

# СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ

ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ ⚡ ГАЗОВАЯ ⚡ ХОЛОДНАЯ  
ТЕРМИТНАЯ ⚡ КОНТАКТНАЯ СВАРКА



Сварка широко используется не только в промышленности, но и в быту. Книга содержит информацию о различных видах и технологиях сварки — электродуговой, газовой, холодной, термитной, контактной — и особенностях ее применения. Кроме того, вы найдете здесь инструкцию по конструированию сварочного аппарата своими руками, а также практикум сварщика-любителя, благодаря которому сможете самостоятельно изготовить различные металлические конструкции — от этажерки для цветов до винтовой лестницы.

[www.ksdbook.ru](http://www.ksdbook.ru)

ISBN 978-5-9910-2697-0



[www.bookclub.ua](http://www.bookclub.ua)

ISBN 978-966-14-6323-2



СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ

ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ ⚡ ГАЗОВАЯ ⚡ ХОЛОДНАЯ  
ТЕРМИТНАЯ ⚡ КОНТАКТНАЯ СВАРКА

ВОРОТА ⚡ РЕШЕТКИ ⚡ ЛЕСТНИЦЫ  
СВАРОЧНЫЙ АППАРАТ СВОИМИ РУКАМИ

# СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ

ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ  
ГАЗОВАЯ  
ХОЛОДНАЯ  
ТЕРМИТНАЯ  
КОНТАКТНАЯ  
СВАРКА



КНИЖНЫЙ  
СЕМЕЙНОГО  
ЦЕНТРА





**ВОРОТА ⚡ РЕШЕТКИ ⚡ ЛЕСТНИЦЫ  
СВАРОЧНЫЙ АППАРАТ СВОИМИ РУКАМИ**

# **СВАРОЧНЫЕ РАБОТЫ**

- ⚡ ЭЛЕКТРОДУГОВАЯ**
- ⚡ ГАЗОВАЯ**
- ⚡ ХОЛОДНАЯ**
- ⚡ ТЕРМИТНАЯ**
- ⚡ КОНТАКТНАЯ  
СВАРКА**

**ХАРЬКОВ БЕЛГОРОД 2013**  **КЛУБ СЕМЕЙНОГО ДОСУГА**

УДК 621.791  
ББК 34.5  
С24



Никакая часть данного издания не может быть  
скопирована или воспроизведена в любой форме  
без письменного разрешения издательства

Дизайнер обложки *Андрей Цепотан*

ISBN 978-966-14-6323-2 (Украина)  
ISBN 978-5-9910-2697-0 (Россия)

- © DepositPhotos.com / ifong, обложка, 2013
- © Книжный Клуб «Клуб Семейного Досуга», издание на русском языке, 2013
- © Книжный Клуб «Клуб Семейного Досуга», художественное оформление, 2013
- © ООО «Книжный клуб «Клуб семейного досуга»», г. Белгород, 2013



## ВВЕДЕНИЕ

Сварка является одним из ведущих технологических процессов изготовления, упрочнения и ремонта строительных конструкций, трубопроводов, машин и механизмов, транспортных средств и прочих промышленных и бытовых изделий. Использование технологических приемов сварки очень эффективно и при резке металлов. Исторически сварка известна человечеству со времен использования меди, серебра, золота и особенно железа, при получении которого выполняли проковку, т. е. сваривание криц (кусочков технически чистого железа). Это и есть первый (и до недавнего времени основной) способ сварки — кузнечная сварка металла.

Газовая сварка появилась в конце XIX века после разработки промышленного способа производства карбида кальция путем спекания кокса с негашеной известью (1893—1895). Из карбида легко получается горючий газ — ацетилен, который и применяется при газовой сварке. Первые газовые горелки появились в 1900 г., а с 1906 г. ацетиленокислородная сварка получила промышленное применение. До 1950 г. газосварка называлась автогенной — по названию процесса автоматической генерации, т. е. получения ацетилена из карбида кальция при взаимодействии с водой в газогенераторе. До настоящего времени она применяется весьма широко как в производстве, так и при ремонте металлоизделий, а в ряде случаев является и единственно возможным способом сварки.

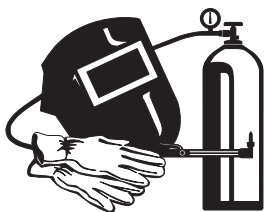
Наиболее же распространена в производстве и в быту электродуговая сварка — отечественное, кстати, изобретение. Впервые электрический дуговой разряд был выявлен профессором физики Петербургской медико-хирургической



академии Василием Владимировичем Петровым в 1802 г. Через 80 лет (в 1882 г.) российский инженер Николай Николаевич Бенардос, работая со свинцовыми аккумуляторными батареями, открыл способ сварки неплавящим угольным электродом. Он же освоил технологию сварки свинцовых пластин, разработал способы сварки металла в среде защитного газа и электродуговой резки металла. Бенардос назвал свое изобретение «Электрогефест». В греческой мифологии бог Гефест — покровитель кузнецов, и этим названием ученый объединил наследие античных мастеров кузнечной сварки с новейшими технологическими достижениями и открытиями.

В 1888 г. другой российский инженер Николай Гаврилович Славянов разработал способ сварки плавящим электродом. Дальнейшую работу по разработке сварочных методик Славянов и Бенардос выполняли вместе. С 1890 по 1892 г. по их технологии в Российской империи было отремонтировано с высоким качеством 1631 изделие общим весом свыше 17 тыс. пудов, в основном чугунные и бронзовые детали. Они даже разработали проект ремонта Царь-колокола, но «благодаря» высочайшему запрету это чудо литейного искусства так ни разу и не зазвонило. Известный мостостроитель академик Евгений Оскарович Патон, предвидя огромную роль электросварки в мостостроении и в других отраслях хозяйства, в 1929 г. резко сменил поле своей научной деятельности и организовал в Киеве сначала лабораторию, а позднее первый в мире институт электросварки. Им было разработано и предложено много новых и эффективных технологических процессов электросварки. В годы войны под его руководством были разработаны технология и автоматические станды для сварки под слоем флюса башен и корпусов танков, самоходных орудий, авиабомб.

В настоящее время широкое развитие получили такие способы сварки, как плазменная и электронно-лучевая, контактная и электрошлаковая, сварка под водой и в космосе, порошковыми материалами и др. Многие из них были разработаны именно в Институте электросварки имени Е. О. Патона.



## ОСНОВЫ ТЕОРИИ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ

---

---

Сваркой называется процесс получения неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между соединяемыми частями при их нагревании и (или) пластическом деформировании. Именно так определяет сварку ГОСТ 2601-84. Это определение относится к металлам, неметаллическим материалам (пластмассы, стекло и т. д.) и к их сочетаниям.

### КЛАССИФИКАЦИЯ ВИДОВ СВАРКИ

Сварка металлов, согласно ГОСТ 19521-74, классифицируется по основным физическим, техническим и технологическим признакам.

Физические признаки, в зависимости от формы энергии, используемой для образования сварного соединения, подразделяются на три класса: термический (плавление с использованием тепловой энергии), термомеханический (использование тепловой энергии и давления) и механический (сварка при помощи механической энергии и давления). К техническим признакам относятся: способ защиты металла в сварочной зоне, непрерывность сварки и степень механизации процесса. Технологические признаки установлены для каждого способа сварки отдельно.

К механическому классу относят *сварку взрывом*, при которой атомы свариваемых изделий сближаются за счет





энергии, выделяемой при взрыве; *холодную сварку* пластической деформацией свариваемых металлов в зоне стыка под воздействием механического усилия и *ультразвуковую сварку* — соединение металлов энергией ультразвуковых колебаний.

**Термомеханический класс** содержит больше видов. *Диффузионная сварка* осуществляется за счет взаимного проникновения атомов свариваемых изделий (диффузии) при повышенной температуре в вакуумной установке.

*Сварка высокочастотными токами* осуществляется благодаря пластическому деформированию свариваемых изделий, предварительно нагретых высокочастотным током, проходящим между ними. При *сварке трением* сближают торцы вращающихся вокруг своих осей заготовок; от трения друг о друга торцы деталей сильно разогреваются, а при остановке вращения под большим давлением образуются качественное неразъемное соединение.

К термомеханическому классу относятся и разновидности *контактной сварки*.

*Стыковую контактную сварку непрерывным оплавлением* применяют для соединения заготовок сечением до 0,1 м<sup>2</sup>. Типичными изделиями являются элементы трубчатых конструкций, колеса, рельсы, железобетонная арматура, листы, трубы. Плавление током металла ведется в постоянном или периодическом режиме, одновременно со сближением заготовок, которые в процессе оплавления укорачиваются на заданный припуск. При *рельефной контактной сварке* на заготовках предварительно создают рельефы — локальные возвышения на поверхности размером несколько миллиметров в диаметре. При контактной сварке таких деталей рельефы расплавляются проходящим через них сварочным током, выдавливаются оксиды и загрязнения.

Ввиду сложной технологии и необходимости использования дорогого оборудования вышеописанные виды сварки получили исключительно промышленное применение. Из видов этого класса в кустарном производстве применя-



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	5
<b>ОСНОВЫ ТЕОРИИ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ</b> .....	7
<b>Классификация видов сварки</b> .....	7
Электродуговая сварка .....	10
Газопламенная сварка .....	11
<b>Физико-химическая сущность сварки металлов</b> .....	12
Сварка давлением .....	13
Сварка плавлением .....	13
Химический состав сварочного шва .....	16
Роль защитных газов, флюсов и шлаков .....	19
Свариваемость металлов .....	20
Деформации при сварке .....	23
Особенности физических процессов при дуговой сварке .....	27
Особенности физических процессов при газовой сварке .....	38
<b>ТЕХНОЛОГИЯ СВАРОЧНЫХ РАБОТ</b> .....	43
<b>Подготовительные слесарные операции</b> .....	43
Рубка металла .....	44
Разрезание .....	47
Опиливание .....	51
Правка листового металла .....	53
Гибка .....	55
<b>Сварные соединения и швы</b> .....	62
<b>Ручная электродуговая сварка</b> .....	70
Оборудование и одежда для ручной электросварки .....	70
<b>Технология ручной дуговой сварки</b> .....	84
Выбор режимов сварки .....	84
Техника выполнения сварных швов .....	87



Сварка металла малой толщины . . . . .	95
Техника сварки в нижнем положении . . . . .	96
Техника сварки на горизонтальной и потолочной плоскостях . . . . .	101
Особенности сварки различных материалов . . . . .	106
Дуговая резка металлов . . . . .	118
<b>Технология газовой сварки . . . . .</b>	<b>120</b>
Материалы, применяемые при газовой сварке . . . . .	122
Оборудование для газовой сварки . . . . .	128
Техника выполнения сварных швов . . . . .	144
Способы и техника сварки . . . . .	145
Сварка в различных пространственных положениях . . . . .	149
Особенности газосварки различных металлов . . . . .	152
Кислородная резка металла . . . . .	162
<b>КОНСТРУИРОВАНИЕ ЛЮБИТЕЛЬСКИХ СВАРОЧНЫХ АППАРАТОВ . . . . .</b>	<b>170</b>
<b>Проектирование сварочных аппаратов . . . . .</b>	<b>171</b>
Исходные данные . . . . .	171
Конструктивные особенности сварочных трансформаторов . . . . .	173
Стандартная методика расчета сварочного трансформатора . . . . .	177
Упрощенный расчет обмоток . . . . .	181
Расчет нестандартного трансформатора . . . . .	182
Выбор сечения магнитопровода . . . . .	185
Подбор витков опытным путем . . . . .	186
Расположение обмоток . . . . .	188
Выбор обмоточного провода и изоляционных материалов . . . . .	191
Проверка качества обмоток . . . . .	198
<b>Особенности конструкций на различных магнитопроводах . . . . .</b>	<b>201</b>
П-образный сварочный трансформатор . . . . .	201
Сварочные трансформаторы на магнитопроводе от ЛАТРов . . . . .	211
Сварочный трансформатор из статора электродвигателя . . . . .	224
Сварочный трансформатор из... телевизора . . . . .	229
Другие типы сварочных трансформаторов . . . . .	233
<b>Регулирование переменного сварочного тока . . . . .</b>	<b>238</b>
Простой электронный регулятор сварочного тока . . . . .	242
Сварочный трансформатор с электронной регулировкой тока . . . . .	244



<b>Сварочные источники постоянного тока</b> .....	248
Простые выпрямительные устройства .....	248
Выпрямитель с вольтдобавкой .....	255
Регулирование постоянного сварочного тока .....	258
<b>Контактно-точечная сварка</b> .....	263
Особенности конструирования любительских ЭСА .....	263
Настольный аппарат точечной сварки .....	268
Точечная сварка для домашней мастерской .....	271
<b>Конструкции самодельных электрододержателей</b> .....	275
Простой электрододержатель .....	277
Резьбовой электрододержатель .....	278
Электрододержатель с рычажным фиксатором .....	278
Электрододержатель со штоковым фиксатором .....	280
<b>Самодельные газовые горелки</b> .....	283
Горелка с вентилем ВК-74 .....	283
Горелка, переделанная из ацетиленового газореза .....	285
Горелка с вентилем от газового баллона .....	286
<b>ПРАКТИКУМ СВАРЩИКА-ЛЮБИТЕЛЯ</b> .....	288
<b>Изготовление металлических ворот, решеток, заборов</b> .....	288
Оконная решетка .....	289
Забор из металлической сетки .....	292
Металлические сварные заборы .....	296
Ажурная решетка .....	297
Плетение из металла .....	298
Ограды из готовых кованых деталей .....	299
Металл и камень .....	301
Металлические ворота .....	302
Ворота из профнастила .....	304
Ворота из сетки-рабицы .....	307
<b>Сварные конструкции для сада и огорода</b> .....	307
Инструменты для бурения грунта .....	308
Мотыги .....	309
Вилы для копания картофеля .....	311
Садовая тачка .....	313
Платформенная тачка .....	316
Универсальные санки .....	318



Парничок .....	322
Зеленая ротонда .....	323
<b>Конструкции металлических печей .....</b>	<b>325</b>
Простая каменка из бочки .....	326
Простая печь-каменка .....	327
Мангал .....	328
Садовая «буржуйка» .....	332
<b>Металлические лестницы .....</b>	<b>334</b>
Основные принципы конструирования лестниц .....	334
Конструкции металлических лестниц .....	339
Ограждение лестниц и балконов .....	355
<b>Металл в интерьере .....</b>	<b>359</b>
Сварные этажерки для цветов .....	359
Сварной стол с расписной столешницей .....	361
<b>Сварка в помощь автолюбителю .....</b>	<b>364</b>
Прицеп для «Нивы» .....	364
Прицеп для мопеда .....	369
Металлический гараж .....	374
Газовая сварка в ремонте автомобиля .....	377
<b>Основные методы сварки металлоконструкций .....</b>	<b>383</b>
Балки .....	383
Фермы .....	385
Листовые конструкции .....	385
Сварка трубопроводов .....	385
<b>Вместо заключения .....</b>	<b>386</b>
Техника безопасности при сварочных работах .....	386
Техника безопасности при газопламенной обработке .....	387
Техника безопасности при дуговой сварке .....	388
Пожарная безопасность .....	389
<b>Приложения .....</b>	<b>391</b>
<b>Литература и другие источники .....</b>	<b>408</b>

Виробничо-практичне видання для аматорів

**Зварювальні роботи. Електродугове. Газове.  
Холодне. Термітне. Контактне зварювання**

*(російською мовою)*

Укладач *ПОДОЛЬСЬКИЙ Юрій Федорович*

Головний редактор *С. С. Скляр*  
Завідувач редакції *К. В. Новак*  
Відповідальний за випуск *І. Г. Веремій*  
Редактор *О. М. Журенко*  
Художній редактор *С. В. Місяк*  
Технічний редактор *В. Г. Євлахов*  
Коректор *О. Є. Шишацький*

Підписано до друку 11.10.2013. Формат 84x108/32. Друк офсетний.  
Гарнітура «Warnock Pro». Ум. друк. арк. 21,84. Наклад 15000 пр. Зам. №

Книжковий Клуб «Клуб Сімейного Дозвілля»  
Св. № ДК65 від 26.05.2000  
61140, Харків-140, просп. Гагаріна, 20а  
E-mail: [cop@bookclub.ua](mailto:cop@bookclub.ua)

Віддруковано з готових діапозитивів  
на ПП «ЮНІСОФТ»  
Свідоцтво ДК №3461 від 14.04.2009 р.  
[www.ttornado.com.ua](http://www.ttornado.com.ua)  
61036, м. Харків, вул. Морозова, 13Б

---

Производственно-практическое издание для любителей

**Сварочные работы. Электродуговая. Газовая.  
Холодная. Термитная. Контактная сварка**

Составитель *ПОДОЛЬСКИЙ Юрий Федорович*

Главный редактор *С. С. Скляр*  
Заведующий редакцией *Е. В. Новак*  
Ответственный за выпуск *И. Г. Веремей*  
Редактор *О. Н. Журенко*  
Художественный редактор *С. В. Мисяк*  
Технический редактор *В. Г. Евлахов*  
Корректор *А. Е. Шишацкий*

Подписано в печать 11.10.2013. Формат 84x108/32. Печать офсетная.  
Гарнитура «Warnock Pro». Усл. печ. л. 21,84. Тираж 15000 экз. Зак. №

ООО «Книжный клуб "Клуб семейного досуга"»  
308025, г. Белгорода, ул. Сумская, 168

Отпечатано с готовых диапозитивов  
на ЧП «ЮНІСОФТ»  
Свидетельство ДК №3461 от 14.04.2009 г.  
[www.ttornado.com.ua](http://www.ttornado.com.ua)  
61036, г. Харьков, ул. Морозова, 13Б

**Издательство Книжный Клуб «Клуб Семейного Досуга»**  
**www.trade.bookclub.ua**

**ОПТОВАЯ ТОРГОВЛЯ КНИГАМИ ИЗДАТЕЛЬСТВА**

**МОСКВА**

**Бертельсманн Медиа Москау АО**

129110, г. Москва, пр. Мира, 68, стр. 1-А  
тел. +7 (495) 688-52-29  
+7 (495) 984-35-23  
e-mail: office@bmm.ru  
www.bmm.ru

**ХАРЬКОВ**

**ДП с иностранными инвестициями**

**«Книжный Клуб  
«Клуб Семейного Досуга»»**

61140, г. Харьков-140,  
пр. Гагарина, 20-А  
тел./факс +38 (057) 703-44-57  
e-mail: trade@bookclub.ua  
www.trade.bookclub.ua

**ДОНЕЦК**

**ООО «ПКФ «Универсальный бизнес»»**

83096, г. Донецк, ул. Куйбышева, 131-Г  
Тел.: +38 (062) 345-63-08, +38 (062) 348-37-92, +38 (062) 348-37-86  
e-mail: ksd@kredo.net.ua

**ЗАПОРОЖЬЕ**

**ФЛП Савчук Ю. Д.**

69057, г. Запорожье, ул. Новостроек, 3  
Тел: +38 (050) 347-05-68  
e-mail: vega\_center@i.ua

**Одесское  
подразделение**

65017, г. Одесса, ул. Малиновского, 16-А, комн. 109  
тел. +38 (067) 572-44-28  
e-mail: odessa@bookclub.ua

**Книжный Клуб «Клуб Семейного Досуга»**

**УКРАИНА**

**служба работы с клиентами:**

тел. +38 (057) 783-88-88  
e-mail: support@bookclub.ua  
Интернет-магазин: www.bookclub.ua  
«Книжный клуб», а/я 84, Харьков, 61001

**РОССИЯ**

**служба работы с клиентами:**

тел. +7 (4722) 78-25-25  
e-mail: order@fc-bookclub.ru  
Интернет-магазин: www.ksdbook.ru  
«Книжный клуб», а/я 4, Белгород, 308961

Книга познакомит вас с основными видами сварочных работ и техникой их выполнения. У ней розглянуто особливості зварювання, необхідні інструменти та прилади, а також правила техніки безпеки під час зварювальних робіт. Окрім того, майстри-аматори зможуть самостійно виготовити сучасний зварювальний апарат за наведеними у книзі розрахунками.

**Сварочные работы.** Электродуговая. Газовая. Холодная. Термитная. Контактная сварка / сост. Ю. Ф. Подольский. — Харьков : Книжный Клуб «Клуб Семейного Досуга» ; Белгород : ООО «Книжный клуб «Клуб семейного досуга»», 2013. — 416 с. : ил.

ISBN 978-966-14-6323-2 (Украина)

ISBN 978-5-9910-2697-0 (Россия)

Книга познакомит вас с основными видами сварочных работ и техникой их выполнения. В ней рассмотрены особенности сварки различных материалов, необходимые инструменты и принадлежности, а также правила техники безопасности при сварочных работах. Кроме того, мастера-любители смогут самостоятельно изготовить современный сварочный апарат по приведенным в книге расчетам.

УДК 621.791  
ББК 34.5