



## От авторов

Каждый день во всем мире сварщики зажигают электрическую дугу, чтобы творить и создавать новые и новые машины, сооружения, приборы, разнообразные изделия и все, что окружает человека для его жизнеобеспечения и развития цивилизации.

Во всех развитых странах с помощью сварки и родственных ей технологий выпускается 50–55% валовой продукции. Сегодня сварка является ведущим технологическим процессом и в обозримом будущем будет занимать лидирующее положение среди наукоемких технологических процессов наряду с литьем, штамповкой и др., обеспечивая высокую технологичность производственных процессов на предприятиях промышленности и машиностроения, энергетики, нефтехимии, строительства, в радиоэлектронной и приборостроительной отраслях и др.

Огромные объемы сварочных работ выполняются при изготовлении и ремонте жизненно важных объектов, различной техники, начиная от бытовой и кончая подводными и космическими аппаратами.

Сварка – это увлекательный процесс создания неразъемных соединений, различных по форме, составу материалов, технологическим процессам и эксплуатации. Сварные соединения окружают нас, с их помощью создается вся инфраструктура для обеспечения жизнедеятельности человека. Например, обычная легковая машина имеет от 10 до 12 тыс. сварных соединений, жилой 12-этажный дом – более 100 тыс. соединений.

От количества и качества соединений зависит прогресс и надежность экономики (качество жизни) любого государства. По данным мировой статистики, объемы сварочных работ ежегодно возрастают от 3 до 5%.

Распад бывшего Советского Союза с его мощной промышленной базой, к сожалению, привел к упадку сварочные производства, и в первую очередь их технический уровень. Особенно это сказалось в тех республиках, где отсутствовали сварочная наука, производство сварочного оборудования, сварочных материалов и технологии. Сварка, вопреки своему высокому практическому значению, стала непрестижной. Низкий технический уровень и непрестижность привели к резкому снижению качества сварных соединений.

Сегодня самой важной задачей является возрождение престижности сварки и сварочных профессий, снижение ее энергоемкости, ресурсопотребления при повышении производительности за счет роботизации, качества и надежности соединений.

Для начального ознакомления и изучения основных способов сварки по решению Совета белорусских сварщиков выпускается серия учебных пособий. Каждое пособие последовательно раскрывает основные разделы сварочного производства от истории развития до новейших способов и процессов сварки, контроля качества сварки и системного управления сварочным производством и качеством.

Основная цель учебных пособий – дать возможность выпускникам школ, учащимся технических колледжей сварочных профессий самостоятельно изучать сварку, иметь полное представление о современном состоянии сварки и профессии сварщика.

Каждое пособие – это тематически законченный профессионально значимый материал. Форма изложения материала построена таким образом, чтобы создать у читателя эмоционально-мотивационный эффект и активизировать познавательную деятельность в процессе изучения материала.

Данное учебное пособие может быть использовано как при подготовке электрогазосварщиков в профессионально-технических лицеях и колледжах, так и при повышении квалификации сварщиков на производстве, а также всеми интересующимися сваркой.

## Введение

Профессия электрогазосварщика сравнительно молодая. Она появилась в конце XIX – начале XX в. и обязана рождением тому, что в промышленности начали использовать электрическую энергию, а ранее применяли ацетилен и кислород. Однако сварка как способ неразъемного соединения металлов и сплавов известна еще с VIII–V вв. до н.э.

В те далекие времена сваривались изделия из меди и ее сплавов. Изделия сильно разогревали, а потом сдавливали, и получалось сварное соединение, выполненное способом кузнечной сварки.

Возможна и другая технология кузнечной сварки, но всегда остается неизменным ее принцип – нагрев и затем усилие сжатия.

В конце XIX в. стал известен способ нагрева и плавления металла пламенем горючей газовой смеси до 3150–3200 °С. Развитию и практическому использованию этого способа нагрева металла способствовало изобретение французского инженера Э. Фуше первой сварочной ацетилено-кислородной горелки, на конструкцию которой он получил патент в Германии в 1903 г.

С начала XX в. газовая сварка стала конкурировать с клепкой. Клепка – это еще один способ получения неразъемных соединений, который появился в 1820 г., широко применялся в конце XIX – начале XX в. и сохранился, правда в очень незначительном объеме, до сих пор. Клепанные соединения долговечны, надежны в работе, но чрезвычайно трудоемки в изготовлении, требуют применения большой физической силы рабочего и затраты дополнительного количества металла. Поэтому постепенно инженеры и ученые начали искать замену этому виду соединения и технологическому процессу. Вот тут-то и пришел черед электрической сварки.

Электрические явления были известны еще в Древней Греции. Но начало широкого использования электрической энергии человеком можно отнести к середине XVIII в., после открытия в 1831 г. английским физиком М. Фарадеем явления электромагнитной индукции, что позволило начать разработку источников (генераторов) электрического тока и электродвигателей.

В 1802 г. профессор физики Санкт-Петербургской медико-хирургической академии В.В. Петров собрал вольтов столб

очень большого размера и на заседании научного общества впервые продемонстрировал явление дугового электрического разряда длительного действия – электрическую дугу.

Впервые в мире в 1881 г. в Петербурге русский инженер Н.Н. Бенардос (1842–1905) предложил способ соединения металлов непосредственным действием электрического тока – электрическую дуговую сварку металлов. Один из полюсов источника тока он присоединил к металлическому изделию, а другой – к стержню из прессованного угля (электроду). Между изделием и электродом вспыхивала электрическая дуга, тепло которой плавило кромки соединяемых частей изделия и специальную присадочную проволоку, подаваемую в зону дуги для получения необходимого количества расплавленного металла. Этот металл заполнял установленный зазор между соединяемыми частями изделия и, затвердевая при остывании, прочно соединял их.

В 1890–1891 гг. другой русский инженер Н.Г. Славянов (1854–1897) на Мотовилихинском заводе близ города Перми применил изобретение Н.Н. Бенардоса, внося в него существенную поправку: чтобы избежать необходимости вводить в дугу дополнительный прутки проволоки, Н.Г. Славянов заменил угольный электрод металлическим. Последний стал выполнять одновременно две функции – проводника электрического тока и источника получения дополнительного (присадочного) расплавленного металла. Это значительно упростило технологию электрической дуговой сварки металлов. Уже летом 1892 г. Н.Г. Славянов сваривает две части сломавшегося многопудового стального вала с парохода «Пушкарь», который после этого проработал еще 60 лет, намного пережив обоих родоначальников электрической сварки металлов – Н.Н. Бенардоса и Н.Г. Славянова.

В начале XIX в. электродуговая сварка выдержала конкуренцию с газовой сваркой – ацетилено-кислородным пламенем.

Победу над газовой сваркой электрическая сварка одержала после того, как в 1907 г. шведский инженер О. Кьельберг применил специальное покрытие металлического электрода, которое, сгорая в столбе электрической дуги, выполняет стабилизирующие и защитные функции. Такие покрытия получают из тонкомолотых и тщательно перемешанных материалов, связанных жидким стеклом. Вещества, входящие в состав защитного покрытия, расплавляются в сварочной дуге, образуя шлак и газы, предохраняющие расплавленный металл от вредного воздействия кислорода и азота воздуха.

Ручная электродуговая сварка покрытыми металлическими электродами уже в 30-е гг. прошлого столетия занимает достойное место среди разнообразных технологических процессов в машиностроении и строительстве, особенно после организации академиком Е.О. Патonom в 1929 г. в Киеве лаборатории, а немного позднее – научно-исследовательского института электросварки. Это единственное в мире (в момент организации) учреждение постепенно стало общепризнанным центром почти всех сварочных идей, завоевав огромный международный авторитет, сохранившийся до настоящего времени.

Электрическая сварка сейчас – основной способ создания неразъемных соединений в машиностроении, строительстве, судостроении – одном из старейших отраслей промышленности. Сегодня она также успешно применяется в автомобилестроении, сельхозмашиностроении, коммунальном хозяйстве, пищевой промышленности, приборостроении, нефтехимии, радиоэлектронике и медицине.

Сварка многообразна не только по способам, но и условиям работы сварщика: он может работать под толщей воды и в космосе. Сварка в космосе отличается особой сложностью условий: вакуум, большая скорость диффузии газов, невесомость и большой интервал температур (от 130 до 150 °C). Однако все эти сложности были успешно преодолены, и впервые в мире 16 октября 1969 г. советские летчики-космонавты В.Н. Кубасов и Г.С. Шонин на корабле «Союз-6» с использованием автоматической установки «Вулкан», сконструированной в институте электросварки им. академика Е.О. Патона, осуществили сварку в космосе.

Таким образом, сварка сегодня очень многолика, и, пожалуй, трудно найти такую отрасль народного хозяйства, где можно было бы обойтись без профессии сварщика.

Сварщик должен знать: устройство обслуживаемых электросварочных и плазморезательных машин, автоматизированных и робототизированных систем сварки, газосварочной аппаратуры; способы подбора типов электрода, видов сварки в зависимости от марок стали; основные технологические приемы сварки и наплавки деталей из различных сталей, чугуна, цветных металлов и сплавов; режимы резки и расхода газов при кислородной и газoeлектрической резке и т.д.

Сварщик должен уметь производить ручную дуговую, плазменную, газовую, механизированную и автоматическую сварку простых деталей, узлов и конструкций из конструкционных

сталей, цветных металлов и сплавов, а также средней сложности деталей, узлов, конструкций и трубопроводов из углеродистых и низколегированных сталей.

Чтобы овладеть профессией сварщика, необходимы прочные знания по таким предметам, как электротехника, химия, физика, математика, черчение.

К этой профессии предъявляются следующие требования: сварщик должен обладать хорошим зрением; правильной координацией движений; высокой чувствительностью и твердостью рук; быть внимательным, аккуратным и осторожным.

При работе с данным пособием каждую новую тему необходимо изучать внимательно, об этом вам будет напоминать изображенный сварщик.

После изучения материала темы вы должны будете помочь «задумавшемуся» сварщику выполнить задание. По некоторым темам предлагается выполнить два-три задания. Задания носят двухкомпонентную структуру: в первую часть входят производственно-практические задания, во вторую – информационные и проблемно-поисковые вопросы.

Если вы сомневаетесь в правильности выполненного задания (первой ее части), то посмотрите в конце пособия «Ответы к заданиям для самоконтроля и самооценки знаний и умений».

### **ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СВАРКЕ, СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ И ШВАХ. ОБОРУДОВАНИЕ СВАРОЧНОГО ПОСТА ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ**



*Немного узнав об истории развития сварки, мы сейчас с вами приступаем к изучению основных понятий о сварке, ее классификации, определении сварного соединения, конструктивных элементов сварных соединений и т.д.*

#### **1.1. Определение сварки как технологического процесса. Преимущества сварки перед другими способами соединения деталей. Сущность сварки и ее классификация. Условия для образования сварных соединений из однородных металлов**

Сварка заняла важное место в различных отраслях промышленности и строительства благодаря своим преимуществам перед другими способами соединений, например клепкой, литьем, ковкой и др. Важным преимуществом сварки является возможность при производстве изделия выбирать его наиболее рациональные конструкцию и форму. Сварка позволяет экономно использовать металл и значительно уменьшить отходы производства. Например, при замене клепаных конструкций сварными экономия материалов в среднем составляет 15–20%, а при замене литых – около 50%. Трудоемкость сварочных работ меньше, чем при клепке и литье. Исключаются такие работы, как разметка, сверловка отверстий, сложная формовка и др. Особенно ощутимо снижение трудоемкости при изготовлении крупногабаритных изделий: при замене литых корпусов и станин сварно-литыми, а штампованных изделий сложной формы – штампосварными, что в свою очередь снижает их себестоимость.

Сварные соединения по прочности, как правило, не уступают прочности того металла, из которого сделаны изделия. Особо следует подчеркнуть, что условия труда при сварке с точки зрения как гигиены, так и безопасности значительно лучше, чем при клепке и особенно при литье.

В сварочном производстве дальнейшая комплексная механизация и автоматизация сборочно-сварочных работ поточных и конвейерных линий, внедрение прогрессивных технологиче-



ских процессов и оборудования будут способствовать повышению производительности труда, улучшению и стабилизации качества сварных соединений и конструкций, уменьшению расхода электроэнергии и сварочных материалов, улучшению условий труда.

Сваркой называется способ получения неразъемного соединения посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их местном или общем нагреве, пластическом деформировании или при совместном действии того или другого.

Для реализации межатомного взаимодействия атомы следует приблизить на расстояние, равное параметру кристаллической решетки металла соединяемых деталей. В обычных условиях этому препятствуют различные неровности, имеющиеся на поверхности деталей, загрязнения окислами и т.д. Такое сближение достигается расплавлением кромок свариваемых деталей или их совместным пластическим деформированием посредством приложения давления. Таким образом, все виды сварки можно разделить на две основные группы: сварка плавлением и сварка давлением.

Сварка металлов классифицируется по физическим, техническим и технологическим признакам. По физическим признакам в зависимости от формы используемой энергии предусматриваются три класса сварки: термический, термомеханический и механический. Термический класс включает виды сварки с использованием тепловой энергии (дуговая, электрошлаковая, электронно-лучевая, плазменная, газовая и др.). Термомеханический класс объединяет виды сварки, при которых используются давление и тепловая энергия (контактная, диффузионная и различные прессовые виды). Механический класс включает виды сварки с использованием механической энергии и давления (сварка холодная, взрывом, ультразвуковая, трением и др.).

Технические признаки различных видов сварки следующие:

- по способу защиты металла в зоне сварки (в воздухе, в вакууме, в защитном газе, под флюсом, по флюсу, с комбинированной защитой и др.);
- непрерывности процесса (непрерывные, прерывистые);
- степени механизации (ручные, механизированные, автоматизированные, автоматические, робототехнические);
- типу защитного газа (в активных газах, в инертных газах и их смесях);
- характеру защиты металла в зоне сварки (в контролируемой атмосфере).

По технологическим признакам сварка подразделяется на дуговую, электрошлаковую, электронно-лучевую, плазменную, контактную, диффузионную, печную, холодную, ультразвуковую и др.

Для однородных металлов основными условиями сваривания являются соприкосновение свариваемых поверхностей с использованием источника тепловой энергии.



*Если вы внимательно изучили изложенный материал, то попробуйте выполнить следующее задание.*

### **Задание 1**

Из двух представленных вариантов определить, в каком варианте правильно, в каком неправильно отнесены классы сварочных процессов.

#### *Вариант I.*

К термическому классу относятся виды сварки, осуществляемые с использованием тепловой энергии и давления, а именно: контактная, диффузионная, индукционно-прессовая, газопрессовая, термокомпрессионная, дугопрессовая, шлакопрессовая, термитно-прессовая и печная.

#### *Вариант II.*

К термическому классу относятся виды сварки, осуществляемые плавлением с использованием тепловой энергии, а именно: дуговая, электрошлаковая, электронно-лучевая, плазменно-лучевая, ионно-лучевая, тлеющим разрядом, световая, индукционная, газовая, термитная и литейная.

### **Форма ответа**

Правильно (+)	Неправильно (–)
Вариант ...	Вариант ...

### **Контрольные вопросы и задания**

1. Дайте понятие процесса «сварка».
2. В чем заключается преимущество сварки перед другими способами соединения деталей?

# ОГЛАВЛЕНИЕ

От авторов .....	3
Введение .....	5
<b>ГЛАВА 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СВАРКЕ, СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЯХ И ШВАХ. ОБОРУДОВАНИЕ СВАРОЧНОГО ПОСТА ДЛЯ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ .....</b>	<b>9</b>
1.1. Определение сварки как технологического процесса. Преимущества сварки перед другими способами соединения деталей. Сущность сварки и ее классификация. Условия для образования сварных соединений из однородных металлов. . . .	9
1.2. Сущность сварки плавлением и давлением. Основные условия сваривания разнородных металлов. Основные виды сварки плавлением, их краткая характеристика. Основные виды сварки давлением с общим и местным нагревом и без внешнего нагрева, их краткая характеристика. ....	12
1.3. Определение сварного соединения. Классификация типов сварных соединений и швов. ....	16
1.4. Конструктивные элементы сварных соединений. Условные обозначения швов сварных соединений. Понятие о расчете сварных швов на прочность .....	19
1.5. Общие требования к оборудованию сварочного поста. Основные виды сварочных постов. Устройство типового сварочного трансформатора. Регулирование сварочного тока. Техническая характеристика трансформатора .....	21
1.6. Устройство типового сварочного выпрямителя. Прямая и обратная полярности. Регулирование сварочного тока. Техническая характеристика выпрямителя. ....	26
1.7. Устройство типового сварочного преобразователя. Регулирование силы тока. Техническая характеристика преобразователя. Инверторные источники тока .....	28
1.8. Обслуживание источников питания дуги и обязанности сварщика. Принадлежности и инструмент сварщика. Требования к организации рабочего места и безопасности труда при обслуживании сварочного поста .....	34
<b>ГЛАВА 2. ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ ДУГА И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ В СВАРОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НЕРАЗЪЕМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ .....</b>	<b>43</b>
2.1. Основные сведения о сварочной дуге. Условия горения сварочной дуги, ее строение и особенности. Тепловое действие дуги. Нагрев изделия и коэффициент полезного действия дуги	43

2.2. Способы возбуждения сварочной дуги. Напряжение зажигания дуги. Стабилизация горения дуги. Длина дуги . . . . .	48
2.3. Виды переноса электродного материала на изделие (капельный и струйный). Производительность расплавления электродов и их наплавка. Коэффициенты расплавления, наплавки и потерь. . . . .	49
2.4. Понятие о технологии ручной дуговой сварки покрытыми электродами. Основные сведения о стальной сварочной проволоке. ГОСТ на проволоку. Диаметры сварочной проволоки, требования к ней. Принятая система маркировки. Химический состав проволоки из кипящей и полуспокойной низкоуглеродистой стали . . . . .	52
2.5. Основные сведения о стальных покрытых электродах. Покрытия электродов и их назначение. Классификация покрытий: кислые, рутиловые, основные, целлюлозные и др. . . . .	55
2.6. Классификация стальных покрытых электродов. Выбор марки электродов. Типы электродов для сварки конструкционных сталей. ГОСТ на электроды. Условное обозначение электродов . . . . .	58
2.7. Технология и техника сварки. Возбуждение сварочной дуги и ее длина. Положение электрода. Колебательные движения электрода. Наплавка валиков. Способы заполнения шва по длине и сечению . . . . .	61
2.8. Режимы сварки. Основные и дополнительные показатели режима сварки. Влияние показателей режима сварки на размеры и форму шва. Типичные виды дефектов и меры их предупреждения . . . . .	65
2.9. Техника сварки в нижнем положении. Сварка стыковых и угловых швов. Выполнение вертикальных, горизонтальных и потолочных швов. . . . .	68
2.10. Сварка тонколистовой стали, особенности сварки. Организация рабочего места и безопасность при ручной дуговой сварке . . . . .	73

## **ГЛАВА 3. ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ ДУГИ. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ И АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СВАРКИ . . . . .**

3.1. Классификация источников питания. Основные требования к источникам. Динамические свойства источников питания, режим их работы. Величина минимальных токов в источниках питания. Внешняя вольтамперная характеристика, виды характеристик . . . . .	77
3.2. Сварочные трансформаторы и их типы. Трансформаторы с нормальным и увеличенным магнитным рассеиванием. Высокочастотные сварочные трансформаторы. Устройство и технические характеристики сварочных трансформаторов . . . . .	81
3.3. Сварочные выпрямители и их типы. Однопостовые и многопостовые сварочные выпрямители. Транзисторные и тиристорные выпрямители. Устройство и технические характеристики сварочных выпрямителей . . . . .	84

3.4. Сварочные преобразователи, их классификация. Преобразователи для сварки покрытыми электродами и в защитном газе. Устройство, паспортные данные и технические характеристики наиболее распространенных типов сварочных преобразователей. Общие сведения о сварочных агрегатах. ....	89
3.5. Аппараты для повышения устойчивости горения дуги. Осцилляторы, их назначение и принцип работы. Импульсные возбудители сварочной дуги. Возможные неисправности, их причины и способы устранения. ....	93
3.6. Оборудование и технология механизированной дуговой сварки в защитных газах, порошковой и самозащитной проволокой. ....	96
3.6.1. Оборудование для механизированной сварки. Устройство полуавтоматов. Расположение подающего механизма в полуавтоматах различных типов. Гибкие шланги. Горелка для механизированной сварки. ....	96
3.6.2. Полуавтоматы ПДГ-305 и ПДГ-502. Технические характеристики полуавтоматов. ....	99
3.6.3. Технология механизированной дуговой сварки порошковой самозащитной проволокой. Техника и режимы сварки. Требования к организации рабочего места и безопасности труда при механизированной сварке. ....	103
3.7. Оборудование и технология автоматической сварки под флюсом, сварки в защитном газе, открытой дугой (порошковой и самозащитной проволокой). ....	107
3.7.1. Оборудование для автоматической сварки под флюсом. Основные части автоматов. Устройство для подачи проволоки и регулирования длины дуги. Устройство для подачи флюса. Технические характеристики автоматов. ....	107
3.7.2. Автомат для дуговой сварки АДГ-502. Устройство автомата. Технические характеристики автоматов. ....	113
3.7.3. Техническое обслуживание автоматов. Неполадки в работе автоматов, их причины и способы устранения. ....	115
3.7.4. Установки постоянного и переменного тока для сварки в защитных газах. Устройство и технические характеристики установок. ....	120

## ГЛАВА 4. МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ СВАРКЕ 41

4.1. Понятие о металлургических процессах сварки. Характерные особенности металлургических процессов при сварке сталей в сравнении с обычным металлургическим процессом, протекающим в печах. Окисление, раскисление, рафинирование и легирование сварочной ванны. ....	124
4.2. Загрязнение металла шва, вредные примеси, причины загрязнения металла шва. Способы борьбы с загрязнениями. Рафинирование металла. ....	128

4.3. Кристаллизация металла шва, механизм кристаллизации. Образование трещин. Виды и причины возникновения трещин. Основные способы по предупреждению образования трещин	131
4.4. Строение сварного соединения. Зоны сварного соединения. Причины возникновения зон сварного соединения. Микроструктура металла зоны термического влияния. Виды участков в зоне термического влияния. Качество металла в участках зоны термического влияния. Ширина зоны термического влияния	134

## **ГЛАВА 5. ДЕФЕКТЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ И ИХ КОНТРОЛЬ** 138

5.1. Особенности образования дефектов для различных способов сварки	138
5.2. Дефекты ручной газовой сварки	146
5.3. Дефекты ручной дуговой сварки	148
5.4. Дефекты механизированных способов сварки	150
5.5. Методы выявления дефектов сварки	152
5.6. Классификация дефектов по методам выявления	156
5.7. Дефектность как критерий состояния качества	161

## **ГЛАВА 6. ТЕХНОЛОГИЯ ГАЗОВОЙ СВАРКИ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ** 166

6.1. Понятие о технологии газовой сварки. Газы, присадочная проволока и флюсы для газовой сварки	166
6.2. Горючие газы и жидкости – заменители ацетилена. Физико-химические свойства заменителей ацетилена и особенности сварочного процесса	170
6.3. Области применения газовой сварки.	179
6.4. Сварочное пламя. Структура ацетилено-кислородного пламени и процесс горения. Химические свойства ацетилено-кислородного пламени. Виды пламени и их тепловые характеристики	181
6.5. Техника газовой сварки. Левая и правая сварка. Положение горелки при газовой сварке. Выбор способа сварки в зависимости от положения шва в пространстве	184
6.6. Способы подготовки кромок для газовой сварки. Режимы сварки. Сварка «сквозным валиком» и «ванночками»	188
6.7. Ацетиленовые генераторы. Типы и классификация генераторов по принципу действия, производительности, давлению газа	191
6.8. Предохранительные затворы, их устройство и работа	193
6.9. Устройство и работа переносного ацетиленового генератора	197
6.10. Баллоны для сжатых, сжиженных и растворенных газов. Конструкция баллонов, их емкость и условные цвета окраски для различных газов. Особенности конструкции ацетиленовых баллонов. Хранение и транспортировка баллонов	203

6.11. Редукторы для сжатых газов. Принцип действия и устройство редуктора, правила обращения с ним. Причины замерзания редуктора, способы устранения замерзания. . . . .	206
6.12. Рукава (шланги), их назначение и устройство. Рукава для кислорода, горючих газов, керосина. Выбор рукавов в зависимости от выполняемой работы. Правила обращения с рукавами и их хранения . . . . .	211
6.13. Сварочные горелки, их классификация. Схема и принцип работы инжекторной горелки. Техническая характеристика инжекторных горелок. Безынжекторные горелки. Специальные горелки . . . . .	213
6.14. Газовая сварка трубопроводов диаметром до 150 мм и толщиной стенок до 5 мм. Сварка плоских изделий и ремонтные работы. Дефекты газовой сварки . . . . .	220
6.15. Требования к организации рабочего места и безопасности труда газосварщика при газовой сварке . . . . .	231

## **ГЛАВА 7. УЧЕБНЫЕ ЗАДАНИЯ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ СТРУКТУРЫ ПО ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ И ГАЗОВОЙ СВАРКЕ** 02

7.1. Использование учебных заданий в процессе изучения основных тем по электродуговой и газовой сварке . . . . .	240
7.2. Безопасность труда, производственная санитария и противопожарные мероприятия . . . . .	242
7.3. Устройство и обслуживание электросварочного оборудования и аппаратуры. . . . .	245
7.4. Сварочные материалы . . . . .	253
7.5. Деформации и напряжения при сварке . . . . .	259
7.6. Основы металлургических процессов при сварке . . . . .	261
7.7. Технология ручной электродуговой сварки . . . . .	264
7.8. Ручная дуговая сварка углеродистых и легированных сталей . . . . .	276
7.9. Сварка чугуна, цветных металлов и сплавов, наплавка твердых сплавов. . . . .	278
7.10. Дефекты и контроль сварных швов и соединений . . . . .	281
Ответы к учебным заданиям для самоконтроля и самооценки знаний и умений . . . . .	284
Ответы к учебным заданиям двухкомпонентной структуры по электрогазосварке . . . . .	292
Литература . . . . .	297