

ДЛЯ ВУЗОВ

С.А. Федосов, И.Э. Оськин

ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ

Издание 2-е, исправленное

Допущено Учебно-методическим объединением вузов Российской Федерации по нефтегазовому образованию в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 130501 «Проектирование, сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ» направления подготовки дипломированных специалистов 1300500 «Нефтегазовое дело»

МОСКВА
«Инновационное машиностроение»
2017

УДК 621.79
ББК 31.37
Ф33

Рецензенты:
чл.-кор. РАН, д-р техн. наук, проф. Самарского государственного аэрокосмического университета *В.А. Барвинок;*
канд. техн. наук, проф. Тольяттинского государственного университета *М.Г. Козулин*

Федосов С. А., Оськин И. Э.

Ф33 Основы технологии сварки: учебное пособие. 2-е изд., испр. — М.: Инновационное машиностроение, 2017. — 125 с.

ISBN 978-5-9909179-3-4

Даны основы теории сварки плавлением (теплофизика сварочных процессов, физика дугового разряда, основы металлургических процессов в варочной ванне, формирование зон термического влияния).

Приведена классификация видов сварки и сварных швов, рассмотрены технология и оборудование дуговой сварки, кратко описаны другие виды сварки (электроконтактная, газовая холодная сварка давлением, диффузионная в вакууме, сварка трением, электрошлаковая, плазменная, электронно-лучевая, лазерная, ультразвуковая, термитная), а также технологии и оборудование для огневой резки.

Уделено внимание механизмам образования сварочных дефектов, напряжений и деформаций, методам их предотвращения, методам контроля качества сварных швов, технике безопасности при сварочных работах.

Для студентов высших технических учебных заведений. Может быть полезным специалистам сварочного производства.

УДК 621.79
ББК 31.37

ISBN 978-5-9909179-3-4

© «Издательство «Инновационное машиностроение», 2017
© Федосов С.А., Оськин И.Э., 2017

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов, публикованных в данной книге, допускаются только с разрешения издательства и со ссылкой на источник информации

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение 5

Глава 1. Основные понятия 6
1.1. Определение понятия «сварка» 6
1.2. Физическая сущность сварки 7
1.3. Классификация видов сварки 7
1.4. Резка и размерная обработка 8

Глава 2. Теория сварки 10
2.1. Основы теплофизики сварки 10
2.1.1. Баланс энергии при сварке, понятие об эффективном и термическом КПД 10
2.1.2. Теплосодержание сварочной ванны 13
2.1.3. Теплопередача при сварке 13
2.1.4. Упрощения и постановка задачи при проведении реальных расчетов 15
2.1.5. Влияние режимов сварки на температурные поля 16
2.1.6. Быстродвижущиеся тепловые источники 16
2.1.7. Понятие термического цикла 17
2.1.8. Термический цикл при многопроходной сварке 21
Примеры решения теплофизических задач 21
2.2. Свойства электрической дуги 24
2.2.1. Основы физики дугового разряда 24
2.2.2. Массоперенос в дуге 28
2.2.3. Электрические характеристики дуги 29
2.2.4. Особенности сварки на переменном токе 30
2.2.5. Устойчивость системы дуга — источник питания 30
2.2.6. Магнитное дутье 33
2.3. Основы металлургии и металловедения сварки 34
2.3.1. Сварочная ванна 34
2.3.2. Металлургические процессы при сварке 37
2.3.3. Взаимодействие расплава с газами 38
2.3.4. Защита сварочной ванны 39
2.3.5. Газовая динамика и сопловый аппарат 42
2.3.6. Зона термического влияния 45
2.3.7. Сварочные деформации и напряжения 48
2.3.8. Технологическая прочность 53
2.3.9. Свариваемость 56

Глава 3. Практика сварки 61
3.1. Сварные швы 61
3.1.1. Классификация сварных соединений и швов 61
3.1.2. Основные геометрические параметры сварных швов 63
3.1.3. Обозначения сварных швов на чертежах 63

3.1.4. Подготовка деталей к сварке, сварочно-монтажные работы 65
3.2. Дуговая сварка 68
3.2.1. Виды дуговой сварки 69
3.3.2. Сварочное оборудование 70
3.2.3. Источники питания сварочной дуги 72
3.2.4. Основные технические требования к источникам питания 75
3.2.5. Сварочные материалы 76
3.2.6. Выбор основных параметров дуговой сварки 80
3.2.7. Влияние режимов сварки на параметры сварного шва 84
3.2.8. Техника и приемы ручной дуговой сварки 87
3.3. Другие современные виды сварки 89
3.3.1. Плазменная сварка и резка 89
3.3.2. Газовая сварка и резка 91
3.3 3. Электроконтактная сварка 97
3.3.4. Прессовая (холодная) сварка 100
3.3.5. Диффузионная сварка в вакууме 100
3.3.6. Сварка трением 100
3.3.7. Электрошлаковая сварка 101
3.3.8. Лучевые методы сварки и резки 103
3.3.9. Ультразвуковая сварка 104
3.3.10. Термитная сварка 105

Глава 4. Контроль качества сварки 106
4.1. Основные сварочные дефекты 106
4.2. Методы контроля качества сварки 109

Глава 5. Безопасность труда при сварке 114

Глава 6. Понятие об аттестациях 117

Рекомендуемая литература 120

Приложение. Оказание первой медицинской помощи 121

ВВЕДЕНИЕ

Значение сварки как весьма эффективного, экономичного и надежного способа соединения деталей велико для всех видов производств. Но если, например, в машиностроении при сборке широко применяются и другие способы соединения деталей, то при сооружении трубопроводов, резервуаров, других металлоконструкций она является основным методом, на сварку здесь уходит большая часть операционного времени при строительстве и она занимает значительную долю в стоимости сооружения объектов.

Кроме того, из-за значительных экономических и экологических последствий аварий требования к качеству сварки объектов трубопроводного транспорта весьма высоки и уступают, возможно, только требованиям к качеству сварки деталей аэрокосмических объектов (при несопоставимо меньших объемах сварки последних).

В настоящее время считается перспективным применение пластиковых и композитных, металлополимерных труб. Однако основным способом соединения пластиковых труб также является сварка, хотя и по несколько другим технологиям. С металлополимерными дело обстоит несколько сложнее, и недостаточно разработанные методы их соединения — как раз одна из причин, сдерживающих их распространение.

Чтобы при проведении сварочных работ не допускать брака, надо, разумеется, хорошо знать нормативно-техническую документацию, строго следовать утвержденной технологии. Однако много легче разбираться в этой документации осознанно, зная теоретические основы сварки. Знание теории помогает находить инженерные решения в нестандартных ситуациях. Наконец, кто-то должен и саму технологию сварки разрабатывать!

При реконструкции и особенно при строительстве новых трубопроводов в настоящее время используется много технологических новинок, внедряются новые сварочные процессы, оборудование и материалы. Знакомство с альтернативными способами сварки, в том числе и с применяемыми в смежных отраслях промышленности, значительно облегчает и ускоряет освоение новых сварочных технологий.

Изучению основ сварки и посвящено данное пособие.