

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»

УТВЕРЖДАЮ
Директор колледжа
С.Н.Козлов
29.08.2025

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СВАРОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
ПО ИЗУЧЕНИЮ УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА,
ЗАДАНИЯ НА ДОМАШНЮЮ КОНТРОЛЬНУЮ РАБОТУ № 1
ДЛЯ УЧАЩИХСЯ ЗАОЧНОЙ ФОРМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ 5-04 0714-07
«ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ
СВАРОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА»

Автор: Луковская Е.О., Селиванова Ю.В. преподаватели
учреждения образования «Могилевский государственный
политехнический колледж»

Рецензент: Кочеулова Н.А., преподаватель учреждения
образования «Могилевский государственный политехнический
колледж»

Разработано на основе учебной программы по учебному предмету профессионального компонента учебного плана учреждения образования по специальности 5-04-0714-07 «Техническая эксплуатация оборудования и технология сварочного производства» для реализации образовательной программы среднего специального образования, обеспечивающей получение квалификации специалиста со средним специальным образованием, утвержденной директором колледжа, 2025

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

Пояснительная записка

Программа по учебному предмету «Ресурсосберегающие технологии в сварочном производстве» (далее – программа) предусматривает изучение основ сбережения материальных, энергетических ресурсов, уменьшения трудоемкости при сборке, сварке, резке и пайке материалов.

Цель изучения учебного предмета «Ресурсосберегающие технологии в сварочном производстве» - формирование компетентности будущих специалистов в области рационального использования современных сберегающих технологий сборки, сварки, резки и пайки, новых технологичных сварочных материалов и оборудования, ознакомление с системами автоматизированного проектирования, позволяющими повысить производительность изготовления сварных конструкций.

Усвоение программного учебного материала базируется на знаниях, полученных при изучении таких учебных предметов, как «Технология и техническая эксплуатация оборудования газопламенной обработки металлов», «Технология сварки плавлением», «Технология и техническая эксплуатация оборудования сварки давлением», «Механизация и автоматизация сварочного производства», «Производство сварных конструкций», «Сварка и пайка неметаллических материалов».

В целях контроля усвоения программного учебного материала программой предусмотрено выполнение домашней контрольной работы и проведение обязательной контрольной работы.

В результате изучения учебного предмета учащиеся должны знать на уровне представления:

- виды ресурсов в сварочном производстве;
- научные и практические достижения в области сварочного производства;
- способы интенсификации процессов при производстве сварных конструкций;
- меры по обеспечению ресурсосбережения в сварочном производстве;
- основные направления государственной политики в области ресурсо- и энергопользования, охраны окружающей среды и энергосбережения;
- методы и средства уменьшения промышленных загрязнений;

- возможности систем автоматизированного проектирования (САПР), используемые в профессиональной деятельности;

знать на уровне понимания:

- принципы разработки и освоения новых технологических процессов и нового сборочного и сварочного оборудования;

- методы оптимизации технологических процессов;

- ресурсосберегающие характеристики прогрессивных способов сварки плавлением, давлением, пайки, термической и механической резки;

- методы проектирования сварных конструкций с учетом ресурсосбережения;

- методику работы с программным информационным обеспечением для проектирования сварных конструкций;

- способы рационального использования топливно-энергетических ресурсов при производстве сварных конструкций;

- основные стадии проектирования сварных конструкций с использованием САПР;

уметь:

- использовать принципы построения и оптимизации технологических схем производства сварных конструкций;

- осуществлять выбор новых эффективных способов сварки, пайки, термической резки с учетом ресурсосбережения;

- использовать различные источники получения информации о достижениях в области сварки для решения задач ресурсосбережения;

- создавать и редактировать чертежи в графическом редакторе.

Общие методические рекомендации по выполнению домашней контрольной работы № 1

Результатом самостоятельной учебной деятельности по изучению учебного предмета является выполнение домашней контрольной работы.

Прежде, чем приступить к выполнению домашней контрольной работы, учащийся должен:

- ознакомиться с программой учебного предмета и методическими рекомендациями по ее изучению;

- изучить учебный материал по темам программы. Учебный материал целесообразно изучать в той последовательности, которая предусмотрена программой учебного предмета. Качественное усвоение информации по каждой новой теме возможно только в случае проработки предыдущего учебного материала;

- изучив и проанализировав рекомендуемую литературу, отобрать материал для выполнения домашней контрольной работы;

- ознакомиться с требованиями СТУ 01.32-2019 «Стандарт учреждения. Общие требования к оформлению текстовых документов».

Задания для выполнения домашней контрольной работы составлены в 100 вариантах. Вариант домашней контрольной работы определяется по двум последним цифрам шифра учащегося и состоит из пяти заданий.

Домашняя контрольная работа выполняется в отдельной тетради четким и разборчивым почерком без исправлений и помарок. На обложке тетради указываются название учебного предмета, фамилия и инициалы учащегося, его номер учебной группы и шифр. Текст работы пишется разборчиво, грамотно, без сокращений. Работа оформляется с учетом требований СТУ 01.32-2019. При оформлении ответов на каждой странице обязательны поля (3 – 4 см) для замечаний рецензента.

На первой странице следует указать номер варианта и перечислить номера вопросов. Содержание каждого вопроса воспроизводится полностью (согласно заданию по варианту) непосредственно перед ответом.

В конце работы указывается список используемых источников, оформленный в соответствии с СТУ 01.32-2019, ставится дата окончания работы и подпись учащегося.

Ответы на вопросы должны быть полными, конкретными, по существу заданного вопроса, иметь необходимые иллюстрации

(графики, эскизы, схемы, рисунки и т.д.). Все иллюстрации должны быть увязаны с текстом ответов и иметь названия. Не допускается механическое переписывание текста из учебных пособий, а также воспроизведение информации, не относящейся к сути поставленного вопроса.

Работа предоставляется на заочное отделение в срок, установленный учебным графиком.

Объём домашней контрольной работы должен составлять не менее 10-15 страниц учебной тетради.

Домашняя контрольная работа, выполненная не в соответствии с вариантом или не в полном объеме, не будет зачтена. Не зачтенная работа должна быть исправлена и до начала лабораторно-экзаменационной сессии предоставлена на заочное отделение.

Критерии оценки домашней контрольной работы № 1

Качество домашней контрольной работы оценивается, прежде всего, по ее содержанию и оформлению. При оценке учитывается насколько правильно и самостоятельно даются ответы на поставленные вопросы, в какой степени используются рекомендованные источники.

Домашняя контрольная работа оценивается отметкой «зачтено», если правильно выполнено не менее 75% задания и имеются недоработки:

- допущены незначительные ошибки в оформлении (оформление ответов, титульного листа, списка используемых источников, рисунков, схем и таблиц);

- допущены незначительные ошибки в ответах на поставленные вопросы.

Домашняя контрольная работа оценивается отметкой «не зачтено», если:

- работа не соответствует шифру учащегося;
- работа выполнена менее чем на 75% или имеются существенные недостатки в нескольких ответах.

Учебная программа учебного предмета и методические рекомендации по его изучению

Введение

Цели и задачи учебного предмета «Ресурсосберегающие технологии в сварочном производстве», его связь с другими учебными предметами учебного плана, значение в подготовке специалиста

Основные сведения о достижениях отечественной и зарубежной техники и технологии в сварочном производстве

Экономии ресурсов

Литература: [6] с.9-15, [4] с.5-13,

Методические рекомендации

Сварочное производство охватывает широкий круг технологических процессов: заготовку, сборку, сварку, контроль качества, транспортировку, различные послесварочные операции. На всех этапах заготовительных, сборочных и сварочных операций изготовления сварных конструкций имеются неиспользованные резервы, которые позволяют значительно повысить эффективность производства. Комплекс мероприятий по внедрению ресурсосберегающих технологий требует большой подготовки и переподготовки рабочих и специалистов сварочного производства. Данная учебная дисциплина обобщает передовой производственный опыт по разработке и внедрению различных ресурсосберегающих технологий в сварочное производство.

Экономия ресурсов – это внедрение в производство ресурсосберегающих видов техники и технологий, позволяющих улучшить качество продукции и повысить производительность труда, поднять эффективность использования ресурсов и снизить материалоемкость машин и оборудования.

Раздел 1 Ресурсосберегающие технологии в производстве сварных конструкций

Тема 1.1 Характеристика ресурсов, используемых в сварочном производстве

Технологичность сварных конструкций. Основные направления улучшения технологичности

Выбор основного материала. Выбор сварочных материалов: электродов, флюсов, газов, проволоки. Технологические приемы экономии основных и сварочных материалов

Литература: [6], с.18-49, 68-73, 76-81

Методические рекомендации

Рациональность сварной конструкции зависит не только от того, как она обеспечивает требования эксплуатации (прочность, химическую и тепловую стойкость и т.п.), но и от ее технологичности.

Под технологичностью проектируемой конструкции понимают возможность изготовить ее в наиболее короткие сроки, с наименьшими затратами при высоком качестве.

Конструктор при проектировании сварного изделия учитывает как условия эксплуатации, так и технологический процесс изготовления данного изделия.

От правильного выбора основного металла для сварных конструкций в значительной мере зависят их эксплуатационная надежность и экономичность. В настоящее время сварные конструкции в основном изготавливают из углеродистых и низколегированных сталей, а также из алюминиевых и титановых сплавов.

В структуре себестоимости наплавленного металла при производстве сварных конструкций на долю сварочных материалов при механизированной сварке приходится 55...60% затрат. Рациональное и экономное их применение позволяет уменьшить потребность в материалах на равный объем выпуска, а также служит источником дополнительного выпуска сварных конструкций.

Одним из резервов является разработка и внедрение прогрессивных нормативов расхода электродов, сварочной проволоки, флюса, газа на основе действующих стандартов на сварные соединения с использованием современных достижений в технологии сварки и производстве материалов. При этом в сварочном производстве необходимо совершенствовать систему нормирования расхода сварочных материалов. Одновременно достигается экономия материальных, сырьевых, топливно-энергетических, трудовых и финансовых ресурсов в производстве.

При изучении данной темы следует особое внимание уделить вопросам выбора основного материала с учетом условий эксплуатации сварных конструкций и сварочных свойств самого материала. При рассмотрении вопросов, связанных с экономией сварочных материалов,

в первую очередь следует изучить рекомендации по снижению непроизводительных расходов покрытых электродов, а затем основные направления экономии сварочной проволоки, флюса и газов при механизированной и автоматической сварке.

Тема 1.2 Ресурсосберегающие технологии, используемые при сварке плавлением и контактной сварке

Методы повышения производительности сварки под флюсом.
Применение активирующих флюсов

Методы повышения качества сварных соединений и производительности сварки в защитных газах. Использование отходов производства для изготовления составов, предотвращающих налипание брызг Импульсно-дуговая механизированная сварка в защитных газах. Снижение потребления углекислого газа при сварке сталей

Методы повышения производительности газовой сварки

Методы повышения качества сварных соединений при контактной сварке

Литература: [6], с.85-111, [3], с.40-56

Методические рекомендации

Повышение производительности сварки под флюсом без ухудшения качества сварного шва возможно за счет одновременного увеличения скорости сварки и тепловой мощности дуги при сохранении и обеспечении оптимальной формы шва. Основным методом автоматической и механизированной сварок под флюсом является сварка одним электродом. Однако для повышения производительности процесса и качества сварного соединения применяют сварку двумя и более электродами, т. е. так называемую многоэлектродную или многодуговую сварку. Для повышения коэффициента расплавления электрода можно применять автоматическую и механизированную сварку под флюсом с увеличенным вылетом электрода. Сварка под флюсом на переменном токе более технологична (отсутствует магнитное дутье) и экономически целесообразна. Сварку под флюсом на постоянном токе прямой полярности применяют сравнительно редко в специальных случаях (сварка на медной или флюсомедной подкладках и др.).

При сварке в углекислом газе оптимальным является применение электродной проволоки малых диаметров (0,8 - 2,0 мм), тока высокой плотности и соответственно большой скорости плавления электрода.

При сварке на форсированных режимах тонкими проволоками наиболее целесообразной является плотность тока в электроде 250-450 А/мм². Увеличение диаметра электродной проволоки (при всех прочих равных условиях) сопровождается существенным уменьшением коэффициента наплавки, некоторым увеличением ширины шва и уменьшением глубины проплавления основного металла. Для повышения производительности процесса применяется сварка с повышенным вылетом сварочной проволоки. Этот способ эффективен при использовании тонкой проволоки. Несмотря на все преимущества данного способа, он имеет ряд недостатков, главными из которых являются нестабильность процесса и повышенное разбрызгивание электродного металла. Эту проблему позволяет решить импульсно-дуговая сварка в СО₂, а также применение эмульсий и составов, предотвращающих налипание брызг

Повышение производительности газовой сварки возможно за счет применения больших мощностей пламени, а также жесткого пламени (т. е. пламени с повышенными скоростями истечения горючей смеси из горелок). Более эффективным является применение «активированного» пламени, т. е. пламени с несколько повышенным количеством кислорода. Распространенными формами повышения производительности газовой сварки являются также использование местного или общего предварительного подогрева перед сваркой с применением дешевого топлива (печи на коксовом газе, горны и пр.). Рациональные методы повышения экономичности газовой сварки должны изыскиваться в каждом отдельном случае ее применения.

Главная задача при контактной сварке – уменьшить отвод тепла в электроды (ролики) от материала с более низкой теплоэлектропроводностью и обеспечить равномерное проплавление обеих деталей. При контактной сварке закаливаемых сталей или материалов большой толщины можно непосредственно после сварки использовать отпуск в той же машине дополнительным импульсом тока. Эффективным технологическим приемом для устранения дефектов в шве является применение проковки с усилием, в 2-3 раза превышающим сварочное усилие на электродах.

Производительность труда также повышается за счет механизации и автоматизации вспомогательных операций, которые составляют 80-90% общего нормированного времени.

При изучении данной темы особое внимание следует уделить именно технологическим приемам повышения производительности сварки и качества сварных соединений при каждом конкретном случае.

Тема 1.3 Ресурсосберегающее оборудование, используемое при проведении сварочных работ

Инверторные источники питания и их производители. Импульсные устройства стабилизации горения дуги переменного тока. Печи аэродинамического подогрева для термообработки сварочных материалов

Принцип действия модульной системы сварочного оборудования

Новые перспективные направления совершенствования машин для контактной сварки

Литература: [6] с.204-213, [3] с.258-263

Методические рекомендации

В настоящее время практически все мировые лидеры в области сварочного производства ориентированы преимущественно на разработку и производство инверторных сварочных источников питания. Принципиальное отличие инверторных источников питания от источников выполненных по традиционной схеме, заключается в том, что в инверторах сетевое напряжение выпрямляется и с помощью электронных ключей преобразуется в переменное напряжение, которое питает сварочный трансформатор с дальнейшим выпрямлением сварочного тока. Если раньше переход на инверторную технику был в основном обусловлен существенной экономией энергопотребления и снижением массы и габаритов, то в настоящее время развитие инверторной технологии и микропроцессорной техники обеспечивают возможность оптимизации и формирования сколь угодно сложных циклов сварки и форм внешней характеристики, тотального контроля за формированием, отрывом и переносом в сварочную ванну каждой капли присадочного металла и процессом плавления основного металла.

Экономичным и эффективным путем повышения устойчивости горения дуги является кратковременное увеличение напряжения на дуговом промежутке - только на время повторного возбуждения дуги с помощью специальных устройств - импульсных стабилизаторов горения дуги. Энергия импульса в стабилизаторах напряжения

накапливается в емкостном накопителе и инжектируется в цепь дуги через тиристорное разрядно-синхронизирующее устройство. Импульсные стабилизаторы чаще всего применяются при аргонодуговой сварке легких сплавов и являются неотъемлемой частью оборудования для этого процесса сварки.

Для прокаливания и сушки электродов в последнее время часто стали применять печи аэродинамического подогрева, имеющие принципиально отличный от традиционных механизм получения требуемой температуры нагрева - в них отсутствуют термоэлектрические, пламенные и другие нагреватели. Принцип действия новых печей основан на использовании эффекта аэродинамических потерь, создаваемого замкнутым скоростным потоком воздуха или газа при вращении центробежного вентилятора специальной конструкции.

Мультисистема представляет собой сложный комплекс устройств, избыточность которых повышает работоспособность системы, позволяя продолжать работу, даже когда какая-то часть системы выходит из строя. Мультисистема - модульная система сварочного оборудования, предлагающая наиболее эффективный комплект оборудования для всех методов сварки. Мультисистемы удобны тем, что могут сваривать все виды материалов, избавляют от необходимости использования многочисленного сварочного оборудования. Для автоматизации процесса источники могут подключаться к персональному компьютеру.

В настоящее время операции точечной и рельефной контактной сварки полностью автоматизированы, выполняются без непосредственного участия человека. Но этим операциям предшествует сборка деталей, а после сварки узлы необходимо снять с рабочего места, складировать или навесить на конвейер. Поэтому, когда речь идет о совершенствовании машин для контактной сварки, то в первую очередь имеются в виду механизация и автоматизация вспомогательных операций.

При изучении учебного материала по данной теме следует обязательно рассмотреть принцип действия ресурсосберегающего оборудования для сварки, определить возможности и преимущества данного оборудования. Особое внимание нужно уделить инверторным источникам питания и мультисистемам.

Тема 1.4 Современное оборудование и прогрессивные технологические процессы резки

Прогрессивные способы резки

Виды современного высокопроизводительного оборудования для резки: резаки, машины для кислородной резки, установки для плазменно-дуговой резки, установки для газолазерной резки

Литература: [6] с.221-230

Методические рекомендации

Процесс резания можно охарактеризовать как получение из исходного материала (например, лист металла) деталей определенной формы, которые подвергаются дальнейшей механической обработке в целях получения конечного продукта. В общем и целом можно выделить два основных способа обработки материалов – посредством механического и термического воздействия.

Понятие же «термическое резание» можно свести к общему определению «резание струей, потоком чего-либо». К этому способу относятся: резка лазером (поток световых частиц – фотонов), плазменная резка (поток ионизированных частиц), кислородная резка (поток струи кислорода, возможно с примесью порошка железа), резка водой (струя воды под высоким давлением – гидрорезка, с добавлением абразивной присадки – гидроабразивная резка), а также резка методом электрической эрозии.

Лазерная резка осуществляется потоком светящихся частиц или фотонов. Основными достоинствами этого способа являются достаточная экономичность, высокая скорость резки, возможность получения разнообразных форм и узоров различной сложности. При этом металл не деформируется, а линия среза получается довольно ровной, без зазубрин. Однако, некоторые материалы не могут быть разрезаны этим способом и есть ограничения по толщине разрезаемого металла.

Плазменная резка – высокопроизводительная технология для резки металла, основанная на использовании сжатой электрической дуги, обдуваемой газом (может использоваться кислород, азот, водород или аргон), который нагреваясь ионизируется, распадаясь на положительно и отрицательно заряженные частицы. Поток плазмы, достигая температуры в десятки тысяч градусов, плавит металл, удаляет расплавленную массу, оставляя ровный и гладкий разрез. Этот метод представляет особый интерес для резки нержавеющей стали и цветных металлов, а также для серийного производства металлических деталей. Он также является наиболее приемлемым в отношении цены и

качества. Стоит отметить и универсальность метода, поскольку он дает возможность резки на одном и том же оборудовании металлов различного вида.

Водоструйная резка металла производится струей жидкости, исходящей с высокой скоростью из специального сопла с малым диаметром (0,08-0,5 мм). При этом создается давление, превышающее предел прочности материала и осуществляющее резку.

Основными достоинствами водоструйной резки является то, что струя не меняет физико-механические свойства материала, а края не подвергаются термическому упрочнению, так как генерируемое в процессе резания тепло практически мгновенно уносится водой. Водоструйная резка - достаточно экономичный и доступный метод, позволяющий вырезать детали со сложными профилями и любым радиусом закругления, обеспечивая высокое качество разрезаемой поверхности.

Кислородная резка металла использует способность металла гореть в струе кислорода. Предварительно необходимо нагреть место резки (температура нагрева зависит от вида металла) и только после этого струя кислорода режет металл, удаляя при этом образующиеся оксиды. Этот способ применяется обычно для резки сталей толщиной от 1 до 300 мм. К достоинствам можно причислить возможность осуществления реза любой сложности, низкую стоимость оборудования и обслуживания, а также возможность резки металла толщиной до 300 мм.

Резка металла методом электрической эрозии основана на разрушении поверхностных слоев материала под влиянием внешнего воздействия электрических зарядов. Под воздействием электрического разряда, в канале которого образуется плазма с высокой температурой, происходит нагрев, расплавление и частичное испарение металла. Этот метод дает возможность резать толстолистовой материал (до 400 мм), либо сразу нескольких листов малой толщины, отличается высокой точностью резки.

Изучая данную тему, необходимо уяснить преимущества и недостатки каждого способа резки. Также следует рассмотреть особенности конструкции и принцип работы прогрессивного оборудования для резки.

Тема 1.5 Ресурсосбережение в пайке

Ресурсосберегающие методы пайки: индукционная пайка, пайка электроконтактным нагревом, пайка в печах, пайка кварцевыми лампами, экзотермическая пайка, пайка с наложением упругих колебаний. Ресурсосберегающие технологии пайки

Прогрессивное оборудование для пайки

Использование отходов в составах канифольных флюсов для пайки.

Литература: [6] с.231-235, [2] с.7-12

Методические рекомендации

Пайка - это процесс получения соединений с межатомными связями путем нагрева соединяемых материалов ниже температуры плавления, смачивания их припоем, затекания в зазор и последующей его.

По условиям нагрева пайка может осуществляться:

- паяльником,
- газовым пламенем,
- электродугой,
- электросопротивлением,
- индукционным нагревом,
- электронным лучом,
- лазером,
- нагревом в печах,
- погружением в расплавленную соль или расплавленный припой и

т.д.

При ручной контактной пайке (пайке паяльником) флюс подается отдельно или вместе с трубчатым припоем (заполненным канифолью).

Пайка газовым пламенем широко распространена в опытном и мелкосерийном производстве, а так же при паянии крупных и громоздких изделий. Главными достоинствами метода являются: незначительная стоимость оборудования, относительно легкое перемещение источника нагрева по отношению к нагреваемому изделию, возможность проведения нагрева независимо от формы и размеров спаиваемых изделий.

Пайка электродугой - это пайка, где для расплавления припоя используется нагрев с помощью вольтовой (электрической) дуги. В качестве припоя применяют, главным образом, жилы медных проводов.

Пайка электросопротивлением - процесс, протекающий за счет теплоты, выделяемой при прохождении электрического тока через

паяемые детали и токоподводящие элементы паяльных устройств, при этом соединяемые детали служат частью электрической цепи.

При пайке индукционным нагревом нагрев паяемых деталей происходит в результате выделения энергии высокочастотного электромагнитного поля. Поэтому индукционный нагрев массивных деталей с большой площадью спая имеет преимущества перед электроконтактным способом нагрева.

При пайке электронным лучом и лазером процесс нагрева электронным лучом основан на использовании кинетической энергии электронов, быстро движущихся в глубоком вакууме. Сжатый поток электронов (в магнитных и электростатических фокусирующих линзах) перемещается с большой скоростью от катода к аноду в сильном электрическом поле. Кинетическая энергия соударения электронов с поверхностью детали (анода) превращается в тепловую, что приводит к ее нагреву.

Пайка нагревом в печах обеспечивает равномерный нагрев и охлаждение конструкции, легко механизуется; это очень экономичный процесс при массовом и крупносерийном производствах, позволяет получать высокопрочные паяные соединения в труднодоступных местах.

Пайку погружением в соляных и флюсовых ваннах, а также в расплавленном припое применяют часто в отечественной и зарубежной промышленности. В соляных ваннах в качестве расплавов используют фтористый барий и хлористый кальций, которые способны удалять тонкие окисные пленки с поверхности низкоуглеродистых сталей, меди, латуни.

При пайке во флюсовых ваннах детали заключают в тигли из химически стойких материалов, например керамики, так как многие флюсы интенсивно растворяют материалы. Пайку погружением в расплавленный припой применяют в исключительных случаях для деталей сложной геометрической формы. Этот процесс неэкономичен, так как требует значительной затраты припоя.

При изучении данной темы следует рассмотреть не только сущность прогрессивных методов пайки, но и виды ресурсосберегающего оборудования, а также возможность использования отходов производства в составе паяльных флюсов.

Тема 1.6 Снижение трудоемкости изготовления сварных конструкций

Пространственная планировка рабочих мест при дуговой и контактной сварке. Способы снижения трудоемкости изготовления конструкций

Литература: [1], с.344-360

Методические рекомендации

К проекту стальных конструкций предъявляется ряд качественных требований, из которых важным является требование создания такой конструкции, которая для своего изготовления потребовала бы наименьшей затраты труда.

Затрата рабочего времени, необходимая на изготовление конструкции, выраженная в человеко-часах и отнесенная к 1 т конструкции, называется трудоемкостью изготовления конструкции. Обратная величина - количество тонн изготовленных конструкций в единицу времени - характеризует производительность труда. Чем меньше трудоемкость изготовления, тем выше производительность труда и тем больше снижение стоимости конструкции.

При изготовлении разных видов сварных конструкций 60 - 65% рабочего времени идет на операции, связанные со сборкой и сваркой деталей конструкции. Поэтому следует обращать особое внимание на факторы, связанные с этими операциями.

Очевидно, трудоемкость будет меньше у конструкции, имеющей меньшее число деталей (за счет укрупнения сортамента и уменьшения числа профилей), меньшую протяженность сварных швов и меньший объем наплавленного металла, меньшее число стыков, дополнительных ребер и т. п. Детали должны быть простыми в сборке. Автоматическая сварка значительно ускоряет процесс сварки (не говоря об улучшении качества). Сварные швы должны быть расположены так, чтобы их было легко и удобно заварить, преимущественно в нижнем положении.

При конструировании деталей конструкции следует стремиться к наибольшей повторяемости их, так как это благоприятствует использованию кондукторов, значительно снижающих трудоемкость сборки и сварки и повышающих точность изготовления.

Совместная проработка конструктивных и технологических вопросов приводит к решению, при котором выбранные конструктивные формы обеспечивают не только требуемую прочность, но и технологичность конструкции, а технологические приемы сборки и сварки облегчают механизацию производственных процессов и повышают работоспособность сварной конструкции.

При изучении учебного материала по данной теме следует определить все способы снижения трудоемкости сварных конструкций. Особое внимание необходимо уделить рассмотрению пространственной планировке рабочих мест как одному из факторов, снижающих трудоемкость изготовления сварных конструкций.

Вопросы для самоконтроля

1 Дайте понятия экономии ресурсов, технологичности сварных конструкций, резки, пайки, мультисистемы.

2 Объясните рациональность выбора основного металла с учетом энергосбережения.

3 Назовите методы рационального раскроя металлопроката.

4 Перечислите приемы, позволяющие сэкономить флюсы и газы.

5 Перечислите мероприятия, повышающие производительность сварки под флюсом.

6 Перечислите мероприятия, повышающие производительность газовой сварки.

7 Назовите основные направления экономии сварочной проволоки.

8 Перечислите методы, повышающие качество сварных соединений при сварки CO_2 .

9 Назовите преимущества импульсно-дуговой сварки в CO_2 угловых швов.

10 Опишите принцип действия и технические преимущества инверторных источников питания.

11 Назовите области применения импульсных стабилизаторов горения дуги.

12 Раскройте принцип действия печи аэродинамического подогрева.

13 Опишите возможную комплектацию мультисистемы КЕМРРІ.

14 Раскройте сущность лазерной резки.

15 Раскройте сущность поверхностной кислородной резки.

16 Опишите виды и маркировку резаков.

- 17 Опишите принцип действия установок для плазменно-дуговой резки.
- 18 Опишите процесс индукционной пайки.
- 19 Назовите преимущества паяных соединений перед сварными.
- 20 Перечислите факторы, влияющие на процесс сварки.
- 21 Объясните взаимосвязь правильной планировки оборудования и ресурсосбережения.

Раздел 2 Снижение трудоемкости проектирования конструкций с помощью информационных технологий

Тема 2.1 Обзор графических систем автоматизированного проектирования для создания чертежей

Обзор основных графических САПР для создания чертежей
Основные стадии проектирования конструкций с использованием САПР. Создание чертежа

Литература: [5] с.4-7, 199-215; [6] с.254-259

Методические рекомендации

Система автоматизированного проектирования - автоматизированная система, реализующая информационную технологию выполнения функций проектирования, представляет собой организационно-техническую систему, предназначенную для автоматизации процесса проектирования, состоящую из персонала и комплекса технических, программных и других средств автоматизации его деятельности.

Основная функция САПР состоит в выполнении автоматизированного проектирования на всех или отдельных стадиях проектирования объектов и их составных частей.

САПР решает задачи автоматизации работ на стадиях проектирования и подготовки производства.

Основная цель создания САПР – повышение эффективности труда инженеров, включая:

- сокращение трудоемкости проектирования и планирования;
- сокращение сроков проектирования;
- сокращение себестоимости проектирования и изготовления, уменьшение затрат на эксплуатацию;

- повышение качества и технико-экономического уровня результатов проектирования;

- сокращение затрат на натурное моделирование и испытания.

Эффективность применения САПР обеспечивается следующими ее возможностями:

- автоматизации оформления документации;

- информационной поддержки и автоматизации процесса принятия решений;

- использования технологий параллельного проектирования;

- унификации проектных решений и процессов проектирования (использование готовых фрагментов чертежей: конструктивных и геометрических элементов, унифицированных конструкций, стандартных изделий);

- повторного использования проектных решений, данных и наработок;

- стратегического проектирования;

- замены натуральных испытаний и макетирования математическим моделированием;

- повышения качества управления проектированием;

- применения методов вариантного проектирования и оптимизации.

Пакеты 2D моделирования, предназначенные для выполнения конструктором графических работ, условно подразделяются на следующие группы: пакеты двумерного черчения для начинающих пользователей (AutoCAD LT, T-FLEX CAD LT); пакеты двумерного проектирования для опытных пользователей (T-FLEX CAD 2D, AutoCAD), пакеты трехмерного параметрического моделирования, позволяющие создать трехмерное изображение геометрической модели с применением световых эффектов (теней, отражений и т. п.) (KOMnAC-3D, Cadmech для INVENTOR, CATIA, SolidEdge, SolidWorks, T-FLEX CAD 3D, UGS PLM Software, ProEngineer).

Пакеты двумерного черчения для начинающих пользователей содержат набор функций, ускоряющих разработку простых чертежей. Они автоматизируют работы по простановке размеров, шероховатостей и отклонений формы, разработке спецификаций, написанию технических требований, созданию штампа и рамок, определяющих габаритные размеры чертежного листа. Работу пользователя облегчает множество инструментальных панелей, положение и состав которых он может изменять по своему усмотрению. Многооконный графический пользовательский интерфейс с широким использованием пиктограмм

позволяет одновременно редактировать несколько чертежей, быстро осуществлять обмен данными между ними. Пакеты двумерного проектирования для опытных пользователей сокращают время на прорисовку стандартных и типовых элементов, облегчают анализ конструкции изделия, сводят к минимуму количество ошибок в чертежах, обеспечивают групповой (бригадный) метод проектирования.

При изучении учебного материала по данной теме следует определить основные возможности графических САПР, стадии проектирования конструкции в САПР.

Тема 2.2 Проектирование сварных конструкций при помощи Систем автоматизированного проектирования

Системы автоматизированного проектирования для создания комплекта документов технологического процесса сборки и сварки. Системы автоматизированного проектирования для расчета параметров режима сварки

Методы проектирования технологических процессов
Литература: [5] с.216-225; [6] с.260-265

Методические рекомендации

Сложность технологических процессов и ответственность принимаемых при их проектировании решений обуславливает целесообразность применения методов и средств САПР.

При автоматизации проектирования технологических процессов учитывают характер и взаимосвязи факторов, влияющих на построение технологического процесса и определяющих заданное качество изготавливаемых конструкций, экономическую эффективность.

Процесс формирования технологического процесса в общем случае – совокупность процедур структурного (на уровне маршрута, операции) и параметрического (на уровне перехода) синтеза с последующим анализом проектных решений.

Различают три основных метода проектирования технологических процессов:

- метод прямого проектирования;
- метод синтеза;
- метод анализа.

В реальной САПР ТП может быть реализован один метод или любая комбинация данных методов.

Метод прямого проектирования предполагает, что подготовка проектного документа (технологической карты) возлагается на самого пользователя.

Метод синтеза является универсальным методом, предназначенным для проектирования технологических процессов на детали и сборочные единицы для любых изделий.

В основе метода анализа лежат полные типовые решения. Данный метод исходит из того, что структура индивидуального технологического процесса не создается заново. Она определяется в соответствии с составом и структурой одного из унифицированных технологических процессов, т.е. соответствующего типового или группового технологического процесса.

Так как каждый метод имеет свои ограничения, то целесообразно использовать их совместно.

Одной из систем автоматизированного проектирования технологических процессов является «КОМПАС - АВТОПРОЕКТ». Данная система является разработкой компании «Аскон» (г. Санкт - Петербург). Она представляет собой интегрированный комплекс, который включает в себя подсистемы проектирования технологий (механической обработки, сборки, сварки, литья, расчета норм расхода материалов, режимов обработки и т.д.). В основу работы САПР ТП «КОМПАС - АВТОПРОЕКТ» положен принцип заимствования ранее принятых технологических решений. В процессе эксплуатации системы накапливаются типовые, групповые, единичные технологии, унифицированные операции, планы обработки конструктивных элементов и поверхностей. При формировании технологического процесса пользователю предоставляется доступ к архивам и библиотекам, хранящим накопленные решения.

В комплект разрабатываемой документации входят: титульный лист, карта эскизов, маршрутная, маршрутно - операционная, операционная карты ТП, ведомость оснастки, материалов и другие документы в соответствии с ГОСТ. В базовую поставку системы включены более 60 видов технологических карт.

Очевидно, что разработка САПР ТП только сварочных операций нецелесообразна. Для реального производства сварных конструкций применяются операции многих переделов, поэтому для охвата всего производственного цикла необходимы комплексные САПР ТП. Для обеспечения комплексности САПР ТП должны иметь средства

разработки технологии изготовления сварных конструкций с применением заготовительных операций, механообработки, термообработки, сборки, контроля, сварки и наплавки.

При изучении данной темы следует рассмотреть сущность основных методов проектирования техпроцессов. Целесообразно ознакомиться режимами разработки технологических процессов в САПР ТП «КОМПАС - АВТОПРОЕКТ».

Вопросы для самоконтроля

- 1 Дайте понятие САПР.
- 2 Назовите виды САПР, используемых в сварочном производстве.
- 3 Опишите порядок создания объемной детали в редакторе КОМПАС (или в другом графическом редакторе).
- 4 Опишите порядок обозначения сварного шва в редакторе КОМПАС (или в другом графическом редакторе).
- 5 Раскройте сущность метода прямого проектирования технологических процессов в САПР.
- 6 Назовите режимы разработки технологических процессов в САПР.

Основная литература

- 1 Банников, Е.А. Сварочные работы: современное оборудование и технология работ / Е.А. Банников, Н.А. Ковалев. М., 2009.
- 2 Колганов, А.Л. Сварочные работы: сварка, резка, пайка, наплавка : учеб. пособие / А.Л. Колганов. Ростов н/Д, 2003.
- 3 Компьютерное проектирование и подготовка производства сварных конструкций : учеб. пособие / С.А. Куркин [и др.]. М., 2002.
- 4 Медведев, С.В. Компьютерные технологии проектирования сборочно-сварочной оснастки / С.В. Медведев. Минск, 2000.
- 5 Милютин, В.С. Источники питания для сварки / В.С. Милютин, М.П. Шалимов, С.М. Шанчуров. М., 2007.
- 6 Павлюк, С.К. Ресурсосберегающие технологии в сварочном производстве / С.К. Павлюк, А.В. Лупачёв, В.Г. Лупачёв Минск: РИПО, 2019. – 272с.

Дополнительная литература

- 1 Березиенко, В.П. Совершенствование технологии контактной точечной и рельефной сварки / В.П. Березиенко, В.А. Попковский, С.Ф. Мельников. Минск, 1990.
- 2 Григорянц, А.Г. Основы лазерной обработки материалов / А.Г. Григорянц. М., 1989.
- 3 Куликов, В.П. Технология и оборудование сварки плавлением и термической резки / В.П. Куликов. Минск, 2003.
- 4 Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы международной научно-технической конференции : в 2 ч. / ред. И.С. Сазонов [и др.]. Могилев, 2012.
- 5 Повышение эффективности сварочного производства в машиностроении / А.Л. Исупов [и др.]. М., 1992.
- 6 Сварка. Резка. Контроль : справ : в 2 т. / под общ. ред. Н.П. Алешина, Г.Г. Чернышова. М., 2004.
- 7 Технология и оборудование контактной сварки / Б.Д. Орлов [и др.]. М., 1988.

Задания на домашнюю контрольную работу № 1 по учебному предмету «Ресурсосберегающие технологии в сварочном производстве»

- 1 Объясните сущность и значение экономии ресурсов.
- 2 Опишите критерии оптимального выбора основного материала.

3 Назовите основные направления снижения непроизводительных расходов покрытых электродов.

4 Объясните преимущества выбора низколегированных сталей перед углеродистыми при изготовлении сварных конструкций.

5 Перечислите основные направления экономии сварочной проволоки.

6 Перечислите методы повышения производительности сварки под флюсом.

7 Опишите способы снижения расхода газов.

8 Опишите технологические и энергетические мероприятия по экономии электроэнергии.

9 Приведите классификацию машины для кислородной резки и поясните их маркировку.

10 Охарактеризуйте импульсные стабилизаторы горения дуги переменного тока. Укажите назначение и принцип действия.

11 Опишите способы экономии флюсов.

12 Перечислите основные методы и специальные приёмы повышения качества соединений и производительности сварки в CO_2 .

13 Охарактеризуйте применение смеси $\text{Ar}+\text{CO}_2$, назовите преимущества, опишите оптимальный состав.

14 Опишите устройство, принцип действия и преимущества печи аэродинамического подогрева для термообработки сварочных материалов.

15 Назовите область применения графического редактора КОМПАС.

16 Дайте понятие САПР. Перечислите виды САПР и укажите их возможности.

17 Охарактеризуйте инверторные источники питания, назовите принцип действия, технические преимущества.

18 Опишите функциональную электрическую схему и принцип действия инверторного источника питания.

19 Назовите технические и технологические преимущества инверторных источников питания.

20 Перечислите вредные и опасные производственные факторы, опишите пути снижения их влияния.

21 Перечислите новые прогрессивные методы пайки и опишите их сущность.

22 Перечислите мероприятия, обеспечивающие экономию сварочных материалов.

23 Опишите импульсно-дуговую сварку в CO_2 угловых швов.

24 Опишите процесс лазерной резки, применяемое оборудование, преимущества и недостатки.

25 Опишите рациональные методы раскроя металлопроката.

26 Охарактеризуйте пространственную планировку рабочих мест для контактной сварки, ее взаимосвязь с экономией ресурсов.

27 Дайте понятие кислородной резки. Назовите и опишите виды кислородной резки.

28 Дайте понятие пайки. Перечислите преимущества и технологические возможности. Укажите условия образования качественного соединения пайкой.

29 Опишите прогрессивное оборудование для пайки.

30 Дайте понятие технологичности конструкции перечислите показатели оценки технологичности.

31 Раскройте влияние точности сварной конструкции на улучшение ее технологичности и на ресурсосбережение.

32 Опишите направления улучшения технологичности сварной конструкции.

33 Назовите виды термической резки, дайте их краткое описание.

34 Опишите методы снижения потребления CO_2 при сварке сталей.

35 Опишите установки для плазменно-дуговой резки, для газолазерной резки.

36 Назовите методы и специальные приёмы для повышения производительности газовой сварки.

37 Назовите помехи, возникающие при взаимодействии сварщика с оборудованием, узлом и внешней средой.

38 Опишите методы повышения качества сварных соединений при контактной сварке.

39 Опишите пространственную планировку рабочих мест для дуговой сварки, назовите ее взаимосвязь с экономией ресурсов.

40 Опишите новые прогрессивные методы термической резки.

41 Опишите сварочную мультисистему КЕМРРІ, ее возможную комплектацию, назовите преимущества.

42 Дайте понятие сварочной мультисистемы, опишите ее возможности.

43 Опишите возможности применения лазерных технологий в сварочном производстве и укажите влияние их применения на экономию ресурсов.

44 Назовите методы снижения трудоемкости изготовления сварных конструкций.

45 Объясните сущность основных методов проектирования технологических процессов в САПР.

Таблица 1 – Варианты заданий на домашнюю контрольную работу № 1 по учебному предмету
«Ресурсосберегающие технологии в сварочном производстве»

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5, 14, 18, 24, 31	1, 3, 11, 18, 36	10, 11, 23, 1, 29	1, 10, 19, 28, 33	2, 18, 26, 31, 37	7, 13, 21, 28, 33	6, 1, 15, 21, 38	4, 7, 13, 18, 28	2, 10, 17, 18, 32	10, 11, 16, 18, 29
1	1, 25, 35, 24, 7	17, 30, 12, 21, 34	40, 23, 8, 33, 19	2, 11, 20, 29, 6	4, 31, 34, 5, 20	2, 14, 17, 32, 34	2, 15, 31, 29, 11	1, 19, 22, 26, 30	2, 4, 31, 32, 39	16, 23, 18, 3, 35
2	2, 11, 20, 29, 45	3, 12, 21, 30, 14	4, 13, 22, 31, 40	5, 14, 23, 32, 6	6, 15, 24, 33, 17	7, 16, 25, 34, 8	8, 17, 26, 35, 9	9, 18, 27, 1, 10	10, 19, 28, 2, 11	1, 15, 21, 20, 35
3	24, 17, 33, 5, 10	25, 19, 23, 31, 41	7, 17, 19, 29, 32	3, 12, 21, 30, 45	41, 13, 4, 24, 19	2, 21, 30, 22, 16	4, 11, 31, 17, 18	9, 12, 14, 19, 30	9, 10, 13, 27, 28	7, 16, 18, 20, 27
4	31, 19, 23, 17, 24	8, 17, 28, 27, 5	2, 35, 14, 21, 32	4, 13, 22, 31, 42	2, 19, 22, 32, 35	42, 7, 11, 12, 16	4, 14, 15, 22, 30	9, 4, 12, 17, 43	10, 13, 17, 5, 44	2, 14, 16, 21, 27
5	29, 17, 13, 33, 24	10, 17, 27, 13, 44	34, 26, 18, 10, 43	5, 14, 23, 32, 45	18, 29, 15, 30, 16	7, 22, 14, 19, 33	21, 10, 17, 29, 36	1, 4, 13, 21, 44	19, 22, 10, 3, 9	14, 16, 23, 28, 37
6	9, 10, 11, 17, 30	6, 8, 20, 17, 9	7, 11, 9, 17, 25	6, 15, 24, 33, 10	31, 3, 9, 12, 38	14, 18, 27, 6, 35	34, 25, 18, 10, 7	20, 14, 28, 17, 39	3, 11, 22, 17, 29	13, 14, 22, 27, 30

Продолжение таблицы 1

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	2, 14, 15, 25, 36	4, 15, 10, 19, 24	18, 30, 35, 17, 3	7, 16, 25, 34, 37	31, 12, 21, 30, 16	28, 15, 10, 20, 8	7, 11, 9, 17, 26	31, 10, 17, 24, 38	4, 14, 24, 20, 32	8, 10, 11, 23, 33
8	3, 13, 18, 19, 20	9, 6, 21, 16, 39	10, 20, 31, 21, 34	8, 17, 26, 35, 12	20, 33, 30, 18, 40	22, 13, 27, 34, 10	18, 30, 3, 17, 8	15, 17, 27, 14, 41	2, 9, 18, 13, 20	7, 14, 16, 20, 21
9	9, 34, 16, 17, 6	2, 13, 26, 24, 42	11, 12, 22, 23, 25	9, 18, 27, 1, 43	14, 24, 34, 27, 16	1, 11, 43, 8, 18	2, 11, 17, 27, 28	1, 44, 29, 13, 16	1, 7, 11, 24, 25	8, 15, 45, 22, 23