, 2018. 288 с. 3. Лупачев, А.В. Оборудование и технология механизированной и автоматической сварки : учеб. пособие / А.В. Лупачев, В.Г. Лупачев. Минск : РИПО, 2016. 387 с. 4. Павлюк, С.К. Ресурсосберегающие технологии в сварочном производстве : учеб. пособие / С.К. Павлюк, А.В. Лупачев, В.Г. Лупачев. Минск РИПО, 2019. 272 с.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ

1.Верховенко, Л.В. Справочник сварщика / Л.В. Верховенко, А.К. Тукин. Минск : Выш. шк., 1990. 479 с. 2. Ковалев, Н.А. Справочник сварщика / Н.А. Ковалев. Ростов н/Д : Феникс, 2011. 350 с. 3. Куликов, В.П. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки / В.П. Куликов. Минск : Экоперспектива, 2003. 415 с. Куликов, В.П. Технология сварки плавлением / В.П. Куликов. Минск : Дизайн ПРО, 2000. 256 с. 4.Луковская, Е.О. Сварка и пайка неметаллических материалов / Е.О. Луковская. Минск : РИПО, 2017. 206 с.