

УТВЕРЖДАЮ
Директор колледжа
_____ С.Н.Козлов
26.06.2025

ПРОИЗВОДСТВО СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ИЗУЧЕНИЮ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА,
ЗАДАНИЯ НА ДОМАШНЮЮ КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ
ДЛЯ УЧАЩИХСЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 2-36 01 06
«ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ
СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

Автор: Банковская Е.В., преподаватель учреждения образования
«Могилевский государственный политехнический колледж»

Рецензент: Луковская Е.О., преподаватель учреждения образования
«Могилевский государственный политехнический колледж»

Разработано на основе учебной программы учреждения образования, реализующего программы среднего специального образования, по учебному предмету «Производство сварных конструкций», утвержденной директором колледжа, 2024.

Обсуждено и одобрено
на заседании цикловой комиссии
специальностей в области
сварочного производства
Протокол №____ от _____
Председатель цикловой комиссии
_____ Ю.В.Селиванова

Пояснительная записка

Учебной программой по учебному предмету «Производство сварных конструкций» предусматривает изучение основ технологии сборки и сварки сварных конструкций, механизации и автоматизации способов сварки, вопросы организации рабочего места и охраны труда.

В процессе преподавания учебного предмета необходимо учитывать межпредметные связи программного учебного материала с такими учебными предметами учебного плана учреждения образования по специальности, как «Технология сварки плавлением», «Технология и оборудование сварки давлением», «Технология и оборудование газопламенной обработки металлов», «Проектирование сварных конструкций».

В ходе изложения программного учебного материала необходимо руководствоваться нормативными правовыми актами, техническими нормативными правовыми актами, соблюдать единство терминологии и обозначений.

В результате изучения учебного предмета «Производство сварных конструкций» учащиеся должны:

знать на уровне представления:

научные и практические достижения в области сварочного производства;

систему точности геометрических параметров;

знать на уровне понимания:

принципы разработки и освоения технологических процессов и сборочно-сварочного оборудования;

принципы проектирования технологических процессов на сборку и сварку металлоконструкций;

методы оптимизации технологических процессов;

методы контроля качества сварных конструкций;

виды и режимы термообработки сварных конструкций;

методику расчёта расхода сварочных материалов;

требования к точности геометрических параметров;

основы расчета допусков и предельных размеров;

виды погрешностей измерений;

технологии заготовительных работ и устройства применяемого оборудования;

меры по обеспечению ресурсосбережения в сварочном производстве;

технические условия, требования и нормы, предъявляемые к процессу изготовления сварных конструкций;

уметь:

разрабатывать технологические процессы на сборку и сварку металлоконструкций;

выбирать необходимые методы сборки и сварки;

составлять технологический процесс сборки-сварки сварной конструкции;

выбирать оборудование, технологическую оснастку, инструмент, находить оптимальные варианты их использования;

выбирать методы контроля качества и методы предотвращения сварочных деформаций при разработке технологических процессов;

определять трудоёмкость изготовления сварных конструкций;

оформлять технологическую документацию;

пользоваться стандартами, технической и справочной литературой в области сварочного производства;

расшифровывать нормы точности, обозначенные на чертежах.

Учебной программой определены цели изучения каждой темы, спрогнозированы результаты их достижения в соответствии с уровнями усвоения учебного материала.

Для закрепления теоретического материала и формирования у учащихся необходимых умений учебной программой предусмотрено проведение практических работ.

С целью систематизации, углубления, закрепления и практического применения полученных теоретических знаний и практических умений, формирования навыков самостоятельной работы при решении профессиональных задач, настоящей программой предусмотрено выполнение курсового проекта (работы). Темы курсовых проектов и задания по курсовому проектированию разрабатываются преподавателем учебного предмета «Производство сварных конструкций», обсуждаются на заседании цикловой комиссии специальностей в области сварочного производства учреждения образования и утверждаются председателем цикловой комиссии.

В целях контроля усвоения программного учебного материала предусмотрено проведение одной обязательной контрольной работы, задания для которой разрабатываются преподавателем учебного предмета «Производство сварных конструкций» и обсуждаются на заседании цикловой комиссии специальностей в области сварочного производства учреждения образования.

В учебной программе по учебному предмету «Производство сварных конструкций» приведены критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся, разработанные в соответствии с Правилами проведения аттестации учащихся, курсантов при освоении содержания образовательных программ среднего специального образования; минимальный перечень средств обучения, необходимый для обеспечения образовательного процесса, список используемых источников.

Общие методические рекомендации

Основная форма учебной работы учащегося-заочника – самостоятельное изучение учебного предмета по рекомендуемым учебникам, учебным пособиям и техническим нормативным правовым актам с учетом данных методических рекомендаций. При изучении учебного предмета учащемуся кроме приведенного перечня рекомендуемой литературы следует пользоваться дополнительными источниками, а также средствами сети Интернет и периодической технической литературой, в которых освещаются последние достижения в области производства сварных конструкций.

Изучение учебного предмета для учащихся заочной формы обучения рассчитано на два семестра. В соответствии с учебным планом учащийся должен прослушать курс лекций и выполнить домашнюю контрольную работу. Форма окончательного контроля знаний по учебному предмету – экзамен.

В период экзаменационных сессий проводятся обзорные и практические учебные занятия. На обзорных учебных занятиях освещаются наиболее сложные вопросы учебного предмета, излагается материал, недостаточно полно отраженный в учебных пособиях, сообщаются сведения о новых достижениях науки и техники в области производства сварных конструкций. На практических занятиях учащиеся закрепляют теоретические знания, полученные в результате самостоятельного изучения программного материала, и приобретают необходимые практические навыки.

В результате изучения учебного предмета учащиеся выполняют курсовой проект и сдают экзамен.

Общие методические рекомендации по выполнению домашней контрольной работы

Целью контрольной работы является закрепление знаний, полученных при изучении курса. При написании работы необходимо проявить навыки самостоятельной работы, показать умение пользоваться литературными источниками, НПА и ТНПА, фактическим материалом.

Начинать работу надо с тщательного изучения методических рекомендаций по изучаемому учебному предмету. Далее следует подобрать необходимую литературу.

Обязательно ознакомиться с требованиями СТУ 01-32 по оформлению текстовых документов и требованиями настоящих методических рекомендаций по оформлению домашней контрольной работы.

В процессе написания работы можно привлечь дополнительную литературу, более углубленно рассматривающую различные аспекты темы и вышедшую после опубликования методических рекомендаций. В случае затруднения в выборе литературы или написании ответов на задания можно обратиться за консультацией к преподавателю.

При использовании литературных источников в виде правил, положений, нормативных правовых и технических нормативных правовых актов, инструкций

и т.п., состоящих из пунктов и параграфов, ответ должен излагаться в повествовательной форме.

Особенно ценно, если ответы на вопросы будут подкреплены материалами из опыта работы учащегося, опыта работы предприятия или материалами, публикуемыми в периодической печати.

Работа выполняется по индивидуальному варианту, соответствующему шифру учащегося.

Номера вопросов для каждого варианта определяются по таблице вариантов по двум последним цифрам шифра следующим образом. По горизонтали находят последнюю цифру своего шифра, а по вертикали – предпоследнюю. На пересечении определяют клеточку с номерами вопросов, на которые необходимо ответить.

Домашняя контрольная работа содержит 100 вариантов. Каждый вариант заданий содержит три теоретических вопроса, охватывающих все разделы курса, и две задачи.

Учащийся допускается к сдаче экзамена по учебному предмету «производство сварных конструкций» только после выполнения домашней контрольной работы с оценкой «Зачтено».

Выполненную домашнюю контрольную работу необходимо своевременно (согласно учебному графику) выслать в колледж.

Зачтенная домашняя контрольная работа предъявляется перед экзаменом.

Учащиеся, получившие домашнюю контрольную работу после проверки, должны внимательно ознакомиться с рецензией и с учетом замечаний и рекомендаций доработать отдельные вопросы или устранить замечания до экзамена.

Незачтенная домашняя контрольная работа дорабатывается и после чего сдается (высылается) в колледж на повторное рецензирование.

Требования к оформлению домашней контрольной работы

При выполнении домашней контрольной работы необходимо соблюдать следующие требования:

- 1) домашнюю контрольную работу выполнить самостоятельно и оформить в ученической тетради строго в соответствии с вариантом учащегося. Страницы должны быть пронумерованы;
- 2) работа должна быть написана четко, разборчиво, с полями для замечаний;
- 3) на обложке контрольной работы указывать:
 - наименование учебного предмета;
 - фамилию, имя, отчество учащегося;
 - номер учебной группы;
 - шифр;
- 4) вопросы домашней контрольной работы (условие задачи) должны быть переписаны полностью, по порядку. На каждый вопрос тут же дается ответ (к задаче приводится решение);
- 5) ответ должен быть кратким, но достаточно полным, материал излагать своими словами, логически последовательно и не повторять текст учебника;
- 6) недопустимо дословное переписывание литературных источников, особенно устаревших. Как правило, не следует использовать периодическую печать, учебники, брошюры и статьи более чем десятилетней давности издания;
- 7) каждый ответ на вопрос (задачу) начинать с новой страницы;
- 10) фактические данные, примеры, графических материалов необходимо приводить по ходу изложения вопросов и лишь в отдельных случаях давать в виде приложения в конце работы, сделав при этом ссылку по тексту на приложение;
- 11) чертежи, схемы, графики, эскизы следует выполнять карандашом в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (далее – ЕСКД);
- 12) **сканирование рисунков запрещается** (за исключением сложных для графического отображения вручную). **Подписанные надписи выполняются строго вручную;**
- 13) если есть необходимость привести цитаты из литературы, цифровые данные, примеры, то в обязательном порядке на них должны быть ссылки по тексту, а первоисточник приводится в списке используемых источников;
- 15) в конце домашней контрольной работы указывать литературу, с использованием которой она выполнена, дата написания работы, подпись учащегося.

Критерии оценки выполнения домашней контрольной работы

Отметка «Зачтено» выставляется при выполнении следующих условий:

- работа выполнена самостоятельно и аккуратно оформлена;
 - работа выполнена в полном объеме, в соответствии с заданием;
 - работа в целом выполнена в соответствии с требованиями
- СТУ 01-32, а графический материал в соответствии с требованиями ЕСКД;

- ответы на все теоретические вопросы даны полно, последовательно, в требуемых случаях иллюстрированы схемами, графиками, диаграммами и др., правильно употребляются научно-техническая терминология, НПА и ТНПА;

- задачи решены и оформлены верно;

- приведен список используемых источников.

Работа может быть зачтена, если она содержит единичные несущественные ошибки:

- описки, не искажающие сути ответа на теоретические вопросы (решения задач);

- неточности, допущенные при ответе на теоретические вопросы;

- отсутствие выводов в процессе освещения вопросов (решения задач);

- отсутствие списка используемых источников или несоответствие его оформления СТУ 01-32;

- отсутствие даты написания домашней контрольной работы и подписи учащегося.

Отметка «Незачтено» выставляется при выполнении одного или нескольких условий:

- работа выполнена небрежно, неразборчивым почерком;

- не раскрыто основное содержание двух и более заданий или есть грубые ошибки в заданиях;

- работа выполнена не по своему варианту;

- работа или отдельные вопросы (задачи) в работе освещены не в соответствии с вариантом задания;

- работа выполнена не в полном объеме.

Работа может быть не зачтена, если она содержит следующие существенные ошибки:

- ответы на теоретические вопросы полностью переписаны из учебной литературы, НПА и ТНПА без адаптации к контрольному заданию;

- ответы на два и более теоретических вопроса (задачи) списаны у коллег;

- неправильно употребляется научно-техническая терминология, НПА и ТНПА, единицы измерения;

- работа выполнена самостоятельно.

Программа учебного предмета и методические рекомендации по её изучению

Введение

Цели и задачи учебного предмета. Его взаимосвязь с другими учебными предметами.

История и перспективы развития сварочных процессов.

Структура предприятия. Типы производства.

Организация производственного процесса. Современные производственные технологические процессы изготовления сварных конструкций.

Литература: [2], с. 3; 228-229

Методические рекомендации

Во введении следует в первую очередь познакомиться с перечнем тем, рассматриваемых в курсе, задачами учебного предмета и уяснить её роли для будущей работы по специальности.

Важно помнить, что задачами данного учебного предмета является изучение современных производственных процессов, способов сборки и сварки, оборудования для сборки и сварки, методов разработки комплекта документации на технологический процесс сборки и сварки.

Курсовой проект по учебному предмету является самостоятельной работой учащегося и ставит своей задачей систематизировать, обобщить и проверить усвоение программного материала по учебным предметам специальности. Курсовой проект включает:

- разработку технологического процесса сборки и сварки сварных конструкций (на стандартных бланках);
- пояснительную записку (объемом 20-25 листов);
- графическую часть (не превышающую 2 листов формата А1).

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что такое производственный процесс?
- 2 Какие типы производства вы знаете и какова их краткая характеристика?
- 3 Что такое технологический процесс?

Раздел 1 Классификация сварных конструкций

Классификация сварных конструкций: по целевому назначению; по характерным особенностям их работы; по способу получения заготовок.

Типы сварных конструкций: балки, колонны, решетчатые конструкции, детали машин и аппаратов, корпусные транспортные конструкции, конструкции, испытывающие избыточное давление.

Виды сварных соединений и типы швов. Особенности их эксплуатации

Литература: [2], с. 30-35; [4], с. 60-70

Методические рекомендации

Изучение вопросов темы следует начинать с рассмотрения основных принципов классификации. Огромное разнообразие сварных конструкций затрудняет их классификацию, поэтому необходимо выбрать те принципы, которые позволят четко выделить определяющие признаки той или иной конструкции. Так как каждая сварная конструкция состоит из деталей, то начинать классификацию необходимо с технологического принципа их изготовления. Затем, ознакомившись с назначением некоторых сварных конструкций разбить их на 2 группы: машиностроительные и строительные. Следует обратить внимание на классификацию по ответственности: особо ответственные, ответственные и малоответственные, лучше сопровождая её примерами. Технология сварки многих конструкций зависит от толщины стенок, поэтому важно знать, какие являются тонко, – а какие толстостенными. Наиболее важной представляется классификация по конструктивно – технологическому признаку, в основу которой положена общность геометрии швов и технологии их выполнения, а также оборудования, которое участвует в процессе.

Уяснить различие понятий сварной шов и сварное соединение. Обратит внимание на особенности работы различных сварных швов и сварных соединений при разнообразных видах нагружения сварной конструкции.

Основные типы и конструктивные элементы сварных швов, выполненных дуговыми способами сварки, установлены соответствующими стандартами: ГОСТ 5264-80, ГОСТ 8713-79, ГОСТ 14771-76 и др.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Какие типы сварных конструкций по целевому назначению вы знаете и какова их краткая характеристика?
- 2 Какие типы сварных конструкций по способу получения заготовок, подлежащих сварке вы знаете?
- 3 Что такое балка и колонна?
- 4 Какие типы сварных соединений вы знаете и какова их схематическое изображение?

Раздел 2 Технологические процессы изготовления сварных конструкций

Тема 2.1 Техническая документация на сварочные технологические процессы

Виды технической документации: конструкторская и технологическая документация, их состав.

Строительные нормы и правила (СНиП) и правила охраны труда. Ведомственная документация на производство сварных конструкций.

Правила и порядок заполнения технологической документации на сборочно-сварочные работы.

Литература: [3], с. 50-56

Методические рекомендации

В первую очередь познакомиться с понятиями конструкторская и технологическая документация. Уяснить что входит в их состав. Ознакомиться с разнообразием нормативных правовых актов в области производства сварных конструкций. Обратить внимание на правила охраны труда при изготовлении сварных конструкций.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что входит в состав конструкторской документации?
- 2 Что входит в состав технологической документации?
- 3 Что входит в состав комплекта документов на технологический процесс?

Тема 2.2 Технологичность сварных конструкций

Технологичность сварных конструкций. Требования, предъявляемые к сварным конструкциям, анализ технологичности.

Основные направления улучшения технологичности: экономия материалов и энергоресурсов при производстве сварных конструкций, снижение трудоемкости изготовления, экономия времени.

Литература: [2], с. 80-90; [5], с. 4-11

Методические рекомендации

Изучение этой темы следует начать с определения признаков технологичной конструкции. Затем ознакомиться с методами отработки конструкций на технологичность, уяснить, что этот процесс комплексный. Далее рассмотреть требования и вопросы, которые требуется решить при отработке технологичности, разобраться с методикой оценки технологичности конструкций.

Важным этапом при отработке изделия на технологичность является оценка возможности разбивки сварных конструкций на технологичные подузлы.

Уяснить требования, предъявляемые к сварным конструкциям, анализ их на технологичность изготовления. Обратить внимание на основные направления улучшения технологичности: экономия материалов и энергоресурсов при производстве сварных конструкций, снижение трудоемкости изготовления, экономия времени.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что влияет на технологичность сварных конструкций?
- 2 Каковы требования технологичности, предъявляемые к сварным конструкциям?
- 3 Каковы основные направления улучшения технологичности и какова их краткая характеристика?

Тема 2.3 Технические условия на изготовление сварных конструкций

Технические условия на изготовление сварных конструкций, их назначение, содержание, разработка и согласование.

Общие и дополнительные технические условия, их требования.

Требования к свариваемым и сварочным материалам, к способам заготовки деталей, к сборке, к сварке, к контролю качества сварных соединений и устранению дефектов сварных конструкций.

Литература: [4], с. 43-48; [5], с. 4-11

Методические рекомендации

Перед тем, как приступить к изучению данной темы необходимо ознакомиться с состоянием подготовки производства на вашем предприятии. Необходимо различать общие и дополнительные технические условия на изготовлении сварной конструкции, которые приводятся на конструкторских чертежах.

Ознакомиться с понятием технические условия на изготовление сварных конструкций. Уяснить их состав и правила составления.

Обратить внимание на технические условия на основные материалы, на сварочные материалы, на заготовку деталей, на сборку под сварку, на сварку и на контроль качества сварных конструкций.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Каковы основные технические условия: кем разрабатываются, что в себя включают?
- 2 От чего зависит длина прихватки?
- 3 Чем определяются технические условия на сборку и сварку?

Раздел 3 Нормирование точности

Тема 3.1 Размеры, допуски и посадки. Единая система допусков и посадок

Понятие основных видов размеров и отклонений: номинальный, действительный, предельные размеры; верхнее предельное отклонение, нижнее предельное отклонение, действительное отклонение.

Допуск на размер. Поле допуска на размер. Схемы расположения полей допусков.

Типы посадок: посадки с гарантированным зазором, посадки с гарантированным натягом, переходные посадки. Системы образования посадок: система отверстия, система вала. Условия образования посадок. Параметры, характеризующие посадки.

Единая система допусков и посадок (далее – ЕСДП): назначение, понятия интервалов номинальных размеров и квалитетов, таблицы предельных отклонений размеров.

Условные обозначения на чертежах размеров и посадок, выполненных в различных системах,

Литература: [4], с. 30-55

Методические рекомендации

Ознакомиться с Единой системой допусков и посадок (далее – ЕСДП): назначение, понятия интервалов номинальных размеров и квалитетов, таблицы предельных отклонений размеров.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Какие типы посадок вы знаете?
- 2 Каковы условные обозначения на чертежах размеров и посадок, выполненных в различных системах?

Тема 3.2 Отклонения и допуски формы и расположения поверхностей

Основные понятия: «форма», «элемент», «номинальный элемент», «реальный элемент», «прилегающий элемент».

Требования к точности формы и расположения плоских и цилиндрических деталей: отклонения и допуски формы поверхностей, отклонения расположения поверхностей, суммарные отклонения и допуски формы и расположения поверхностей.

Условные обозначения на чертежах отклонений и допусков формы и расположения поверхностей.

Литература: [4] с.43-48

Методические рекомендации

Ознакомиться с основными понятиями, требованиями к точности формы и расположения плоских и цилиндрических деталей, условными обозначениями на чертежах отклонений и допусков формы и расположения поверхностей.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что такое отклонение допуска формы?
- 2 Что такое отклонение допуска размера?

Тема 3.3 Шероховатость поверхности

Шероховатость поверхности: понятие, определение и параметры шероховатости поверхности.

Условные обозначения шероховатости поверхности на чертежах.

Методы измерения шероховатости поверхности. Средства контроля и измерения шероховатости поверхности.

Литература: [4] с.43-48

Методические рекомендации

Ознакомиться с понятием, определением и параметрами шероховатости поверхности, условными обозначениями на чертежах шероховатости поверхности.

Вопросы для самоконтроля

1 Что такое шероховатость поверхности?

2 Что такое Rz?

Раздел 4 Заготовительные операции

Тема 4.1 Материалы для изготовления сварных конструкций

Свариваемость металлов для изготовления сварных конструкций. Группы свариваемости. Методы оценки свариваемости. Методика выбора материала на основе оценки свариваемости для изготовления сварных конструкций.

Стальной прокат (листовой, профильный и трубный), применяемый при изготовлении сварных конструкций: марки, сортамент, механические и химические свойства.

Литература: [4] с.29-40

Методические рекомендации

Ознакомиться с основными материалами, используемыми для изготовления сварных конструкций.

Уяснить их марки, химический состав и механические свойства.

Обратить внимание на то, что широкое распространение в промышленности наряду со сталью получили цветные металлы и сплавы. Обладая значительно меньшей плотностью по сравнению со сталями, способностью хорошо работать в условиях низких температур, сплавы на основе алюминия и титана применяются в авиации, судостроении, строительстве. Использование полимеров и композитных материалов для изготовления конструкций (трубопроводов, оболочковых конструкций и др.) является одним из путей экономии металла и более рационального его использования.

Изучить формулы для определения свариваемости. Обратить внимание на влияние различных элементов на свариваемость стали и методы оценки свариваемости.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Какова классификация металлоконструкций, применяемых для изготовления сварных конструкций?
- 2 Какие механические свойства материалов, используемых для изготовления сварных конструкций, наиболее значимы и дайте их определения?
- 3 Как определяется свариваемость материалов?

Тема 3.2 Виды заготовительных операций и оборудование

Выбор и обоснование заготовительных операций. Заготовительные работы: правка, рубка, резка, штамповка, огневые виды работ, их зависимость от материалов, размеров деталей, типа производства. Оборудование для правки, рубки, штамповки, очистки заготовок

Литература: [4], с. 29-40; [5], с. 32-45

Методические рекомендации

Ознакомиться с основными заготовительными операциями. Кроме того, нужно знать чётко, как записывается та или иная операция в техкарте и в целом изучить методику заполнения маршрутных карт.

Уяснить область их использования и сущность процессов.

Обратить внимание на оборудование для правки, рубки, штамповки, очистки заготовок.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Какие способы правки вы знаете?
- 2 Каковы основные методы химической очистки заготовок?
- 3 Что такое разметка и наметка?

Раздел 5 Сборочно-сварочные операции

Тема 5.1 Технологический процесс изготовления сварных конструкций

Виды технологической документации для разработки технологического процесса сборки и сварки сварной конструкции.

Маршрутная технология. Операции, переходы, рабочие приемы, движения.

Литература: [3], с. 43-48

Методические рекомендации

Ознакомиться с основными терминами с определениями: технологический процесс, переход, операция.

Обратить внимание на разнообразие технологических документов для разработки технологий сборки-сварки сварной конструкции.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что такое операция и переход?
- 2 В чем различие понятий производственного и технологического процессов?
- 3 Что входит в состав комплекта документов на технологический процесс сборки и сварки?

Тема 5.2 Выбор схемы сборки

Разделение сварных конструкций на узлы и подузлы, выбор оптимального варианта. Составление схемы сборки. Разработка маршрутной технологии.

Способы сборки сварных конструкций: балочных, рамных и решетчатых конструкций, сварных труб и монтаж трубопроводов, корпусных конструкций и сварных деталей машин, изготовление негабаритных емкостей и сооружений, сварных сосудов, работающих под давлением, постановка прихваток при сборке.

Требования по охране труда при производстве работ.

Литература: [2], с. 97-101; [3], 45-48

Методические рекомендации

При изучении этой темы необходимо ознакомиться со всеми схемами сборки, широко используемыми при производстве сварных конструкций. Нужно выделить отличительные особенности последовательностей, полной и параллельно-последовательной схем, выяснить для каких конструкций и почему они рекомендованы. Ознакомиться с основными принципами разделения свариваемых конструкций на узлы. Уяснить правила разработки маршрутной технологии.

Обратить внимание на особенности постановки прихваток при сборке в различных сварных конструкциях.

Вопросы для самоконтроля

- 1 У какой из схем сборки самый короткий цикл сборки?
- 2 Какие основные правила сборки листовых конструкций, балочных конструкций и трубопроводов?
- 3 Каковы основные правила постановки прихваток при сборке?

Тема 5.3 Оборудование для сборки сварных конструкций

Оборудование, применяемое при сборке (сборочные приспособления, кантователи, стенды): конструкция и принцип работы оборудования.

Литература: [2], с. 97-101; [3], 45-48

Методические рекомендации

Ознакомиться с основными способами сборки листовых конструкций, балок, узлов машин, трубопроводов. Изучить конструкцию и принцип работы оборудования, применяемого при сборке: вращатели, стенды, хомуты, сборочные приспособления.

Обратить внимание на область использования различных способов сборки сварных конструкций.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что собой представляют сборочные приспособления?
- 2 Какая технологическая оснастка и инструмент применяются для сборки сварных конструкций?
- 3 Какие прижимные элементы используют в сборочных приспособлениях?

Тема 5.4 Нормирование сборочных операций

Способы нормирования сборочных работ.

Технические нормы времени на выполнение сборочных работ.

Определение основного, вспомогательного и общего времени сборки.

Литература: [2], с. 97-101; [3], 45-48

Методические рекомендации

Ознакомиться с основными способами нормирования сборочных работ. Изучить правила нормирования сборочных операций.

Обратить внимание на формулы для определения основного, вспомогательного и общего времени сборки.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Какова формула определения основного времени?
- 2 Какова формула определения вспомогательного времени?
- 3 Какова формула расчёта штучного времени на сборку конструкции?

Тема 5.5 Выбор способа сварки

Выбор способа сварки в зависимости от степени механизации и автоматизации сварного производства, серийности изготовления сварных конструкций, трудоемкости работ. Обоснование выбора способа сварки

Литература: [2], с. 4-9; 120-136

Методические рекомендации

При ознакомлении с вопросом выбора способа сварки следует помнить о его важности при выполнении аналогичной работы в курсовом и дипломном проектах. Необходимо серьезно подходить к выбору и обоснованию способа сварки, которому должен предшествовать конструктивно-технологический анализ. Это химическая активность основного материала, его толщина, конфигурация, протяженность и расположение швов в пространстве и многие другие факторы. Прежде, чем остановить выбор на каком-либо конкретном способе сварки необходимо проанализировать наиболее возможные преимущества и недостатки вероятных вариантов.

Причём нужно уяснить, что выбор способа сварки зависит от типа производства и особенностей конструкции.

Обратить внимание на достоинства и недостатки каждого способа сварки и как они влияют на область их использования при производстве сварных конструкций.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Какой способ сварки наиболее эффективен при массовом производстве?
- 2 Какие способы сварки экономически более эффективны в условиях единичного производства?
- 3 Какой способ сварки является наиболее трудоемким?

Тема 5.6 Выбор и расчёт режимов сварки

Параметры режимов дуговой и контактной сварки.

Способы определения и расчета режимов сварки: аналитический, табличный, по графикам, экспериментальный.

Литература: [3], с. 60-67

Методические рекомендации

При изучении материала по подбору и расчёту режимов рекомендуется использовать знания по учебной дисциплине «Технология сварки плавлением». Ознакомиться с основными параметрами режима различных видов сварки, их влиянием на качество изготовления сварных конструкций.

Обратить внимание на достоинства и недостатки каждого способа определения режимов.

Вопросы для самоконтроля

1 В чем заключается аналитический способ определения параметров режима сварки?

2 В чем заключается способ определения параметров режима сварки по таблицам и графикам?

3 В чем заключается экспериментальный способ определения параметров режима сварки?

Тема 5.7 Выбор сварочных материалов

Критерии выбора сварочных материалов, применяемых при различных видах сварки: электродов, присадочной проволоки, защитных материалов (флюса, газов).

Литература: [2], с. 9-12

Методические рекомендации

При изучении вопроса о назначении сварочных материалов следует исходить из требования равнопрочности сварного соединения, выбранного способа сварки, условий эксплуатации сварной конструкции, а также санитарно-технических требований. Ознакомиться с основными правилами выбора сварочных материалов для различных способов сварки, их влиянием на качество изготовления сварных конструкций.

Обратить внимание на технико-экономические показатели различных способов сварки.

Вопросы для самоконтроля

1 От чего зависит выбор покрытых электродов для ручной дуговой сварки?

2 Чем определяется выбор защитного газа для сварки?

3 Каковы формулы расчёта расхода электродов, проволоки, флюса, газа и электроэнергии?

Тема 5.8 Выбор сварочного оборудования

Критерии выбора сварочного оборудования, применяемого при различных видах сварки и его обоснование: в зависимости от способа и режима сварки

Литература: [2], с. 9-12

Методические рекомендации

Ознакомиться с основными правилами выбора сварочного оборудования для различных способов сварки. Изучить влияние их технических характеристик на качество изготовления сварных конструкций.

Обратить внимание на технико-экономические показатели при выборе сварочного оборудования.

Вопросы для самоконтроля

- 1 От каких факторов зависит выбор сварочного оборудования?
- 2 Как влияет напряжение холостого хода источника питания на энергоёмкость?
- 3 В чем заключается принцип действия инверторного источника питания?

Тема 5.9 Маршрутная карта сборки-сварки сварных конструкций

Последовательность сборки-сварки сварных конструкций.

Составление маршрутной карты сборки-сварки сварных конструкций.

Литература: [4], с. 19-49

Методические рекомендации

Ознакомиться с оптимальной последовательностью сборки-сварки различных типов сварных конструкций. Изучить правила составления маршрутной технологии сборки-сварки сварных конструкций.

Обратить внимание на правила оформления технологических процессов сборки-сварки балочных, рамных и решетчатых конструкций на маршрутных картах.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Что содержит маршрутная карта сборки и сварки конструкции?
- 2 В чем заключается последовательность операций сборки-сварки балочных конструкций?
- 3 Какова последовательность операций сборки-сварки рамных конструкций?

Тема 5.10 Нормирование сборочно-сварочных операций

Методика нормирования технологических процессов сборки-сварки сварных конструкций.

Технические нормы времени: на сборку металлоконструкций под сварку, на сборку узлов и механизированную сварку, на автоматическую сварку в среде защитных газов и под слоем флюса, на контактную сварку.

Литература: [3], с. 270-279

Методические рекомендации

Ознакомиться с основными способами нормирования технологических процессов сборки-сварки сварных конструкций. Изучить технические нормы времени на сборку металлоконструкций под сварку, технические нормы времени на механизированную и автоматическую сварку в среде защитных газов и под слоем флюса, а также контактную сварку.

Обратить внимание на формулы для определения основного, вспомогательного и общего времени сборки-сварки сварной конструкции.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Какова формула определения штучного времени на сборку-сварку конструкции при сварке в защитных газах?
- 2 Какова формула определения штучного времени на сборку-сварку конструкции при контактной сварке?

Раздел 6 Напряжения и деформации при сварке

Основные сведения о сварочных напряжениях и деформациях: механизм и причины возникновения, мероприятия для предотвращения и уменьшения напряжений и деформаций при изготовлении листовых, тавровых, трубных конструкций.

Способы исправления и устранения деформированных участков: термическая, механическая и термомеханическая обработка.

Литература: [2], с. 47-90

Методические рекомендации

Ознакомиться с основными терминами с определениями: напряжения, деформации. Изучить меры их предотвращения и уменьшения при изготовлении листовых, тавровых, трубных конструкций.

Обратить внимание на возможность исправления деформированных узлов при помощи термической, механической и термомеханической обработки.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Какие мероприятия позволяют снизить или предотвратить сварочные деформации?
- 2 Какие мероприятия позволяют снизить или предотвратить сварочные напряжения?
- 3 Каковы способы термической обработки для исправления деформированных участков конструкции?

Раздел 7 Термическая обработка сварных конструкций

Тема 7.1 Виды термической обработки

Сущность термической обработки.

Назначение термообработки сварных швов и узлов: получение заданной структуры, снятие напряжения и др.

Виды термообработки: отпуск, нормализация, отжиг, старение.

Литература: [2], с. 47-90

Методические рекомендации

При изучении материала по видам термообработки рекомендуется использовать знания по учебной дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов», Ознакомиться с видами и областью использования термообработки для исправления дефектов сборки-сварки.

Обратить внимание на возможность исправления деформированных узлов при помощи термической, механической и термомеханической правки.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Когда требуется предварительный подогрев деталей перед сваркой?
- 2 Как можно снять сварочное напряжение с помощью термообработки?
- 3 Когда применяется проковка сварного шва?

Тема 7.2 Выбор режима термической обработки сварных конструкций

Способы нагрева обрабатываемых сварных швов и узлов: индукционный, электрический, газопламенный, контактный.

Оборудование для нагрева: индукторы, электропечи сопротивления, газопламенные горелки. Регистрирующие приборы и датчики.

Выбор температуры нагрева обрабатываемых сварных швов металлоконструкций.

Время выдержки при температуре нагрева. Скорость и среда охлаждения.

Литература: [3], с. 101-118

Методические рекомендации

Изучить способы нагрева обрабатываемых сварных швов и узлов: индукционный, электрический, газопламенный, контактный. Ознакомиться с конструкцией и принципом работы оборудования для нагрева.

Обратить внимание на особенности выбора температуры нагрева обрабатываемых сварных швов конструкций, времени выдержки при температуре нагрева, скорости и среды охлаждения.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Какова формула для расчёта температуры предварительного подогрева?
- 2 От чего зависит скорость нагрева и охлаждения?
- 3 Как производится нагрев газопламенной горелкой?

Раздел 8 Контроль качества сварных соединений

Понятие «контроль качества сварных соединений» и назначение.

Неразрушающие методы контроля: метод внешнего осмотра форм, размеров и дефектов; радиационный, магнитный, ультразвуковой методы, контроль непроницаемости.

Разрушающие методы контроля: механическое испытание сварных швов и соединений; металлографическое исследование сварных швов и соединений, специальные испытания с целью получения характеристик сварных соединений.

Измерительный инструмент. Оборудование для неразрушающих и разрушающих методов контроля.

Оформление результатов контроля.

Литература: [3], с. 67-80

Методические рекомендации

Изучить основные методы контроля сварных соединений и области их рационального использования.

При выборе метода контроля учитывается не только назначение сварной конструкции, но и возможность использования метода на предприятии-изготовителе изделия или строительно-монтажной площадке. Далее следует отметить, что система контроля характеризуется такими взаимосвязанными параметрами, как объект контроля, метод контроля, средства контроля, документация на контроль, условия контроля, исполнитель. Повышение категории (качества) сварного соединения требует применения более совершенных методов, средств, документации, более высокой классификации контроллеров.

Обратить внимание на достоинства и недостатки каждого способа контроля.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Как производится металлографическое исследование сварных швов?
- 2 Обоснование выбора метода контроля
- 3 Какие дефекты проверяются внешним осмотром?
- 4 Какой инструмент используется при визуальном методе контроля?
- 5 В каких документах отражаются методы, инструменты и результаты контроля?
- 6 Какое оборудование используется для ультразвукового метода контроля?

Раздел 9 Расчет количества сварочных и вспомогательных материалов, технологической оснастки, инструмента, электроэнергии

Расчет количества сварочных материалов: сварочной проволоки, защитных газов, флюсов, электродов для ручной дуговой и контактной сварки, охлаждающей жидкости.

Выбор и расчет технологической оснастки, инструмента в зависимости от конструкции сварных узлов и типа производства.

Расчет расхода электроэнергии на технологические нужды в зависимости от способа сварки, типа оборудования, программы выпуска сварной конструкции.

Литература: [2], с. 14-17; 91-105; [3], с. 123-126

Методические рекомендации

Ознакомиться с формулами для определения количества сварочной проволоки, защитных газов, флюсов, электродов для ручной дуговой и контактной сварки, охлаждающей жидкости, расхода электроэнергии на технологические нужды.

Обратить внимание на факторы, оказывающие влияние на экономическую эффективность изготовления сварных конструкций.

Вопросы для самоконтроля

- 1 Какова формула для расчёта массы наплавленного металла?
- 2 Как осуществляется расчет технологической оснастки, инструмента в зависимости от конструкции сварных узлов и типа производства?
- 3 Какова формула расчёта электроэнергии на технологические нужды?

Список используемых источников

- 1 СТУ 01-32-2019. Стандарт учреждения. Общие требования к оформлению текстовых документов.
- 2 Лукьянов, В. Ф. Изготовление сварных конструкций в заводских условиях / В.Ф.Лукьянов, В.Я.Харченко, Ю.Г.Людмирский. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2013. – 315 с.
- 3 Чебан, В.А. Сварочные работы / В.А.Чебан. – 6-е издание. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. – 412 с.
- 4 Белоконь, В.М. Производство сварных конструкций / В.М.Белоконь. – Могилев: МГТУ, 2003. – 213 с.
- 5 Маслов, Б.Т. Производство сварных конструкций. [Текст]:учебник для вузов / А.П. Выборнов, Б.Т Маслов.– М.: Акадея–, 2008.– 256с.
- 6 Завистовский, В.Э. Допуски, посадки и технические измерения : учеб. пособие / В.Э. Завистовский, С.Э. Завистовский. 2-е изд., испр. Минск : РИПО, 2016. 278 с.
- 7 Овчинников, В.В. Производство сварных конструкций / В. В. Овчинников. – Москва: Инфра-М, Форум, 2015. – 288 с.

Задания на домашнюю контрольную работу по учебному предмету «Производство сварных конструкций»

- 1 Типы производства, их характеристика
- 2 Правила выбора типа производства. Приведите примеры обоснованного выбора
- 3 Структура предприятия, на котором вы работаете
- 4 Классификация сварных конструкций по различным признакам
- 5 Типы сварных конструкций по характеру силовых нагрузок, их характеристика
- 6 Типы сварных соединений и швов, эскизы
- 7 Виды конструкторской и технологической документации
- 8 Понятие технологичности сварных конструкций. Требования технологичности
- 9 Общие и дополнительные технические условия на изготовление сварных конструкций. Примеры
- 10 Листовые, профильные металлы, трубы для изготовления сварных конструкций, их марки, сортамент
- 11 Понятие свариваемости сталей, оценка свариваемости
- 12 Влияние различных элементов на свариваемость сталей. Оценка свариваемости стали
- 13 Классификация сталей по группам свариваемости
- 14 Правка металла, оборудование для правки
- 15 Правка листового металла, схемы, способы правки
- 16 Правка профильного металла, схемы, способы правки
- 17 Основы выбора усилия для правки металла
- 18 Разметка и наметка, инструмент и оборудование
- 19 Механическая резка металла, инструмент и оборудование
- 20 Термическая резка металла, инструмент и оборудование
- 21 Резка профильного металла
- 22 Основные способы тепловой резки, способы уменьшения деформирования деталей при резке
- 23 Гибка заготовок и деталей из профильного металла
- 24 Гибка листового проката
- 25 Механические способы очистки металла
- 26 Химическая очистка металла
- 27 Очистка поверхностей заготовок металла из цветных материалов и сплавов
- 28 Ультразвуковой, газопламенный и другие способы очистки металла
- 29 Понятие технологического процесса. Операции, переходы, проходы. Обозначение
- 30 Варианты разделения сварных конструкций на узлы
- 31 Составление схемы сборки-сварки
- 32 Порядок постановки прихваток при сборке
- 33 Применение прихваток при сборке, назначение и рекомендации при их постановке

- 34 Выбор и обоснование способа сварки
- 35 Параметры режимов для дуговой сварки
- 36 Технические нормы времени на сборку и сварку
- 37 Виды термообработки, их краткая характеристика
- 38 Неразрушающие методы контроля сварных соединений, их краткая характеристика
- 39 Разрушающие методы контроля сварных соединений, их краткая характеристика
- 40 Меры предотвращения сварочных деформаций и напряжений
- 41 Понятие сварочных деформаций и напряжений, характеристика
- 42 Выбор и обоснование сварочного оборудования
- 43 Ресурсосберегающие мероприятия при производстве сварных конструкций
- 44 Оборудование для сборки: сборочные приспособления, кантователи, стенды
- 45 Критерии оптимального выбора основного материала
- 46 Пост для механизированной сварки в CO_2 : оборудование, оснастка
- 47 Оборудование для сборки трубопроводов
- 48 Виды технологических документов для сборки и сварки конструкций
- 49 Оборудование для сборки балок
- 50 Изготовление двутавровых балок в индивидуальном производстве
- 51 Последовательность наложения сварных швов при изготовлении двутавровых балок
- 52 Производство балок коробчатого сечения
- 53 Изготовление решетчатых конструкций по разметке
- 54 Изготовление решетчатых конструкций по копиру
- 55 Особенность изготовления башен и вышек
- 56 Изготовление цилиндрического резервуара при применении метода рулонирования
- 57 Изготовление сферических резервуаров полистовым и блочным методами
- 58 Изготовление сферических резервуаров из двух полушарий
- 59 Изготовление сферических резервуаров из меридиальных лепестков
- 60 Изготовление рамных конструкций

Задачи

Задача 1

Оцените свариваемость стали согласно варианту. Исходные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для задачи 1

Вариант	Марка стали
---------	-------------

0	10XCHД
1	14ГC
2	12ХМ
3	Ст. 3пс
4	09Г2
5	14Г2
6	17ГC
7	15XCHД
8	14Г2АФ
9	14ХГC
Примечание. Номер варианта задачи определяется по последней цифре шифра.	

Пример решения задачи 1

Оцените свариваемость стали 09Г2C.

Решение

По таблице 1.1 определим химический состав стали.

Таблица 1.1 – Химический состав сталей

Марка стали	Содержание элементов, %						
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Другие элементы
Ст3пс	0,14-0,2 2	0,05-0,1 7	0,40-0,85	<0.3	<0.3	<0.3	
09Г2	<0.12	0,17-0,3 8	1,40-1,80	<0.3	<0.3	<0.3	
14Г2	0,12-0,1 8	0,17-0,3 7	1,20-1,60	<0.3	<0.3	<0.3	
17ГC	0,14-0,2 0	0,40-0,6 0	1,0-1,40	<0.3	<0.3	<0.3	
09Г2C	<0,12	0,50-0,8 0	1,30-1,70	<0.3	<0.3	<0.3	
10XCHД	<0,12	0,80-1,1 0	0,50-0,80	0,6-0,9	0,5-0, 8	0,4-0, 6	

17ХГ	0,16 - 0,21	0,17 - 0,37	0,90 - 1,10	0,70 - 0,90	< 0,03	< 0,3	
12ХМ	< 0,16	0,17 - 0,37	0,4 - 0,7	0,08 - 1,1	< 0,3	< 0,2	Mo=0,4-0,5 5 Al <0,2
15ХСНД	0,12 - 0,18	0,4 - 0,7	0,4 - 0,7	0,6 - 0,9	0,3 - 0,6	0,2 - 0,4	V < 0,12, Ti < 0,04, Al <0,05
08Х13	< 0,08	< 0,8	< 0,8	12 - 14	< 0,6	< 0,3	Mo < 0,3; V, Ti, W < 0,2
14ХГС	0,11 - 0,16	0,4 - 0,7	0,9 - 1,3	0,5 - 0,8	<0,3	<0,3	

Результаты заносим в таблицу 1.2

Таблица 1.2 – Химический состав стали

Марка стали	Содержание элементов, %					
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu
09Г2С	<0,12	0,30-0,80	1,30-1,70	<0,3	<0,3	<0,3

Свариваемость стали 09Г2С можно определить по эквиваленту углерода

$$C_{\text{э}} = C + \frac{Mn}{20} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cr + Mo + V}{10}, \quad (1)$$

где C – содержание углерода, %;

Mn – содержание марганца, %;

Ni – содержание никеля, %;

Cr – содержание хрома, %;

Mo – содержание молибдена, %;

V – содержание ванадия, %.

$$C_{\text{э}} = 0,10 + \frac{1,6}{20} + \frac{0,3}{15} + \frac{0,3}{10} = 0,23\%$$

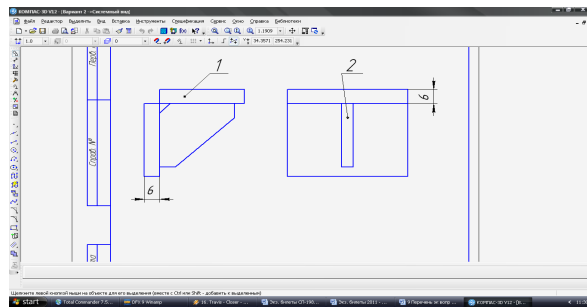
По расчетам $C_{\text{э}} = 0,23\%$, что соответствует интервалу $C_{\text{э}} = (0,2 \dots 0,45\%)$. Следовательно, сталь 09Г2С хорошо свариваются, т.е. не требуют предварительного подогрева и последующей термообработки.

Задача 2

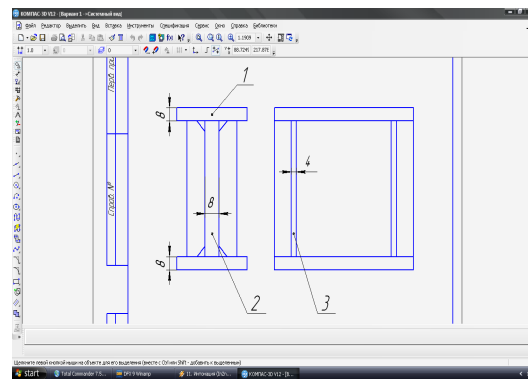
Обозначьте сварные швы на чертеже. По справочной литературе подберите параметры режима сварки, уточните расчётом скорость сварки и скорость подачи проволоки. Определите расход сварочных материалов. Исходные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Исходные данные для задачи 2

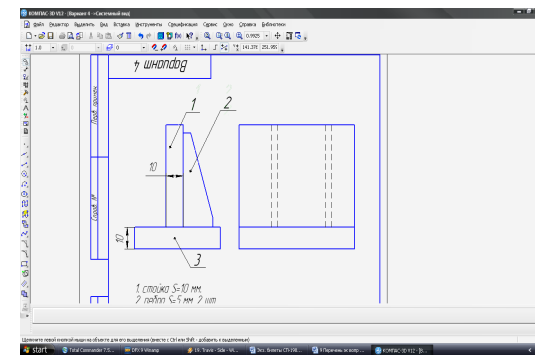
Вариант	Чертеж сварной конструкции	Способ сварки	Особые условия	Плотность материала $\rho_{Me}, \text{г/см}^3$
0	1а	Механизированная в 82%Ar+18%CO ₂	Усиление шва снять	7,8
1	1б	РДС	Усиление шва снять	7,82
2	1в	Механизированная в 75%Ar+25%CO ₂	Обеспечить плавный переход	7,85
3	1г	Механизированная в 70%Ar+30%CO ₂	Усиление шва снять	7,83
4	1д	РДС	Шов по замкнутому контуру	7,81
5	1е	РДС	Шов по замкнутому контуру	7,84
6	1ж	Механизированная в 80%Ar+20%CO ₂	Усиление шва снять	7,79
7	1и	Механизированная в 78%Ar+22%CO ₂	Обеспечить плавный переход	7,78
8	1к	РДС	Шов на монтаже	7,77
9	1л	Механизированная в 82%Ar+18%CO ₂	Шов на монтаже	7,76
Примечание. Номер варианта задачи определяется по последней цифре шифра.				



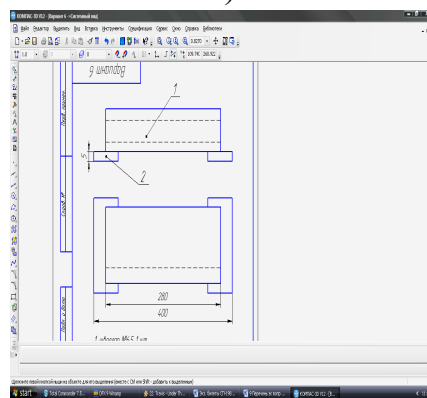
а)



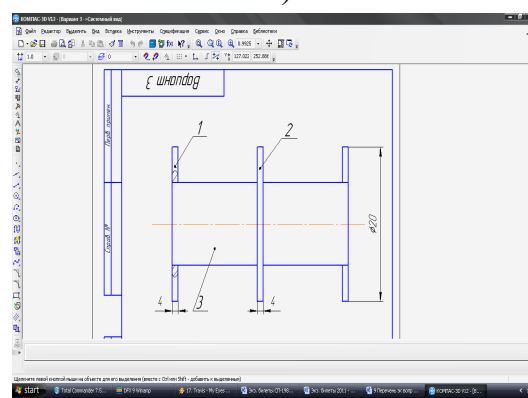
б)



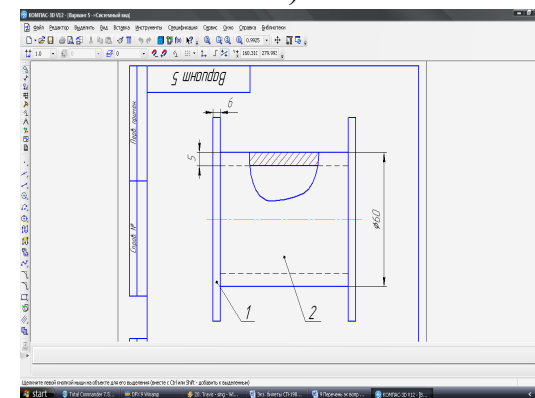
в)



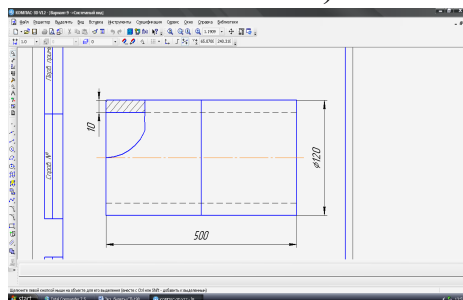
г)



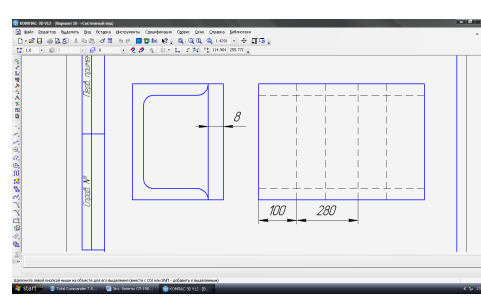
д)



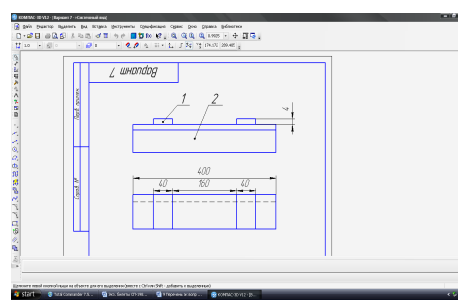
е)



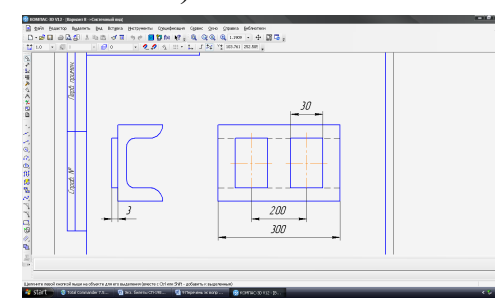
ж)



и)



к)



л)

Методические рекомендации к решению задачи 2

По справочной литературе подберите основные параметры режима сварки.
Скорость сварки определяется по формуле

$$V_{св} = \frac{\alpha_n \times I_{св}}{\rho_{Me} \times F_{ш} \times 100} V_{св} = \frac{\alpha_n \times I_{св}}{\rho_{Me} \times F_{ш} \times 100}, \quad (2)$$

где α_n – коэффициент наплавки, г/А час;
 $\alpha_n = 8 \dots 10$ г/А час – при ручной дуговой сварке;
 $\alpha_n = 12 \dots 14$ г/А час – при сварке в среде защитных газов;
 $\alpha_n = 13 \dots 16$ г/А час – при сварке под флюсом;
 $I_{св}$ – сила сварочного тока, А;
 ρ_{Me} – плотность металла, г/см³;
 $F_{ш}$ – площадь поперечного сечения наплавленного металла за один проход, см².

Площадь наплавленного металла зависит от типа сварного соединения и определяется по формулам соответственно:

- для угловых швов

$$F_{ш} = \frac{k^2}{2} \times a \times \sin \alpha \quad F_{ш} = \frac{k^2}{2} \times a \times \sin \alpha, \quad (3)$$

где k – катет сварного шва, см;
 a – коэффициент выпуклости сварных швов:
 $a = 0,9$ – для вогнутых швов;
 $a = 1,0$ – для нормальных швов;
 $a = 1,2$ – для выпуклых швов;
 α – угол, под которым свариваются детали.

- для стыковых швов

$$F_{ш} = b \times h_{нл} + \frac{3}{4} \times e \times q \quad F_{ш} = b \times h_{нл} + \frac{3}{4} \times e \times q, \quad (4)$$

где b – зазор между деталями, см;
 e – ширина валика сварного шва;
 q – высота валика сварного шва.

Скорость подачи сварочной проволоки определяется по формуле

$$V_{п.пр} = \frac{\alpha_n \times I_{св}}{\rho_{Me} \times F_э \times 100}, \quad (5)$$

где $F_э$ – площадь сечения электрода, см².

$$F_3 = \frac{\pi \times d_3^2}{4}$$

Масса наплавленного металла $m_{\text{нм}}$, г (перевести в кг), определяется по формуле

$$m_{\text{нм}} = F_{\text{ш}} \times \gamma \times l \quad m_{\text{нм}} = F_{\text{ш}} \times \gamma \times l, \quad (6)$$

где $F_{\text{ш}}$ - площадь сечения, см^2 ;

γ - удельная плотность металла, г/см^3 ;

l - длина шва, см.

Расход электродов при ручной дуговой сварке $m_{\text{эл}}$, кг, определяется по формуле

$$m_{\text{эл}} = K_p \times m_{\text{нм}}, \quad (7)$$

где K_p - коэффициент расхода, учитывающий потери электродов на огарки, угар и разбрызгивание металла (см. таблицу 3);

$m_{\text{нм}}$ - масса наплавленного металла.

Таблица 3 – Коэффициент расхода K_p при различных способах сварки

Способы сварки	K_p
Ручная дуговая сварка электродами марок:	
- ВСЦ-3, ОЗЛ-4, КУ-2	1,4
- АН-1, ОМА-11, АНО-1	1,5
- УОНИ-13/45, ВСП-1, МР-1, АМО-5, ОЗС-3, АНО-3, ОЗС-6, УП-1/5	1,6
- МР-3, НИАТ-6, ЗИО-7, АНО-4, ОЗС-4, К-5А, УОНИ-13/55	1,7
- ОММ-5, СМ-5, ВСЦ-2, ЦЛ-11	1,8
- УТ-15, ЦТ-17	1,9
- ОЗА-1, ОЗА-2	2,3
Автоматическая сварка под флюсом и электрошлаковая	1,02
Полуавтоматическая сварка под флюсом	1,03
Сварка неплавящимся электродом в инертных газах с присадкой:	
- ручная	1,1
- автоматическая	1,02
Автоматическая и полуавтоматическая сварка плавящимся электродом в инертных газах и в смеси инертных и активных газов	1,05
Автоматическая и полуавтоматическая сварка в углекислом газе и автоматическая сварка в смесях газов 50% ($\text{Ar} + \text{CO}_2$)	1,15

Расход проволоки при механизированной и автоматической сварке в CO_2 , $m_{\text{пр}}$, кг, определяется по формуле

$$m_{пр} = K_p \times T_{нм},$$

(8)

где K_p - коэффициент расхода, учитывающий неизбежные потери проволоки при сварке;

$m_{нм}$ - масса наплавленного металла, кг.

Расход углекислого газа определяется по формуле

$$T_{co2} = 1,5 T_{пр},$$

(9)

где m_{co2} - расход углекислого газа, кг;

$m_{пр}$ - масса расходуемой проволоки, кг.

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1; 21; 41	2; 22; 42	3; 23; 43	4; 24; 44	5; 25; 45	6; 26; 46	7; 27; 47	8; 28; 48	9; 29; 49	10; 30; 50
1	11; 31; 51	12; 32; 52	13; 33; 53	14; 24; 44	15; 35; 55	16; 36; 56	17; 37; 57	18; 38; 58	19; 39; 59	20; 40; 60
2	2; 32; 53	10; 33; 53	19; 34; 55	7; 21; 43	15; 29; 51	3; 21; 60	11; 29; 48	19; 37; 56	8; 26; 44	16; 35; 52
3	3; 33; 54	11; 34; 54	20; 35; 56	8; 22; 44	16; 30; 52	4; 22; 59	12; 30; 49	20; 38; 57	9; 27; 45	17; 34; 53
4	4; 34; 55	13; 35; 55	1; 36; 57	9; 23; 45	17; 31; 53	5; 23; 42	13; 31; 50	1; 39; 58	10; 29; 46	18; 37; 54
5	5; 35; 56	14; 36; 56	2; 37; 58	10; 24; 46	18; 32; 54	6; 24; 43	14; 32; 51	2; 40; 59	11; 28; 47	19; 36; 55
6	6; 36; 57	15; 37; 57	3; 38; 59	11; 25; 47	19; 33; 55	7; 25; 44	15; 33; 52	3; 22; 57	12; 31; 48	20; 39; 56
7	7; 37; 58	16; 38; 58	4; 39; 60	12; 26; 48	20; 34; 56	8; 26; 45	16; 34; 53	4; 21; 41	13; 30; 49	1; 38; 54
8	8; 38; 59	17; 39; 59	5; 40; 41	13; 27; 49	2; 35; 57	9; 27; 46	17; 35; 54	5; 24; 42	14; 33; 50	2; 21; 52
9	9; 39; 60	18; 31; 60	6; 32; 42	14; 28; 50	1; 36; 58	10; 28; 47	18; 36; 55	6; 23; 43	15; 32; 51	3; 22; 59
Примечание. Дополнительно к теоретическим вопросам необходимо решить задачи 1 и 2 каждому учащемуся в соответствии со своим вариантом. Вариант задач выбирается по последней цифре шифра.										