

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

**ОСНОВЫ РАСЧЁТА
И КОНСТРУИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ
И ГОРОДСКИХ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

Методические указания
к лабораторным работам
по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»

Пенза 2016

УДК 621.791(075.8)

ББК 38.634я73

О-75

Рекомендовано Редсоветом университета
Рецензент – кандидат технических наук, доцент
О.Л. Викторова (ПГУАС)

О-75 **Основы** расчёта и конструирования зданий и городских инженерных сооружений: метод. указания к лабораторным работам по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» / Ю.М. Пучков. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 28 с.

Представлены методические рекомендации к выполнению лабораторных работ, предусмотренных рабочей программой по дисциплине «Основы расчёта и конструирования зданий и городских инженерных сооружений». К каждой лабораторной работе приводятся теоретическая часть, последовательность выполнения работы, задания на лабораторную работу, контрольные вопросы.

Методические указания подготовлены на кафедре «Городское строительство и архитектура» и предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство».

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2016
© Пучков Ю.М., 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

В соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования и рабочим учебным планом при изучении дисциплины Б1.В.ДВ.13 «Основы расчёта и конструирования зданий и городских инженерных сооружений» предусматривается выполнение лабораторных работ в 6-м семестре.

В данных методических указаниях приводятся лабораторные работы, посвященные различным видам сварки металлических конструкций: ручной дуговой, механизированной, автоматизированной, стыковой, контактной, газовой, а также резке металла, оборудованию постов сварки и технике безопасности при производстве сварочных работ.

Изучение методических указаний позволит сформировать следующие компетенции: знание нормативной базы, принципов проектирования сооружений; владение методами проектирования конструкций в соответствии с заданием с использованием систем автоматизированного проектирования; способность разрабатывать техническую документацию и оформлять проектно-конструкторские работы в соответствии с нормативными документами; знание научно-технической информации по профилю деятельности; владение математическим моделированием и системами автоматизированного проектирования; способность внедрять результаты исследований и практических разработок.

Лабораторная работа №1

РУЧНАЯ ДУГОВАЯ СВАРКА: СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССА

Теоретическая часть

Сваркой называется процесс получения неразъёмных соединений путём установления межатомных связей между соединяемыми элементами при их местном нагревании или пластической деформации либо при совместном действии того и другого, обеспечивающий необходимую прочность и пластичность сварного соединения.

По физическим признакам осуществляют классификацию сварки: по форме используемой энергии определяют класс сварки; по виду источника энергии определяют вид сварки.

По ГОСТ 19521–79 различают три класса сварки: термический, термомеханический и механический.

К термическому классу относятся виды сварки, осуществляемые плавлением: *электродуговая*, электронно-лучевая, плазменная, световая, газовая, термитная и др.

К термомеханическому классу относятся виды сварки, при которых используются тепловая энергия и давление: контактная, диффузионная, индукционно-прессовая, газопрессовая, термокомпрессионная, печная, кузнечная и др.

К механическому классу относятся виды сварки, производимые с использованием различных видов механической энергии и давления: холодная, взрывом, ультразвуковая, трением, магнитно-импульсная.

Кроме того, современные виды сварки подразделяются также по техническим и технологическим признакам.

Например, к техническим признакам относятся способ защиты металла в зоне сварки, непрерывность процесса, степень механизации сварки и т.д.

К технологическим признакам относят форму сварного соединения: контактная сварка точечная, шовная, стыковая и т.д.; род сварочного тока: переменный ток, постоянный ток, пульсирующий ток.

Электрошлаковая сварка классифицируется по виду электродов: проволочный, пластинчатый, плавящимся мундштуком и т.д.

Основная доля сварных соединений в строительстве выполняется электродуговой сваркой: *ручной*, механизированной и автоматической.

Ручная дуговая сварка (РДС)

В строительстве производится покрытыми металлическими электродами диаметром от 2 до 6 мм. Источниками сварочного тока могут быть сварочные трансформаторы переменного тока, выпрямители, инверторы и генераторы постоянного тока.

РДС применяется на заводах по изготовлению металлических и железобетонных конструкций, на строительных и монтажных площадках.

Около 70 % всех сварочных работ выполняется РДС, так как она имеет ряд преимуществ перед другими видами сварки (простота, дешевизна, мобильность оборудования, высокое качество металла шва, равнопрочность шва и основного металла, возможность выполнения сварки в труднодоступных местах и во всех пространственных положениях). Недостаток – сравнительно невысокая производительность.

Сущность процесса.

Электрическая сварочная дуга возбуждается и горит между покрытым металлическим электродом и кромками свариваемого изделия ($T_{\text{дуги}}=6000\dots 8000^{\circ}\text{C}$). Теплота дуги расплавляет электрод и металл кромок. Получается общая сварочная ванна жидкого металла, которая при охлаждении превращается в сварной шов. Покрытие во время сварки расплавляется и частично испаряется, образуя жидкий шлак и газовое облако вокруг места сварки.

Последовательность выполнения работы

1. В специализированной лаборатории при помощи плакатов или слайдов и пояснений преподавателя студенты знакомятся с теоретической частью и сущностью процесса РДС.
2. Подготовленный лаборант демонстрирует на сварочном посту процесс ручной дуговой сварки.
3. Преподаватель информирует студентов о правилах техники безопасности и пожарной безопасности при производстве сварочных работ.
4. Оформление и защита лабораторной работы №1 студентами.

Задания студентам

1. Изучить теоретическую часть.
2. Произвести имитацию РДС.
3. Изложить правила техники безопасности и пожарной безопасности при производстве сварочных работ.
4. Оформить и защитить лабораторную работу №1.

Контрольные вопросы

1. Какой процесс называется сваркой ?
2. Три класса сварки.
3. К какому классу сварки относится ручная дуговая сварка ?
4. Сварочные материалы для РДС.
5. Достоинства и недостатки РДС.
6. Сущность процесса электродуговой сварки.

Лабораторная работа №2 ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ РДС. СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Теоретическая часть

Ручная дуговая сварка (РДС) в строительстве производится покрытыми металлическими электродами диаметром от 2 до 6 мм. Источниками сварочного тока могут быть сварочные трансформаторы переменного тока, выпрямители, инверторы и генераторы постоянного тока.

Покрытие металлических электродов служит для:

- стабилизации устойчивого горения дуги за счёт поступающих из покрытия легкоионизирующихся элементов калия, натрия, кальция и др.;
- защиты зоны сварки и жидкого металла от атмосферы;
- рафинирования (очистка металла шва от вредных примесей: серы и фосфора);
- раскисления металла шва (восстановление окислов железа);
- легирования (улучшения качества) металла шва марганцем, кремнием, никелем, хромом, титаном для повышения прочностных, пластических и коррозионных свойств шва.

Всплывшие на поверхность твердеющей ванны неметаллические компоненты образуют шлаковую корку, которая после сварки удаляется механическим путём.

Основными параметрами режима РДС являются: сила сварочного тока $I_{св}$, А, скорость сварки $V_{св}$, см/с, число проходов n . Силу сварочного тока можно определить по эмпирической формуле:

$$I_{св} = kd,$$

где k – коэффициент, зависящий от диаметра электрода, d .

Диаметр электрода, мм	k
2.....	25-30
3.....	30-45
4.....	35-50
5.....	40-55
6.....	45-60

Параметры режима сварки в значительной степени влияют на качество и размеры шва. Например, повышение силы тока увеличивает глубину проплавления и может привести к прожогу. Увеличение скорости сварки может, в свою очередь, привести к непровару в шве.

Критерием оптимального режима сварки принято считать равнопрочность металла сварного шва и основного металла, отсутствие внешних и внутренних дефектов и получение заданной геометрии шва.

При сварке рядовых конструкций применяется переменный ток, как более дешёвый, а при изготовлении ответственных конструкций – постоянный, обеспечивающий более высокое качество сварного шва.

Марку источника питания дуги подбирают по максимальному току, необходимому для поддержания заданного режима сварки, и по падающей вольт-амперной характеристике.

На рабочем месте сварщика или сварочном посту РДС должны быть предусмотрены: стол для производства сварочных работ, сиденье для сварщика, ограждения, вытяжная вентиляция, сеть электропитания, контактор, источник питания дуги, сварочные кабели, электродержатель, сварочные материалы, вспомогательная сборочная оснастка, слесарный инструмент, средства защиты сварщика: брезентовый костюм и рукавицы, маска или щиток для защиты органов зрения и головы сварщика от светового излучения, искр и брызг.

Последовательность выполнения работы

1. С помощью плакатов или слайдов и пояснений преподавателя студенты знакомятся с устройством сварочных электродов и их влиянием на процесс и качество сварки.

2. Под наблюдением преподавателя и подготовленного лаборанта студенты поочередно занимают рабочее место сварщика и вставляют электрод в держатель.

3. Преподаватель информирует студентов о правилах техники безопасности и пожарной безопасности при производстве сварочных работ.

4. Оформление и защита лабораторной работы №2 студентами.

Задания студентам

1. Изучить теоретическую часть.
2. Произвести имитацию РДС.
3. Изложить правила техники безопасности и пожарной безопасности при производстве сварочных работ.
4. Оформить и защитить лабораторную работу №2.

Контрольные вопросы

1. Для чего служит покрытие металлических сварочных электродов ?
2. Основные параметры режима РДС ?
3. Как определить необходимую силу сварочного тока ?
4. Как параметры режима сварки влияют на качество сварного шва ?
5. Подбор источника питания дуги.
6. Оборудование сварочного поста РДС.

Лабораторная работа №3

МЕХАНИЗИРОВАННАЯ СВАРКА ПЛАВЯЩИМИСЯ ЭЛЕКТРОДАМИ: ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ, СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Теоретическая часть

По физическим признакам осуществляют классификацию сварки: по форме используемой энергии определяют класс сварки; по виду источника энергии определяют вид сварки.

По ГОСТ 19521–79 различают три класса сварки: термический, термомеханический и механический.

К термическому классу относятся виды сварки, осуществляемые плавлением: *электродуговая*, электронно-лучевая, плазменная, световая, газовая, термитная и др.

К термомеханическому классу относятся виды сварки, при которых используются тепловая энергия и давление: контактная, диффузионная, индукционно-прессовая, газопрессовая, термокомпрессионная, печная, кузнечная и др.

К механическому классу относятся виды сварки, производимые с использованием различных видов механической энергии и давления: холодная, взрывом, ультразвуковая, трением, магнитно-импульсная.

Кроме того, современные виды сварки подразделяются также по техническим и технологическим признакам.

Например, к техническим признакам относятся способ защиты металла в зоне сварки, непрерывность процесса, степень механизации сварки и т.д.

К технологическим признакам относят форму сварного соединения: контактная сварка точечная, шовная, стыковая и т.д.; род сварочного тока: переменный ток, постоянный ток, пульсирующий ток.

Электродшлаковая сварка классифицируется по виду электродов: проволочный, пластинчатый, плавящимся мундштуком и т.д.

Основная доля сварных соединений в строительстве выполняется электродуговой сваркой: ручной, *механизированной* и автоматической.

Механизированная дуговая сварка в углекислом газе (МДС_{CO₂}). При механизированной дуговой сварке электродная проволока подаётся в зону сварки механизмом подачи, а перемещение дуги вдоль свариваемых кромок сварщик выполняет вручную. Дуга горит между свариваемыми кромками и концом электродной проволоки, образуя ванну жидкого металла, при кристаллизации которого образуется сварной шов. Для защиты зоны сварки и ванны жидкого металла от атмосферы используется углекислый

газ, который в дуговом промежутке ($T=6000\dots 8000^{\circ}\text{C}$) диссоциирует на СО и О. Образовавшийся кислород окисляет жидкий металл.

Для восстановления окисленного металла и предотвращения окисления применяют легированную марганцем и кремнием сварочную проволоку (Св-08Г2С), в которой содержится от 1 до 2 % марганца, до 1 % кремния и 0,08 % углерода.

МДС_{СО₂} применяется на заводах металлоконструкций и – в некоторых случаях – на строительных площадках, если есть защита сварки от ветра. Обеспечивает высокое качество шва при достаточно высокой производительности. Сварку можно производить в любом пространственном положении.

К недостаткам относится невозможность сварки средне- и высоколегированных сталей из-за выгорания легирующих элементов.

Источником питания служит сварочный выпрямитель с жёсткой или возрастающей характеристикой, обеспечивающей устойчивое горение дуги при постоянном ее напряжении.

Основным условием устойчивого процесса сварки является соблюдение следующего тождества: скорость подачи проволоки равна скорости её расплавления.

В комплект поста МДС_{СО₂} входят: выпрямитель, шланговый полуавтомат – механизм подачи сварочной проволоки, баллон с углекислым газом с подогревателем, редуктором и осушителем газа, соединительные кабели и шланги.

К параметрам режима сварки относятся: $I_{\text{св}}$ – сварочный ток, $v_{\text{п.п.}}$ – скорость подачи проволоки, P – расход углекислого газа, n – число проходов.

Последовательность выполнения работы

1. С помощью плакатов или слайдов и пояснений преподавателя студенты знакомятся с элементами механизированной дуговой сварки, делают зарисовки в тетради для оформления лабораторных работ.
2. Проводится выборочный опрос студентов.
3. Преподаватель информирует студентов о правилах техники безопасности и пожарной безопасности при производстве сварочных работ.
4. Оформление и защита лабораторной работы №3 студентами.

Задания студентам

1. Изучить теоретическую часть.
2. Уметь объяснить по плакатам или слайдам процессы и технологию механизированной сварки плавящимися электродами.

3. Изложить правила техники безопасности и пожарной безопасности при производстве сварочных работ.
4. Оформить и защитить лабораторную работу №3.

Контрольные вопросы

1. К какому классу относится механизированная дуговая сварка (МДС)?
2. Процессы, происходящие при производстве МДС_{CO₂}.
3. Область применения МДС.
4. Источник питания при производстве МДС.
5. Параметры сварки при производстве МДС.
6. Комплект поста МДС_{CO₂}.

Лабораторная работа №4

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СВАРКА ПЛАВЯЩИМИСЯ ЭЛЕКТРОДАМИ: ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ, СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Теоретическая часть

По физическим признакам осуществляют классификацию сварки: по форме используемой энергии определяют класс сварки; по виду источника энергии определяют вид сварки.

По ГОСТ 19521–79 различают три класса сварки: термический, термомеханический и механический.

К термическому классу относятся виды сварки, осуществляемые плавлением: *электродуговая*, электронно-лучевая, плазменная, световая, газовая, термитная и др.

К термомеханическому классу относятся виды сварки, при которых используются тепловая энергия и давление: контактная, диффузионная, индукционно-прессовая, газопрессовая, термокомпрессионная, печная, кузнечная и др.

К механическому классу относятся виды сварки, производимые с использованием различных видов механической энергии и давления: холодная, взрывом, ультразвуковая, трением, магнитно-импульсная.

Кроме того, современные виды сварки подразделяются также по техническим и технологическим признакам.

Например, к техническим признакам относятся способ защиты металла в зоне сварки, непрерывность процесса, степень механизации сварки и т.д.

К технологическим признакам относят форму сварного соединения: контактная сварка точечная, шовная, стыковая и т.д.; род сварочного тока: переменный ток, постоянный ток, пульсирующий ток.

Электродшлаковая сварка классифицируется по виду электродов: проволочный, пластинчатый, плавящимся мундштуком и т.д.

Основная доля сварных соединений в строительстве выполняется электродуговой сваркой: ручной, механизированной и *автоматической*.

Автоматическая дуговая сварка под флюсом (АДС_ф). При этом виде сварки электродная проволока подаётся в зону сварки с помощью механизма подачи, а перемещение дуги вдоль кромок осуществляется механизмом перемещения.

Для защиты жидкого металла сварочной ванны от атмосферы используют флюс, который засыпают впереди дуги из бункера слоем толщиной 30-40 мм и шириной 40-100 мм (чем больше толщина свариваемого металла, тем больше толщина и ширина слоя флюса).

Сварочная дуга горит в газовом пузыре (пары флюса в смеси с парами свариваемого металла и электродной проволоки), образованном в результате частичного испарения при плавлении флюса и металла. По мере продвижения дуги расплавленный флюс при остывании образует шлаковую корку, которая легко отделяется от поверхности шва. Расплавленный электродный и основной металлы в сварочной ванне перемешиваются и при кристаллизации образуют сварной шов.

Слой флюса над сварочной ванной замедляет её остывание и кристаллизацию металла шва, что способствует наиболее полному протеканию металлургических процессов взаимодействия металла шва с флюсом. Это улучшает качество шва. Потери металла на угар и разбрызгивание в этом случае меньше, чем при РДС и МДС_{CO₂}.

АДС_ф – высокопроизводительный процесс, обеспечивающий высокое качество шва, позволяющий варить большие толщины длинномерных изделий, но только в нижнем положении и «в лодочку».

Обычно применяется на заводах металлоконструкций при изготовлении колонн, балок и полотнищ рулонизируемых резервуаров. Редко используется на монтаже при укрупнении секций шаровых резервуаров и монтажной сварке шаровых резервуаров на манипуляторах.

К параметрам режима сварки относятся: $I_{св}$ – сварочный ток, U_d – напряжение дуги, $v_{св}$ – скорость сварки, n – количество проходов.

Последовательность выполнения работы

1. С помощью плакатов или слайдов и пояснений преподавателя студенты знакомятся с элементами автоматической дуговой сварки, делают зарисовки в тетради для оформления лабораторных работ.
2. Проводится выборочный опрос студентов.
3. Преподаватель информирует студентов о правилах техники безопасности и пожарной безопасности при производстве сварочных работ.
4. Оформление и защита лабораторной работы №4 студентами.

Задания студентам

1. Изучить теоретическую часть.
2. Уметь объяснить по плакатам или слайдам процессы и технологию автоматизированной сварки плавящимися электродами.
3. Изложить правила техники безопасности и пожарной безопасности при производстве сварочных работ.
4. Оформить и защитить лабораторную работу №4.

Контрольные вопросы

1. Принцип автоматической дуговой сварки под флюсом.
2. Роль флюса при производстве автоматической дуговой сварки.
3. В каком пространственном положении может выполняться АДС_ф?
4. Может ли применяться АДС_ф на строительной площадке?
5. В чём состоит преимущество АДС_ф перед РДС и МДС_{CO2}?
6. Параметры режима сварки АДС_ф.

Лабораторная работа №5

СТЫКОВАЯ СВАРКА ОПЛАВЛЕНИЕМ И СОПРОТИВЛЕНИЕМ (КОНТАКТНАЯ): ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ

Теоретическая часть

Контактная сварка (термомеханический класс сварки) представляет собой процесс, при котором соединение свариваемых элементов осуществляется за счёт тепла, выделяющегося в месте их контакта при прохождении электрического тока и давления.

При стыковой сварке свариваемые элементы соединяются по поверхности стыкуемых торцов. Она осуществляется двумя способами: контактная сварка способом *оплавления* (КССО) и контактная сварка способом *сопротивления* (КССС).

При сварке *оплавлением* вначале включают ток, а затем сближают торцы свариваемых деталей до соприкосновения. Касание происходит в одной, двух или нескольких точках контактной поверхности, которые под действием тока большой величины практически мгновенно нагреваются до расплавления и испарения. Перегретый и расплавленный металл выбрасывается из зоны стыка в виде брызг и искр. Дальнейшее сближение деталей обеспечивает распространение процесса плавления на всю торцевую поверхность свариваемых деталей с одновременным нагревом близлежащих участков металла до пластического состояния. Сварочный процесс заканчивается выключением электрического тока и сжатием элементов – осадкой, в результате которой жидкий металл выдавливается из зоны сварки, образуя так называемый грат. При необходимости грат удаляется механическим путём.

При сварке *сопротивлением* включение тока и нагрев производят после плотного прижатия торцов элементов друг к другу. За счёт тепла, выделяемого в месте контакта, торцы деталей и металл в зоне сварки нагреваются до пластического состояния, после чего к свариваемым элементам прикладывается усилие осадки и одновременно выключается электрический ток. Часть металла при этом выдавливается, образуя усиление округлой формы. Количество тепла Q , выделяемого в зоне сварки, можно подсчитать по формуле Джоуля – Ленца:

$$Q=I^2R\tau,$$

где I – сварочный ток, А; R – общее сопротивление зоны сварки, Ом; τ – время действия тока, с.

Этот способ требует перед сваркой механической обработки и тщательной зачистки поверхности торцов.

Стыковой сваркой соединяют короткогабаритные элементы стального проката, в том числе арматурные стержни.

Последовательность выполнения работы

1. С помощью плакатов или слайдов и пояснений преподавателя студенты знакомятся с элементами контактной сварки способом оплавления и способом сопротивления, делают зарисовки в тетради для оформления лабораторных работ.

2. Проводится выборочный опрос студентов.

3. Преподаватель информирует студентов о правилах техники безопасности и пожарной безопасности при производстве сварочных работ.

4. Оформление и защита лабораторной работы №5 студентами.

Задания студентам

1. Изучить теоретическую часть.

2. Уметь объяснить по плакатам или слайдам процессы и технологию стыковой сварки оплавлением и сопротивлением.

3. Изложить правила техники безопасности и пожарной безопасности при производстве сварочных работ.

4. Оформить и защитить лабораторную работу №5.

Контрольные вопросы

1. Опишите процесс КССО.

2. Опишите процесс КССС.

3. Найдите различия в процессах КССО и КССС.

4. В чём состоит принципиальное отличие КССО и КССС от ранее рассмотренных видов сварки ?

5. Что такое «грат» ?

6. Как подсчитать количество теплоты, выделяемой при производстве КССС ?

Лабораторная работа №6 КОНТАКТНАЯ СВАРКА ЛИСТОВЫХ И СТЕРЖНЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ: ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ

Теоретическая часть

При точечной контактной сварке (ТКС, термомеханический класс сварки) листовые детали (заготовки) в местах соединений располагают внахлестку, а свариваемые стержни – перпендикулярно или под углом один к другому между электродами сварочной контактной машины. Медные электроды служат для подключения электрического тока и для передачи сжимающих усилий на свариваемые детали. После сжатия деталей пропускают электрический ток, при прохождении которого выделяется определенное количество теплоты, расплавляющей контактирующие поверхности на некоторую глубину. Выключают электрический ток и увеличивают усилие сжатия во время кристаллизации расплавленного металла точки, что приводит к уменьшению (исчезновению) усадочной раковины в ядре сварной точки.

Точечная сварка выполняется при различных циклах взаимодействия тока и давления.

Основные параметры сварки: $I_{св}$ – сварочный ток, А; P – усилие сжатия, кг; τ – время прохождения тока, с.

ТКС применяют при изготовлении сеток, каркасов и других арматурных изделий железобетонных конструкций.

Последовательность выполнения работы

1. С помощью плакатов или слайдов и пояснений преподавателя студенты знакомятся с элементами точечной контактной сварки, делают зарисовки в тетради для оформления лабораторных работ.
2. Проводится выборочный опрос студентов.
3. Преподаватель информирует студентов о правилах техники безопасности и пожарной безопасности при производстве сварочных работ.
4. Оформление и защита лабораторной работы №6 студентами.

Задания студентам

1. Изучить теоретическую часть.
2. Уметь объяснить по плакатам или слайдам процессы и технологию контактной сварки листовых и стержневых конструкций.

3. Изложить правила техники безопасности и пожарной безопасности при производстве сварочных работ.
4. Оформить и защитить лабораторную работу №6.

Контрольные вопросы

1. Опишите процесс ТКС.
2. В какой момент увеличивают усилие сжатия при производстве точечной контактной сварки (ТКС) ?
3. Из какого металла выполнены электроды сварочной машины для производства ТКС ?
4. В какой момент пропускают электрический ток через свариваемые детали при производстве ТКС ?
5. Область применения ТКС.
6. Сварочные параметры ТКС.

Лабораторная работа №7

ГАЗОВАЯ СВАРКА И РЕЗКА. СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССОВ

Теоретическая часть

В строительстве *газовая сварка* (ГС) используется при монтаже трубопроводов водоснабжения, водяного отопления в жилых домах и производственных зданиях, а также при сборке конструкций вентиляционных систем из тонколистового металла, сварке цветных металлов, алюминия и свинца и ремонтной наплавке подверженных износу элементов строительных машин (зубья ковшей экскаваторов, ножи бульдозеров и др.).

Источником тепла при сварке является сварочное пламя газовой горелки, которое образуется в результате сгорания горючего газа в кислороде. Температура сгорания горючих газов в кислороде достигает 2100-3150°C (метан – 2150 °С, пропан + бутан – 2400 °С, ацетилен – 3150 °С). Количество тепла, вводимого в изделие, регулируют с помощью сменных наконечников с различными проходными сечениями в мундштуке и угла наклона мундштука горелки к изделию: чем тоньше металл, тем меньше угол наклона. Вместе с тем менее сосредоточенный (чем при дуговой сварке) нагрев металла и более широкая зона теплового воздействия приводят к увеличению сварочных напряжений и деформаций.

Для сварки чаще всего используется ацетилен (C_2H_2). Сварочное пламя делится на три зоны: 1 – ядро; 2 – восстановительная зона; 3 – окислительная зона. В 1-й зоне (внутренней) при $T=1000$ °С происходит частичное разложение ацетилена на углерод и водород. Твёрдые раскалённые частицы углерода вызывают яркое свечение по контуру ядра. Во 2-й (средней) зоне сгорает ацетилен в кислороде с образованием закиси углерода (CO) и водорода (HO) при $T=3150$ °С. Образовавшаяся смесь газов обладает восстановительными свойствами при соотношении $O_2 : C_2H_2 = 1 : 1,2$. В 3-е зоне (внешней, «факеле») происходит последующее сгорание за счёт кислорода окружающего воздуха с образованием углекислого газа (CO_2) и паров воды (H_2O). Температура факела значительно ниже температуры восстановительной зоны. Для сварки стали используется 2-я (средняя, «восстановительная») зона.

Кислородная резка применяется в основном при раскрое листов (как разделительная резка), а также подготовке кромок (скоса кромок) под сварку. При *резке окислением* металл сгорает в струе кислорода, а образующиеся жидкие окислы под действием силы тяжести и давления кислорода удаляются из щели реза наружу.

Последовательность выполнения работы

1. С помощью плакатов или слайдов и пояснений преподавателя студенты знакомятся с элементами газовой сварки и резки, делают зарисовки в тетради для оформления лабораторных работ.
2. Проводится выборочный опрос студентов.
3. Преподаватель информирует студентов о правилах техники безопасности и пожарной безопасности при производстве сварочных работ.
4. Оформление и защита лабораторной работы №7 студентами.

Задания студентам

1. Изучить теоретическую часть.
2. Уметь объяснить по плакатам или слайдам процессы и технологию газовой сварки и резки.
3. Изложить правила техники безопасности и пожарной безопасности при производстве сварочных работ.
4. Оформить и защитить лабораторную работу №7.

Контрольные вопросы

1. Область применения газовой сварки металлов.
2. Область применения кислородной резки металлов.
3. Температура сгорания горючих газов в кислороде.
4. Сущность процесса газовой сварки.
5. Три зоны сварочного пламени.
6. Сущность процесса кислородной резки.

Лабораторная работа №8 ОБОРУДОВАНИЕ ПОСТОВ ГАЗОВОЙ СВАРКИ И РЕЗКИ

Теоретическая часть

В сварочный пост для газовой сварки или кислородной резки металла входят:

- ацетиленовый баллон (белый) или ацетиленовый генератор;
- баллон с кислородом (голубой);
- редукторы (кислородный и ацетиленовый);
- сварочная горелка;
- газовый резак;
- шланги (кислородные и ацетиленовые).

Ацетилен хранится и транспортируется в стальных баллонах под давлением 1,6-1,8 МПа. Баллоны окрашены в белый цвет и заполнены пористой массой, пропитанной ацетоном, так как ацетилен в нём хорошо растворяется (10 объёмов в 1 объёме). В растворённом состоянии ацетилен становится взрывобезопасным.

Кислород транспортируется в стальных баллонах, окрашенных в голубой цвет, под давлением 15 МПа.

Газовые редукторы предназначены для снижения и поддержания рабочего давления в горелке.

Ацетилен может быть получен в ацетиленовом генераторе действием воды на карбид кальция:



В газовую горелку подаются ацетилен и кислород, которые сгорая вырываются из мундштука, являясь источником тепла для сварки.

В газовый резак подаются ацетилен, кислород и – через специальный отвод – режущий кислород, которые вырываются из сопла газового резака в виде пламени, состоящего из горючей смеси и режущего кислорода.

Последовательность выполнения работы

1. С помощью плакатов или слайдов и пояснений преподавателя студенты знакомятся с элементами газовой сварки и резки, делают зарисовки в тетради для оформления лабораторных работ.
2. Проводится выборочный опрос студентов.
3. Преподаватель информирует студентов о правилах техники безопасности и пожарной безопасности при производстве сварочных работ.
4. Оформление и защита лабораторной работы №8 студентами.

Задания студентам

1. Изучить теоретическую часть.
2. Уметь объяснить по плакатам или слайдам состав оборудования постов газовой сварки и резки.
3. Изложить правила техники безопасности и пожарной безопасности при производстве сварочных работ.
4. Оформить и защитить лабораторную работу №9.

Контрольные вопросы

1. Состав оборудования поста газовой сварки.
2. Состав оборудования поста кислородной резки.
3. Хранение и транспортировка ацетилена.
4. Хранение и транспортировка кислорода.
5. Назначение газового редуктора.
6. Отличие газовой горелки от газового резака.

Лабораторная работа №9

ТЕХНОЛОГИЯ ГАЗОВОЙ СВАРКИ И РЕЗКИ: СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Теоретическая часть

Газовую сварку осуществляют левым или правым способом. При *левом* способе горелку перемещают справа налево, а конец сварочной проволоки держат впереди горелки, что позволяет наблюдать за образованием сварного шва и регулировать подачу тепла в металл стыка и конец присадочной проволоки, обеспечивая его хорошее формирование. Этот способ применяется для сварки металла толщиной до 4-5 мм.

При *правом* способе сварки горелку ведут слева направо, присадочную проволоку перемещают вслед за горелкой. Пламя направляют на шов, обеспечивая его медленное остывание, а конец проволоки держат погружённым в сварочную ванну и перемешивают им жидкий металл, что облегчает всплывание на поверхность окислов и шлаков. Этим способом сваривают стальные элементы толщиной более 5 мм, а также металл высокой теплопроводности, как, например, красную медь. Качество шва при этой сварке выше, чем при левой, так как сварочная ванна лучше защищена пламенем от атмосферы, а также происходит отжиг шва.

Процесс *кислородной резки* начинается с нагревания металла газовым пламенем до температуры его воспламенения. Затем пускается струя режущего кислорода по центральному каналу мунштука, которая вступает в реакцию с нагретым металлом. При горении (окислении) выделяется значительное количество теплоты, которое подогревает примыкающие слои металла.

Кислородной резкой можно резать только те металлы, которые удовлетворяют следующим требованиям:

1. Температура плавления металла должна быть выше температуры его воспламенения (температура воспламенения низкоуглеродистой стали 1150°C, а температура плавления железа – 1536°C).

Не все металлы удовлетворяют этому требованию. Наибольшее распространение кислородная резка получила при разделении нелегированных и низколегированных сталей, где содержание углерода в стали составляет не более 0,7 %. При более высоком содержании углерода в стали температура плавления становится ниже температуры воспламенения. По этой причине чугун не поддаётся кислородной резке.

2. Температура плавления окислов металла должна быть ниже температуры плавления основного металла. Этому условию не удовлетворяют легированные стали и цветные металлы.

3. Разрезаемый металл должен иметь низкую теплопроводность. Этому условию не удовлетворяют цветные металлы (алюминий, медь).

Резка цветных металлов, высоколегированных сталей и чугуна осуществляется кислородно-флюсовым или другими способами резки.

Техника безопасности при производстве сварочных работ и резке металла

Опасными и вредными производственными факторами, приводящими к травматизму и профессиональным заболеваниям при сварке и резке металлов являются:

- поражение электрическим током при электросварочных работах;
- поражение зрения и открытой поверхности кожи излучением электрической дуги;
- отравление организма вредными газами, аэрозолями и испарениями, выделяющимися при сварке и резке;
- травмы от взрывов баллонов сжатого газа, ацетиленовых генераторов и сосудов из-под горючих материалов;
- пожарная опасность, тепловые ожоги;
- механические травмы при заготовительных и сборочно-сварочных операциях;
- опасность радиационного поражения при контроле сварных соединений рентгеновскими и γ -лучами.

Каждый рабочий, техник и инженер при поступлении на работу проходит инструктаж или специальный техминимум по технике безопасности.

Техника безопасности (ТБ) – совокупность технических и организационных мероприятий, направленных на создание безопасных и здоровых условий труда.

Ответственность за организацию и состояние техники безопасности на предприятиях, стройках, монтажных площадках несёт администрация этих объектов.

Общий контроль за выполнением норм и правил охраны труда, в том числе и правил техники безопасности, осуществляют соответствующие инспекции: Госгортехнадзор, Госсанинспекции, Инспекции пожарного надзора.

Электробезопасность обеспечивается:

- выполнением требований электробезопасности сварочного оборудования, надёжной изоляцией, применением защитных ограждений, автоблокировкой, заземлением электрооборудования и его элементов;
- ограничением напряжения холостого хода источников питания (постоянный ток до 80 В, переменный ток до 90 В);

– индивидуальными средствами защиты (работа в сухой спецодежде, рукавицах, ботинках без металлических гвоздей и шпилек);

– соблюдением необходимых для безопасной работы условий (прекращение работы в дождь и при сильном снегопаде при отсутствии укрытий; использование резинового коврика, резинового шлема, галош при работе внутри сосудов, переносной электролампы напряжением не более 12 В; выполнение ремонта сварочной аппаратуры только специалистами-электриками).

При поражении электрическим током пострадавшему необходимо оказать помощь: освободить от электропроводов с соблюдением техники безопасности, обеспечить доступ воздуха, при потере сознания немедленно вызвать скорую помощь и до прибытия врача сделать искусственное дыхание.

Защита зрения и поверхности кожи

Электрическая дуга создаёт три вида излучения: световое, ультрафиолетовое и инфракрасное. Световые лучи оказывают ослепляющее действие. Ультрафиолетовое излучение даже при кратковременном воздействии вызывает острую боль, резь в глазах, слезотечение и спазмы век; продолжительное действие приводит к ожогам кожи. Инфракрасное излучение при длительном действии может привести к помутнению хрусталика глаза (катаракте). Защита зрения и кожи при сварке и резке осуществляется применением щитков, масок, шлемов со светофильтрами различной степени плотности, в зависимости от мощности дуги.

Защита от отравлений вредными газами, аэрозолями и испарениями

Состав и количество вредных газов, аэрозолей и испарений зависят от вида сварки, состава защитных средств (покрытий электродов, флюсов, газов) свариваемого и электродного материалов. Количество аэрозолей и летучих соединений при сварке составляет от 10 до 150 г на 1 кг наплавленного металла. Основными составляющими являются окислы железа (до 70 %), марганца, кремния, хрома, фтористые и другие соединения. Наиболее вредными являются окислы марганца, хрома, кремния и фтористые соединения. Кроме аэрозолей воздух в рабочих помещениях при сварке загрязняется вредными газами: окислами азота, углерода, фтористым водородом и др. Дыхание таким воздухом приводит кроме кратковременных отравлений (головная боль, тошнота, слабость) к отложению отравляющих веществ в тканях организма, что может вызвать хронические болезни (пневмосиликоз, бронхит, аллергия и др.). Особое внимание обращается на предельно допустимую концентрацию (ПДК) окислов цинка, марганца, которые могут вызвать тяжёлые нервные заболевания.

Основными мероприятиями, направленными на защиту от отравления, являются:

- применение местной и общеобменной вентиляции;
- механизация и автоматизация процессов сварки;
- замена вредных процессов и материалов на менее вредные;
- применение местных отсосов, подача свежего воздуха в зону дыхания сварщика;
- использование защитных изолирующих устройств – гермокомбинезонов с автономной воздушной установкой.

Пожарная безопасность (ПБ)

Основные правила пожарной безопасности изложены в «Правилах пожарной безопасности при проведении сварочных и других огневых работ на объектах народного хозяйства». Особенно их надо соблюдать при проведении ремонтных работ внутри помещений, ёмкостей из-под горючих продуктов.

Места, где выполняется сварка, необходимо оснастить огнетушителями, ящиками с песком и бочками с водой. Легковоспламеняющиеся материалы должны быть на расстоянии не менее 30 м от места сварки. Деревянные конструкции следует защитить от возгорания листовым железом или асбестом, а в жаркое время необходимо поливать их водой. Рабочие места сварщиков (резчиков) предварительно очищаются от стружек, пакли и другого сгораемого мусора в радиусе не менее 10 м.

Для обеспечения взрывобезопасности сварочные работы в ёмкостях из-под горючих продуктов выполняются только после их тщательной очистки от остатков горючих продуктов, двух- или трёхкратной промывки горячим 10 %-м раствором щёлочи с последующей продувкой паром и воздухом.

Травмы

Основными причинами травм являются несоблюдение правил техники безопасности при работе на металлорежущем оборудовании, отсутствие соответствующих приспособлений при кантовке и транспортировке заготовок и неисправность средств транспортировки (тележки, краны, стропы, захваты, крюки и т.д.).

Основные меры по снижению травматизма – продуманная с точки зрения техники безопасности технология заготовки, сборки и сварки, правильное оснащение рабочих мест и соблюдение персоналом правил по технике безопасности.

Последовательность выполнения работы

1. С помощью плакатов или слайдов и пояснений преподавателя студенты знакомятся с элементами технологии газовой сварки и резки, делают зарисовки в тетради для оформления лабораторных работ.
2. Проводится выборочный опрос студентов.
3. Преподаватель информирует студентов о правилах техники безопасности и пожарной безопасности при производстве сварочных работ.
4. Оформление и защита лабораторной работы №9 студентами.

Задания студентам

1. Изучить теоретическую часть.
2. Уметь объяснить по плакатам или слайдам процессы и технологию газовой сварки и резки.
3. Изложить правила техники безопасности и пожарной безопасности при производстве сварочных работ.
4. Оформить и защитить лабораторную работу №9.

Контрольные вопросы

1. Газовая сварка левым способом.
2. Газовая сварка правым способом.
3. Технология кислородной резки металла.
4. Опасные и вредные факторы при сварке и резке металла.
5. Электробезопасность при производстве сварочных работ.
6. Защита зрения и поверхности кожи при производстве сварочных работ.
7. Защита от отравлений вредными газами, аэрозолями и испарениями при производстве сварочных работ.
8. Пожарная безопасность при производстве сварочных работ.
9. Возможные травмы и их причины при производстве сварочных работ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Справочник строителя. Сварка и резка в промышленном строительстве [Текст] / Б.Д. Малышев [и др.]. – Т.1. – М.: Стройиздат, 1989.
2. Прохоров, Н.Н. Физические процессы в металлах при сварке. Внутренние напряжения и фазовые превращения [Текст] / Н.Н. Прохоров. – М.: Металлургия, 1975. – 599 с.

О Г Л А В Л Е Н И Е

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Лабораторная работа №1 РУЧНАЯ ДУГОВАЯ СВАРКА: СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССА	4
Лабораторная работа №2 ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ РДС. СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	6
Лабораторная работа №3 МЕХАНИЗИРОВАННАЯ СВАРКА ПЛАВЯЩИМИСЯ ЭЛЕКТРОДАМИ: ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ, СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	8
Лабораторная работа №4 АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СВАРКА ПЛАВЯЩИМИСЯ ЭЛЕКТРОДАМИ: ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ, СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ	11
Лабораторная работа №5 СТЫКОВАЯ СВАРКА ОПЛАВЛЕНИЕМ И СОПРОТИВЛЕНИЕМ (КОНТАКТНАЯ): ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ	14
Лабораторная работа №6 КОНТАКТНАЯ СВАРКА ЛИСТОВЫХ И СТЕРЖНЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ: ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ	16
Лабораторная работа №7 ГАЗОВАЯ СВАРКА И РЕЗКА. СУЩНОСТЬ ПРОЦЕССОВ	18
Лабораторная работа №8 ОБОРУДОВАНИЕ ПОСТОВ ГАЗОВОЙ СВАРКИ И РЕЗКИ	20
Лабораторная работа №9 ТЕХНОЛОГИЯ ГАЗОВОЙ СВАРКИ И РЕЗКИ: СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ	22
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	27

Учебное издание

Пучков Юрий Михайлович

ОСНОВЫ РАСЧЁТА И КОНСТРУИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ
И ГОРОДСКИХ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Методические указания к лабораторным работам
по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»

Р е д а к т о р

М.А. Сухова

В е р с т к а

Н.А. Сазонова

Подписано в печать 26.05.16. Формат 60×84/16.

Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.

Усл.печ.л. 1,63. Уч.-изд.л. 1,75. Тираж 80 экз.

Заказ № 362.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, 28.