

# РУЧНАЯ ДУГОВАЯ СВАРКА

Утверждено  
Министерством образования Республики Беларусь  
в качестве учебника для учащихся учреждений,  
обеспечивающих получение  
профессионально-технического образования,  
по учебной специальности  
"Технология сварочных работ"

3-е издание



Минск  
«Вышэйшая школа»

УДК 621.791.75(075.32)

ББК 34.641я722

Л85

Рецензенты: заведующий кафедрой «Порошковая металлургия, сварка и технология материалов» Белорусского национального технического университета доктор технических наук, профессор *В.Н. Ковалевский*; методическая комиссия электротехнических дисциплин Бобруйского государственного машиностроительного профессионально-технического колледжа

*Все права на данное издание защищены. Воспроизведение всей книги или любой ее части не может быть осуществлено без разрешения издательства.*

Луначёв, В. Г.

Л85 Ручная дуговая сварка : учебник / В. Г. Луначёв. – 3-е изд. – Минск : Выш. шк., 2010. – 416 с. : ил.  
ISBN 978-985-06-1717-0.

Изложены технология и техника ручной дуговой сварки, наплавки и резки углеродистых и легированных сталей, чугунов, цветных металлов и их сплавов. Рассмотрены физические основы дуговой сварки и металлургические процессы в сварочной ванне. Показаны типы сварных соединений и дана классификация швов. Рассмотрены причины образования дефектов при сварке. Приведены сведения по организации рабочего места и технике безопасности.

Предыдущее издание вышло в 2007 г.

Предназначен учащимся профессионально-технических учебных заведений, рабочим при профессиональном обучении на производстве, сварщикам при подготовке к аттестации и сертификации.

УДК 621.791.75(075.32)

ББК 34.641я722

Учебное издание

Луначёв Вячеслав Григорьевич

**РУЧНАЯ ДУГОВАЯ СВАРКА**

Учебник

Ответственный за выпуск *Ю.А. Мисюль*. Редактор *Т.К. Майборода*. Художественный редактор *В.А. Ярошевич*. Технический редактор *Н.А. Лебедевич*. Корректор *В.П. Шкредова*. Компьютерная верстка *М.В. Бригер*

Подписано в печать 06.11.2009. Формат 84×108/32. Бумага офсетная. Гарнитура «Школьная». Офсетная печать. Усл. печ. л. 21,84. Уч.-изд. л. 22,34. Тираж 2500 экз. Заказ 2731.

Республиканское унитарное предприятие «Издательство «Высшая школа»». ЛП № 02330/0494062 от 03.02.2009. Пр. Победителей, 11, 220048, Минск.  
<http://vshph.com>

Республиканское унитарное предприятие «Издательство «Белорусский Дом печати»». ЛП № 02330/0494179 от 03.04.2009. Пр. Независимости, 79, 220013, Минск.

ISBN 978-985-06-1717-0

© Луначёв В.Г., 2006

© Издательство «Высшая школа», 2010

Ручная дуговая сварка покрытыми электродами широко используется при изготовлении различных металлических конструкций в энергетике, химии и нефтехимии, в автомобилестроении, при строительстве нефте- и газопроводов. Сварка также находит применение при ремонте различных деталей и изделий.

Объемы применения ручной дуговой сварки ежегодно возрастают. Это обуславливает необходимость расширения подготовки рабочих-сварщиков в профессионально-технических учебных заведениях и на производстве.

В книге содержатся сведения, которые позволяют сварщикам освоить технологические процессы ручной дуговой сварки, широко используемые при изготовлении конструкций, восстановлении и ремонте различных деталей машин и оборудования.

Структура учебника обусловлена последовательностью изучения тем. Вначале приводятся общие сведения о сварке, строении и свойствах сварочной дуги, сварных соединениях и швах, описывается оборудование сварочного поста. Затем рассматриваются технология и техника ручной дуговой сварки. Излагаются особенности сварки цветных металлов и наплавки твердыми сплавами. Основная часть книги посвящена сварке сталей. Приводятся широко используемые в промышленности и строительстве основные и сварочные материалы. Даны примеры сварки некоторых типовых конструкций. В заключение описываются дефекты сварных швов, даются сведения о методах неразрушающего контроля сварных соединений, а также рассматривается техника безопасности при проведении сварочных работ. Для лучшего усвоения программного материала, закрепления полученных знаний и самоконтроля после каждой главы приведены контрольные вопросы и тесты.

Профессия «Электросварщик ручной дуговой сварки» является широко распространенной в современном производстве и строительстве. Высокий технический уровень сварочного производства предполагает и высокий уровень

общеобразовательной и специальной подготовки сварщиков в профессионально-технических училищах и на производстве. Цель данного учебника – дать обучающимся основы ручной дуговой сварки, что в сочетании с производственным обучением позволит им стать квалифицированными сварщиками.

Материал учебника соответствует программе подготовки электросварщиков ручной дуговой сварки в профессионально-технических учебных заведениях и на производстве. Он может быть использован при подготовке и повышении квалификации сварщиков на производстве, при самостоятельном изучении технологии сварочных работ, а также при подготовке к аттестации и сертификации сварщиков.

Признательность за критическое и доброжелательное отношение к учебнику автор выражает рецензентам: В.Н. Ковалевскому – доктору технических наук, профессору, заведующему кафедрой «Порошковая металлургия, сварка и технология материалов» Белорусского национального технического университета и В.Н. Аушеву – директору Бобруйского государственного машиностроительного профессионально-технического колледжа, объективные замечания которых помогли улучшить содержание книги.

Замечания и пожелания можно направлять по адресу: издательство «Вышэйшая школа», пр. Победителей, 11, 220048, Минск.

## ВВЕДЕНИЕ

*Сваркой* называется процесс получения неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между соединяемыми частями при их нагревании и (или) пластическом деформировании.

Сварка – один из наиболее распространенных технологических процессов. К сварке относятся собственно сварка, наплавка, сваркопайка, пайка, склеивание, напыление и некоторые другие операции.

С помощью сварки соединяют между собой различные металлы, их сплавы, некоторые керамические материалы, пластмассы, стекла и разнородные материалы. Наибольшее применение сварка металлов и их сплавов находит при сооружении новых конструкций, изготовлении и ремонте различных изделий, машин и механизмов, создании двухслойных материалов. Сваривать можно металлы любой толщины. Прочность сварного соединения в большинстве случаев не уступает прочности основного металла. Сварку можно выполнять на земле, под водой, в космосе. Сваривать швы можно в любых пространственных положениях.

Возникновение первых простейших методов сварки относится к началу периода освоения человеком металлов. Археологические музеи хранят образцы изделий, изготовленных с применением сварки в VIII–VII тыс. до н.э.

Прежде всего была освоена кузнечная сварка меди и некоторых ее сплавов с подогревом до 300–400 °С. В дальнейшем люди научились сплавлять небольшие куски металла и изготавливать изделия путем заливки металла в каменные или глиняные формы – так возникло искусство литья. Это привело к созданию литейной сварки: соединяемые детали помещали в форму, место соединения заливали жидким металлом. Позднее были найдены более легкоплавкие металлы, появился метод пайки, во многих случаях более удобный и производительный. Многовековой опыт и искусство древних мастеров довели сварку и пайку до высокой степени совершенства. Образцы их изделий мы видим в коллекциях музеев.

Лишь во II в. до н.э. началось освоение человеком железа – важнейшего металла современности. Широко используя железо, человек долго не мог его расплавлять из-за высокой температуры плавления. Трудом поколений мастеров был создан и доведен до совершенства способ кузнечной сварки железа. Раскаленное до «сварочного жара» железо еще не плавится, но становится мягким, пластичным и способно свариваться под большим давлением или под ударами молота: соединение происходит в твердом состоянии металла.

Революционную роль в развитии сварочной техники сыграли новые источники нагрева: мощные электрические токи, горючие газы, сжигаемые в технически чистом кислороде, и др. Они обеспечили концентрированный нагрев зоны сварки и получение весьма высоких температур, что позволило полностью модернизировать существующие способы сварки. При этом производительность сварки увеличилась в сотни раз.

Трудно по-настоящему постигнуть и оценить сегодняшние достижения науки и техники, не зная того, что было сделано нашими предшественниками.

Впервые мысль о возможности практического применения «электрических искр» для плавления металлов высказал в 1753 г. академик Российской Академии наук Г.В. Рихман, выполнивший ряд исследований атмосферного электричества.

В 1802 г. профессор Санкт-Петербургской военно-хирургической академии В.В. Петров открыл явление электрической дуги, первым в мировой литературе описал электрическую дугу и ее свойства, в частности плавление металла, а также указал возможные области практического применения.

Удивительна судьба этого открытия. Дуга В.В. Петрова дала старт грандиозной эстафете поисков, изобретений и открытий. Ее ярчайший свет привлек внимание многих ученых мира и изобретателей, людей различных характеров, способностей, устремлений и судеб. Некоторые из них всю свою жизнь посвятили изучению необыкновенного огня, пытаясь понять его сущность.

Электрическая дуга послужила основой создания мощных источников тока, прожекторной техники, раз-

вития электросварки, электрометаллургии и электроэнергетики.

Электрический разряд назвал «дугой» английский ученый-химик Г. Дэви, который независимо от В.В. Петрова открыл ее спустя 10 лет. В 1812 г. в Лондоне вышла его книга «Элементы философии, химии», в которой он описал свои опыты с дугой. Во время экспериментов, которые проводил Г. Дэви, электроды были расположены параллельно Земле, ее магнитное поле притягивало электрический разряд и он принимал форму огненного мостика-дуги.

В 1849 г. американец К. Стэт получил патент на соединение металлов с помощью электричества. Однако этот патент не был реализован на практике.

Дуговая сварка как промышленный способ соединения металлов была изобретена в России. В 1882 г. Н.Н. Бенардос предложил способ прочного соединения и разъединения металлов с помощью электрического тока. Он практически осуществил способы сварки и резки металлов электрической дугой угольным электродом. Ему также принадлежит много других важных изобретений в области сварки (способ контактной и шовной сварки, спиралешовные трубы, порошковая проволока и др.). 6 июля 1885 г. Н.Н. Бенардос подал заявку в Департамент торговли и мануфактур на выдачу привилегии на его изобретение «Способ соединения и разъединения металлов непосредственным действием электрического тока», названное им «Электрогефест».

В Петербурге было организовано Общество «Электрогефест» по эксплуатации и внедрению изобретения Н.Н. Бенардоса и открыты показательная мастерская и небольшой завод для производства сварочных работ по способу Н.Н. Бенардоса. Ученый получил патент на изобретение способа дуговой сварки «Электрогефест» во Франции, Англии, Германии.

Электрическая сварка получила дальнейшее развитие в работах Н.Г. Славянова. 17 марта 1888 г. он подал заявку на получение привилегии на изобретение «Электрическая отливка металлов». Способ Н.Г. Славянова отличается от способа Н.Н. Бенардоса тем, что металлический стержень одновременно является и электродом, и присадочным металлом. Это позволило разработать устройства

для механизированной подачи электрода в дугу и тем самым механизировать процесс сварки.

Н.Г. Славянов разработал технологические и металлургические основы дуговой сварки. Он применил флюс для защиты металла сварочной ванны от воздуха, предложил способы наплавки, горячей сварки чугуна, организовал электросварочный цех. Н.Г. Славянов получил патенты на свои изобретения во Франции, Германии, Англии. В 1892 г. в Петербурге была издана его книга «Электрическая отливка металлов» – первый в мире научный труд, где описывалась дуговая сварка.

Каждый раз, когда сварщики берут в руки пачку электродов шведской фирмы ESAB, они встречают аббревиатуру ОК. Это инициалы основателя фирмы ESAB Оскара Кельберга. Инженер Оскар Кельберг в сентябре 1904 г. изобрел металлические электроды с нанесенным на их поверхность покрытием. Покрытие предохраняет металл шва от вредного воздействия воздуха (окисления и азотирования) и стабилизирует горение дуги. Применение покрытых электродов значительно повысило качество сварных соединений.

В середине 1920-х гг. интенсивные исследования процессов сварки были начаты во Владивостоке (В.П. Володин, Н.Н. Рыкалин), в Москве (Г.А. Николаев, К.К. Окерблом). Особую роль в развитии и становлении сварки сыграл академик Е.О. Патон, организовавший в 1929 г. лабораторию, а затем в 1934 г. – Институт электросварки (ИЭС) в Киеве.

В 1924–1935 гг. в основном применяли ручную сварку электродами с тонкими ионизирующими (меловыми) покрытиями. В эти годы под руководством академика В.П. Володина были изготовлены первые отечественные котлы и корпуса нескольких судов. С 1935–1939 гг. начали применять толстопокрытые электроды, в которых стержни изготавливали из легированной стали, что обеспечило широкое использование сварки в промышленности и строительстве.

Новый этап в развитии механизированной дуговой сварки начался в конце 1930-х гг., когда на основе идей, высказанных еще Н.Г. Славяновым, учеными Института электросварки АН УССР под руководством академика



Е.О. Патона был разработан новый способ сварки – автоматическая сварка под флюсом.

Сварка под флюсом за счет увеличения мощности сварочной дуги и надежной изоляции плавильного пространства от окружающего воздуха позволяет резко повысить производительность процесса, обеспечить стабильность качества сварного соединения, улучшить условия труда и получить значительную экономию материалов и электроэнергии.

Способ дуговой сварки в защитных газах получил промышленное применение в конце 1940-х гг. Газ для защиты зоны сварки впервые использовал американский ученый А. Александер еще в 1928 г. Однако этот способ сварки не нашел широкого промышленного применения из-за сложности получения защитных газов. Положение изменилось после того, как начали использовать гелий и аргон в США, углекислый газ в СССР и различные смеси газов.

Сварку неплавящимся (угольным) электродом в углекислом газе впервые осуществил Е.Г. Остапенко. Затем в 1950-е гг. был разработан высокопроизводительный способ дуговой сварки в углекислом газе плавящимся электродом.

Использование дешевых защитных газов, улучшение качества сварки и повышение производительности процесса обеспечили широкое применение этого способа главным образом при механизированной сварке различных конструкций. Механизированную сварку в защитных газах используют вместо ручной дуговой сварки покрытыми электродами и механизированной сварки под флюсом.

В начале 1950-х гг. в Институте электросварки им. Е.О. Патона создают электрошлаковую сварку для производства крупногабаритных деталей из литых и кованных заготовок, что снизило затраты при изготовлении оборудования тяжелого машиностроения.

Развитие сварочной техники неразрывно связано с изысканием новых источников теплоты для плавления металла. Одним из таких источников является концентрированный поток электронов в вакууме, на основе которого был создан новый вид сварки – электронно-лучевая. Эта сварка находит достаточно широкое применение при соединении тугоплавких химически активных металлов и сплавов и ряда специальных сталей.

В последние два десятилетия для сварки эффективно используют оптические квантовые генераторы – лазеры. В ближайшие годы можно ожидать дальнейших больших успехов в развитии и промышленном применении лучевых сварочных процессов.

Однако и в настоящее время ручная дуговая сварка покрытым металлическим (штучным) электродом является наиболее универсальным и сравнительно простым способом выполнения неразъемных соединений металлов.

Несмотря на широкое применение в промышленности различных способов механизированной сварки объемы применения этого способа сварки при изготовлении сварных металлических конструкций ежегодно возрастают. Поэтому ученые, занятые в области сварочного производства, работают над усовершенствованием ручной дуговой сварки покрытыми металлическими электродами. Основное внимание уделяется созданию:

□ новых марок электродов для сварки конструкций из низко- и среднелегированных марок сталей средней и повышенной групп прочности, а также высоколегированных сталей;

□ новых марок высокопроизводительных электродов, преимущественно с железным порошком в обмазке;

□ специальных марок электродов, позволяющих производить сварку в различных пространственных положениях, включая сварку на вертикальной плоскости методом «сверху вниз», а также электродов «гравитационной» сварки и др.;

□ нового оборудования, включая источники питания сварочной дуги, а также приспособлений для ручной дуговой сварки;

□ специальной одежды для сварщиков.

Особое место в этих работах занимают исследования, направленные на улучшение гигиенических условий труда сварщиков за счет снижения токсичности сварочных электродов.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

От автора .....	3
Введение .....	5
<b>Глава 1. Общие сведения о сварке .....</b>	<b>11</b>
1.1. Сущность процесса сварки .....	11
1.2. Классификация видов сварки .....	12
1.3. Виды дуговой сварки плавлением .....	13
<i>Тестовые задания</i> .....	15
<b>Глава 2. Сварочные посты для ручной дуговой сварки .....</b>	<b>17</b>
2.1. Стационарные и передвижные сварочные посты .....	17
2.2. Оборудование сварочного поста .....	20
2.3. Инструмент и принадлежности сварщика .....	21
<i>Тестовые задания</i> .....	31
<b>Глава 3. Сварные соединения и швы .....</b>	<b>33</b>
3.1. Типы сварных соединений .....	33
3.2. Классификация сварных швов .....	39
3.3. Геометрические параметры сварного шва .....	44
3.4. Конструктивные элементы разделки кромок .....	46
3.5. Обозначения сварных швов .....	49
3.6. Расчет сварных соединений .....	54
<i>Тестовые задания</i> .....	57
<b>Глава 4. Электроды для сварки сталей и чугуна .....</b>	<b>59</b>
4.1. Назначение покрытых электродов .....	59
4.2. Сварочные проволоки .....	60
4.3. Покрытия электродов .....	62
4.4. Типы электродов .....	73
<i>Тестовые задания</i> .....	76
<b>Глава 5. Сварочная дуга .....</b>	<b>78</b>
5.1. Возникновение и строение сварочной дуги .....	78
5.2. Классификация сварочной дуги .....	85
5.3. Магнитное дутье .....	87
5.4. Вольт-амперная характеристика сварочной дуги .....	89
5.5. Перенос электродного металла .....	90
<i>Тестовые задания</i> .....	93
<b>Глава 6. Металлургические процессы при сварке .....</b>	<b>95</b>
6.1. Особенности сварочных металлургических процессов .....	95
6.2. Взаимодействие расплавленного металла с газами .....	97

6.3. Взаимодействие металла со шлаками и газами . . . . .	102
6.4. Образование пор . . . . .	105
6.5. Кристаллизация металла шва . . . . .	106
6.6. Строение сварного соединения . . . . .	113
6.7. Образование трещин при сварке . . . . .	118
<i>Тестовые задания</i> . . . . .	121
<b>Глава 7. Напряжения и деформации при сварке . . . . .</b>	<b>123</b>
7.1. Причины возникновения напряжений и деформаций . . . . .	123
7.2. Предотвращение напряжений и деформаций . . . . .	128
7.3. Устранение напряжений и деформаций . . . . .	130
7.4. Термическая обработка сварных соединений . . . . .	132
<i>Тестовые задания</i> . . . . .	133
<b>Глава 8. Технология и техника сварки покрытыми электродами . . . . .</b>	<b>135</b>
8.1. Подготовка металла под сварку . . . . .	135
8.2. Режим сварки . . . . .	138
8.3. Технологические особенности дуговой сварки . . . . .	141
8.4. Техника сварки . . . . .	146
8.5. Выполнение швов в различных положениях . . . . .	154
<i>Тестовые задания</i> . . . . .	163
<b>Глава 9. Сварка углеродистых сталей . . . . .</b>	<b>165</b>
9.1. Классификация сталей . . . . .	165
9.2. Углеродистые стали . . . . .	166
9.3. Сварка низкоуглеродистых сталей . . . . .	169
9.4. Сварка среднеуглеродистых и высокоуглеродистых сталей . . . . .	172
<i>Тестовые задания</i> . . . . .	173
<b>Глава 10. Сварка легированных сталей . . . . .</b>	<b>175</b>
10.1. Классификация легированных сталей . . . . .	175
10.2. Сварка низколегированных сталей . . . . .	178
10.3. Сварка среднелегированных сталей . . . . .	180
10.4. Сварка высоколегированных сталей и сплавов . . . . .	185
<i>Тестовые задания</i> . . . . .	189
<b>Глава 11. Сварка чугуна . . . . .</b>	<b>191</b>
11.1. Классификация чугунов . . . . .	191
11.2. Свариваемость чугуна . . . . .	192
11.3. Способы сварки чугуна . . . . .	193
11.4. Горячая сварка чугуна . . . . .	195
11.5. Холодная сварка чугуна . . . . .	197
<i>Тестовые задания</i> . . . . .	202
<b>Глава 12. Сварка цветных металлов и их сплавов . . . . .</b>	<b>204</b>
12.1. Цветные металлы и их сплавы . . . . .	204
12.2. Особенности сварки цветных металлов . . . . .	206

12.3. Сварка алюминия и его сплавов . . . . .	207
12.4. Сварка меди и ее сплавов . . . . .	212
12.5. Сварка никеля и его сплавов . . . . .	216
<i>Тестовые задания</i> . . . . .	219
<b>Глава 13. Источники питания сварочной дуги</b> . . . . .	<b>221</b>
13.1. Требования к источникам питания . . . . .	221
13.2. Сварочные трансформаторы . . . . .	226
13.3. Сварочные выпрямители . . . . .	235
13.4. Сварочные генераторы и преобразователи . . . . .	242
13.5. Инверторные источники питания . . . . .	246
13.6. Многопостовые источники питания . . . . .	252
<i>Тестовые задания</i> . . . . .	254
<b>Глава 14. Высокопроизводительные способы сварки</b> . . . . .	<b>256</b>
14.1. Методы, повышающие производительность труда . . . . .	256
14.2. Способы сварки, повышающие производительность труда . . . . .	258
<i>Тестовые задания</i> . . . . .	266
<b>Глава 15. Ручная дуговая наплавка</b> . . . . .	<b>268</b>
15.1. Назначение и способы наплавки . . . . .	268
15.2. Особенности техники наплавки . . . . .	270
15.3. Выбор химического состава наплавляемого металла . . . . .	274
<i>Тестовые задания</i> . . . . .	277
<b>Глава 16. Области использования сварочной дуги</b> . . . . .	<b>279</b>
16.1. Сварка в инертных газах . . . . .	279
16.2. Сварка плазменной дугой . . . . .	290
16.3. Сварка угольным электродом . . . . .	293
16.4. Сварка под водой . . . . .	294
<i>Тестовые задания</i> . . . . .	295
<b>Глава 17. Ручная дуговая резка</b> . . . . .	<b>297</b>
17.1. Дуговая резка покрытыми электродами . . . . .	297
17.2. Воздушно-дуговая и кислородно-дуговая резка . . . . .	302
17.3. Резка плазменной струей . . . . .	306
17.4. Дуговая подводная резка . . . . .	307
<i>Тестовые задания</i> . . . . .	308
<b>Глава 18. Материалы для сварных конструкций</b> . . . . .	<b>311</b>
18.1. Металлы и их основные свойства . . . . .	311
18.2. Свариваемость материалов . . . . .	316
<i>Тестовые задания</i> . . . . .	323

<b>Глава 19. Сварка металлических конструкций</b> . . . . .	<b>325</b>
19.1. Требования к сварным конструкциям . . . . .	325
19.2. Классификация сварных конструкций . . . . .	327
19.3. Технологичность сварных конструкций . . . . .	328
19.4. Технологическая документация . . . . .	329
19.5. Сборка и прихватка деталей . . . . .	330
19.6. Особенности сварки некоторых конструкций . . . . .	336
<i>Тестовые задания</i> . . . . .	344
<b>Глава 20. Дефекты сварных соединений</b> . . . . .	<b>346</b>
20.1. Классификация дефектов . . . . .	346
20.2. Влияние дефектов на прочность сварных соединений . . . . .	351
20.3. Исправление дефектов . . . . .	354
<i>Тестовые задания</i> . . . . .	356
<b>Глава 21. Контроль качества сварных соединений</b> . . . . .	<b>358</b>
21.1. Требования к качеству продукции . . . . .	358
21.2. Контроль качества основных и сварочных материалов . . . . .	360
21.3. Контроль заготовок и сборки изделия . . . . .	361
21.4. Контроль технологического процесса сварки . . . . .	361
21.5. Визуальный контроль . . . . .	362
21.6. Контроль швов на непроницаемость . . . . .	363
21.7. Неразрушающий контроль . . . . .	365
21.8. Механические испытания . . . . .	369
21.9. Металлографические исследования . . . . .	371
21.10. Коррозионные испытания . . . . .	372
<i>Тестовые задания</i> . . . . .	374
<b>Глава 22. Механизация и автоматизация производства сварных конструкций</b> . . . . .	<b>376</b>
22.1. Сварочные и вспомогательные технологические операции . . . . .	376
22.2. Сварочные приспособления . . . . .	377
22.3. Универсально-сборные приспособления для сварки . . . . .	386
22.4. Механизированные приспособления для сборки и сварки . . . . .	388
<i>Тестовые задания</i> . . . . .	392
<b>Глава 23. Техника безопасности</b> . . . . .	<b>394</b>
23.1. Охрана труда при сварочных работах . . . . .	394
23.2. Электробезопасность . . . . .	402
23.3. Пожарная безопасность . . . . .	406
23.4. Оказание первой помощи пострадавшим . . . . .	407
<i>Тестовые задания</i> . . . . .	408
Ключи к тестовым заданиям . . . . .	410
Литература . . . . .	412