

THE LINDE GROUP

Linde

# Ацетилен — незаменимое решение.

Расширение технологических возможностей кислородной резки

- Повышение производительности до 60%.
- Качество кромки реза — готовое под сварку.
- Возможность выполнить косые кромки под сварку.
- Общая экономия до 20% на каждом метре реза по сравнению с пропаном.
- Реализуем ацетилен от 5-килограммовых баллонов до 160-килограммовых бандлов.



**Завтрашний успех начинается сегодня с Линде Газ Украина.**

Разрядная рампа с подключенными ацетиленовыми бандлами вместимостью 160 кг

## ПАО «Линде Газ Украина»

Головной офис, г. Днепропетровск: ул. Кислородная, 1  
Филиал в г. Киев: ул. Лебединская, 36  
Филиал в г. Донецк: ул. Баумана, 11  
Филиал в г. Калуш: ул. Промышленная, 4

тел./факс: (0562) 35-12-25  
тел./факс: (044) 507-23-69  
тел./факс: (062) 310-19-91  
тел./факс: (034) 259-13-00

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



# ДП «ЕКОТЕХНОЛОГІЯ»

Київ 03150 вул. Горького, 62 sales@et.ua, equip@et.ua www.et.ua  
тел./факс +380 44 200 8056 (багатоканальний), 289 21 81, 287 26 17, 287 27 16



зварювальні матеріали • зварювальне обладнання • газополуменева обробка металів • зварювальні матеріали

Більш ніж 1000 найменувань  
промислових товарів  
кращих вітчизняних та іноземних виробників

## ВСЕ КРАЩЕ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ





5 (99) 2014

Журнал выходит 6 раз в год.  
Издается с апреля 1998 г.  
Подписной индекс 22405

Журнал награжден Почетной грамотой и Памятным знаком Кабинета Министров Украины

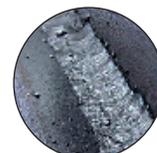
информационно-технический журнал  
**Сварщик**®

Технологии  
Производство  
Сервис

5-2014

## СОДЕРЖАНИЕ

	<b>Институту электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины — 80</b> .....	4
	<b>Новости техники и технологий</b> .....	6
	<b>Лидеры сварочного производства</b>	
	80 лет Новокраматорскому машиностроительному заводу — гиганту машиностроения. <i>В. М. Литвинов, С. Л. Василенко, Т. Б. Золотопупова</i> .....	8
	Кислородная резка прибылей крупного литья, поковок и негабаритного металлолома .....	12
	Кислородная резка и вырезка деталей из плит толщиной более 300 мм с помощью переносных полуавтоматов и шарнирных машин .....	17
	Кислородная резка листового металлопроката .....	19
	<b>Наши консультации</b> .....	22
	<b>Технологии и оборудование</b>	
	Ультразвуковые технологии в сварочном производстве. <i>Г. И. Лащенко</i> .....	26
	Промышленный аутсорсинг .....	34
	Выбор защитного газа при дуговой сварке. <i>С. Т. Римский, В. И. Галинич</i> .....	36
	<b>Охрана труда</b>	
	Нормативно-правовая база охорони праці в Україні. <i>О. Г. Левченко</i> .....	43



# ВНИМАНИЕ!

Продолжается **ПОДПИСКА-2015**  
на журналы «Сварщик»  
и «Все для сварки. Торговый Ряд».

Подписные индексы: «Сварщик» — **22405**; «Все для сварки. Торговый Ряд» — **94640** в каталоге «Укрпошта».

Інституту електрозварювання  
ім. Є. О. Патона НАН України — 80 ..... 4

Новини техніки й технологій ..... 6

### Лідери зварювального виробництва

- 80 років Новокраматорському машинобудівному заводу — гігантів машинобудування. *В. М. Литвинов, С. Л. Василенко, Т. Б. Золотопупова* ..... 8
- Кисневе різання прибутків великого лиття, кувань і негабаритного металобрухту ..... 12
- Кисневе різання й вирізка деталей із плит товщиною більше 300 мм за допомогою переносних напівавтоматів і шарнірних машин ..... 17
- Кисневе різання листового металопрокату ..... 19

Наші консультації ..... 22

### Технології й устаткування

- Ультразвукові технології у зварювальному виробництві. *Г. І. Лашенко* ..... 26
- Промисловий аутсорсинг ..... 34
- Вибір захисного газу при дуговому зварюванні. *С. Т. Римський, В. І. Галинич* ..... 36

### Охорона праці

- Нормативно-правова база охорони праці в Україні. *О. Г. Левченко* ..... 43

## CONTENT

E. O. Paton Electric Welding Institute — 80 ..... 4

News of technique and technologies ..... 6

### The leaders of welding manufacture

- 80 years Novokramatorskiy machine-building plant — giant of mechanical engineering. *V. M. Litvinov, S. L. Vasilenko, T. B. Zolotopupova* ..... 8
- Oxygen cutting of profits of large moulding, forgings and oversized metal scrap ..... 12
- Oxygen cutting and the chisel out of details from plates by thickness more than 300 mm with the help portable semi-automatic and articulate machines ..... 17
- Oxygen cutting sheet rolling section ..... 19

Our consultations ..... 22

### Technologies and equipment

- Ultrasonic technologies in welding manufacture. *G. I. Lashenko* ..... 26
- Industrial outsourcing ..... 34
- Choice of protective gas at arc welding. *S. T. Rimskiy, V. I. Galinich* ..... 36

### Labour protection

- Normative-lawful base of labour protection in Ukraine. *O. G. Levchenko* ..... 43

Свидетельство о регистрации №13094-1978 Пр от 27.08.07

**Учредители** Институт электросварки  
им. Е. О. Патона НАН  
Украины, Общество с  
ограниченной ответственностью  
«Экотехнология»

**Издатель** ООО «Экотехнология»

### Издание журнала поддерживают



Общество сварщиков Украины,  
Национальный технический  
университет Украины «КПИ»

Журнал издается  
при содействии UNIDO

**Главный редактор** Б. В. Юрлов

**Зам. главного редактора** Е. К. Доброхотова,  
В. Г. Абрамишвили

**Редакционная коллегия** Ю. К. Бондаренко, Ю. В. Демченко,  
В. М. Илюшенко, Г. И. Лашенко,  
О. Г. Левченко, П. П. Проценко,  
И. А. Рябцев

**Редакционный совет** В. Г. Фартушный (председатель),  
Н. В. Высоколян, Н. М. Кононов,  
П. А. Косенко, В. Т. Котик,  
М. А. Лактионов, Я. И. Микитин,  
Г. В. Павленко, В. Н. Проскудин,  
К. П. Шаповалов

**Редактор** А. Л. Берзина

**Маркетинг и реклама** О. А. Трофимец

**Верстка** В. П. Семенов

**Адрес редакции** 03150 Киев, ул. Горького, 62Б

**Телефон** +380 44 200 5361

**Тел./факс** +380 44 200 8018, 200 8014

**E-mail** welder@welder.kiev.ua,  
welder.kiev@gmail.com

**URL** http://www.welder.kiev.ua/

**Представительство в Беларуси** Минск, УП «Белгазпромдиагностика»  
А. Г. Стешниц  
+375 17 210 2448, ф. 205 0868

**Представительство в России** Москва, ООО «Центр трансфера технологий» ИЭС им. Е. О. Патона  
В. В. Сипко  
+7 499 922 6986  
e-mail: ctt94@mail.ru

**Представительство в Латвии** Рига, Ирина Бойко  
+371 2 603 7158, 6 708 9701 (ф.)  
e-mail: irinaboyko@inbox.lv

**Представительство в Литве** Вильнюс, Вячеслав Арончик  
+370 6 999 9844  
e-mail: info@amatu.lt

**Представительство в Болгарии** София, Стоян Томанов  
+359 2 953 0841, 954 9451 (ф.)  
e-mail: evertood@mail.bg  
ООД «Еверт-КТМ»

За достоверность информации и содержание рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели.

Мнение авторов статей не всегда совпадает с позицией редакции.

Рукописи не рецензируются и не возвращаются.

Редакция оставляет за собой право редактировать и сокращать статьи. Переписка с читателями — только на страницах журнала. При использовании материалов в любой форме ссылка на «Сварщик» обязательна.

Подписано в печать 07.08.2014. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

Гарнитура PetersburgС. Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 5,2.

Зак. № 7613 от 07.08.2014. Тираж 3000 экз.

Печать: ООО «Полиграфический центр «Принт 24», 2014.  
Киев, ул. Шахтерская, 9. Тел./ф. (044) 591 1012, 591 1013.

© ООО «Экотехнология», 2014

### Кислородная резка прибылей крупного литья, поковок и негабаритного металлолома



К 80-летию НКМЗ. Статья посвящена 65-летию отдела главного сварщика. Описаны этапы развития завода, освоения новых технологий и оборудования, в частности для кислородной резки прибылей литья.

### Кислородная резка листового металлопроката

К 80-летию НКМЗ. Описаны различные машины газо-кислородной резки листа, использовавшиеся на заводе в разное время. Даны технические характеристики современных газорезательных и новых автоматизированных машин для плазменной резки с программным управлением как отечественного производства, так и зарубежных.

### Кислородная резка и вырезка деталей из плит толщиной более 300 мм с помощью переносных полуавтоматов и шарнирных машин

К 80-летию НКМЗ. Рассмотрены полуавтоматы для кислородной резки, оснащенные модернизированными резаками, разработанными на заводе. Приведены отличительные особенности резаков. Описан процесс реза на различном оборудовании.

### Ультразвуковые технологии в сварочном производстве

*Г. И. Лащенко*

Рассмотрена ультразвуковая сварка металлических материалов. Описан механизм образования сварного соединения при ультразвуковой сварке. Приведены технологии ультразвуковой сварки и оборудование для ультразвуковой сварки металлов. Дана таблица свариваемости различных металлов. Уделено внимание вопросам механической прочности точечных сварных соединений, выполненных ультразвуковой сваркой. Указаны области применения ультразвуковой сварки металлов.

### Выбор защитного газа при дуговой сварке

*С. Т. Римский, В. И. Галинич*

Описаны используемые при дуговой сварке защитные газы. Рассмотрены преимущества и область их применения. Приведены состав газовых смесей, механические свойства металла швов, выполненных сваркой в смеси защитных газов. Даны сварочно-технологические свойства газов и их смесей. Перечислены виды производства, где сварка сталей в защитных смесях дает наибольший технико-экономический эффект.

### Нормативно-правовая база охраны труда в Украине

*О. Г. Левченко*

Рассмотрены законы Украины, нормативно-правовая база и международные документы в сфере охраны. Указаны принципы государственной политики в области охраны труда, изложенные в них. Приведены международные договоры и соглашения, в которых принимает участие Украина, касающиеся охраны труда. Освещен вопрос государственного надзора, ведомственного и общественного контроля за охраной труда. Обозначены права инспекторов надзорных органов.

### Кисневє різання прибутків великого лиття, кувань і негабаритного металобрухту



До 80-ліття НКМЗ. Стаття присвячена 65-літтю відділу головного зварника. Описано етапи розвитку заводу, освоєння нових технологій і встаткування, зокрема для кисневого різання прибутків лиття.

### Кисневє різання листового металопрокату

До 80-ліття НКМЗ. Описано різні машини газокисневого різання листа, що використовувалися на заводі в різний час. Дано технічні характеристики сучасних газорізальних і нових автоматизованих машин для плазмового різання із програмним керуванням як вітчизняного виробництва, так і зарубіжних.

### Кисневє різання й вирізка деталей з плит товщиною більше 300 мм за допомогою переносних напівавтоматів і шарнірних машин

До 80-ліття НКМЗ. Розглянуто напівавтомати для кисневого різання, оснащені модернізованими різакми, розробленими на заводі. Наведено відмінні риси різаків. Описано процес різання на різному встаткуванні.

### Ультразвукові технології у зварювальному виробництві

*Г. І. Лащенко*

Розглянуто ультразвукове зварювання металевих матеріалів. Описано механізм утворення зварного з'єднання при ультразвуковому зварюванні. Наведено технологію ультразвукового зварювання й устаткування для ультразвукового зварювання металів. Дано таблицю зварюваності різних металів. Приділено увагу питанням механічної міцності точкових зварних з'єднань, виконаних ультразвуковим зварюванням. Зазначено області застосування ультразвукового зварювання металів.

### Вибір захисного газу при дуговому зварюванні

*С. Т. Римський, В. І. Галинич*

Описано використовувані при дуговому зварюванні захисні газу. Розглянуто переваги й область їхнього застосування. Наведено склад газових сумішей, механічні властивості металу швів, виконаних зварюванням у суміші захисних газів. Дані зварювально-технологічні властивості газів і їхніх сумішей. Позначені види виробництва, де зварювання сталей у захисних сумішах дає найбільший технико-економічний ефект.

### Нормативно-правова база охорони праці в Україні

*О. Г. Левченко*

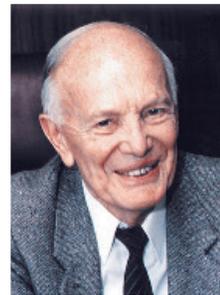
Розглянуто закони України, нормативно-правова база та міжнародні документи у сфері охорони праці. Зазначені принципи державної політики в галузі охорони праці, що викладено в них. Наведені міжнародні договори та угоди, в яких бере участь Україна і які стосуються охорони праці. Висвітлено питання державного нагляду, відомчого і громадського контролю за охороною праці. Вказані права інспекторів наглядових органів.

# Институту электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины — 80



Академик Е. О. Патон

*Институт электросварки создан академиком Евгением Оскаровичем Патоном в составе Всеукраинской Академии наук в 1934 г. на базе электросварочной лаборатории при Кафедре инженерных сооружений ВУАН и электросварочного комитета. Становление и вся последующая деятельность Института электросварки (ИЭС) связаны с именем этого выдающегося инженера и ученого. Он определил основные научные направления института в области технологии сварки и сварных конструкций, которые актуальны и сегодня.*



Академик Б. Е. Патон

Е. О. Патон сумел предвосхитить огромные перспективы развития технологии электрической сварки металлов. Убедительным подтверждением этого научного предвидения есть тот непреложный факт, что сегодня сварка является ведущим технологическим процессом неразъемного соединения металлических и неметаллических материалов. В этом отражается значительный вклад коллектива института за 80 лет его деятельности.

На первом этапе специалистами института была доказана принципиальная возможность изготовления сварных конструкций, не уступающих по своей прочности и надежности клепаным, а по ряду показателей значительно их превосходящих. Это послужило основой для массового применения сварки в дальнейшем.

Довоенный и военный этапы в деятельности института — период становления научной школы, убедительным подтверждением авторитета которой явилось присвоение институту в 1945 г. имени Евгения Оскаровича Патона.

12 августа 1953 г. на 84-м году оборвалась жизнь Евгения Оскаровича Патона, человека, вписавшего яркую страницу в историю отечественной науки и техники. С 1953 г. и до настоящего времени директором института является его сын, академик Борис Евгеньевич Патон.

Одним из наиболее значительных достижений института начала 1950-х гг. стало создание новой технологии сварки плавлением металла больших толщин — электрошлаковой, которая в корне изменила технологию производства тяжелых станин, котлов, гидроагрегатов и других уникальных сварно-прокатных, сварно-литых конструкций. Позднее создан способ сварки в углекислом газе тонкой проволокой, получивший широкое применение в промышленности и обеспечивший значительный рост уровня механизации сварочных работ. Дальнейшим развитием газоэлектрической сварки плавающим электродом стали разработка процесса и оборудования для импульсно-дуговой сварки, сварки в смесях активных и инертных газов.

В конце 1950-х гг. в институте активно начались исследования в области электронно-лучевой сварки. Усилия ученых были направлены на исследование физико-металлургических процессов при воздействии мощного (до 100 кВт) острофокусного пучка электронов на толстолистовые (150–200 мм) конструкционные материалы. Дальнейшим этапом развития лучевой технологии явилось ее применение для целей сварки и резки лазером. В последнее время специалистами института разработаны гибридные источники нагрева — лазер-дуга, лазер-плазма.

Получили развитие исследования по всем основным направлениям сварки давлением — стыковой контактной оплавлением и сопротивлением, точечной сварке, трением, диффузионной сварке.

На протяжении многих лет институт проводит исследования по сварке в космосе. В 1969 г. на борту космического корабля «Союз-6» летчик-космонавт В. Кубасов впервые в мире осуществил уникальный эксперимент по сварке электронным лучом, плазмой и плавящимся электродом на установке «Вулкан», созданной в ИЭС. В 1984 г. был проведен чрезвычайно важный, подготовленный институтом, эксперимент на борту орбитальной станции в открытом космосе. Космонавты С. Савицкий и В. Джанибеков впервые в открытом космосе с помощью ручного электронно-лучевого инструмента выполнили сварку, пайку, резку и напыление.

Параллельно в институте решалась и такая сложная проблема, как механизация дуговой сварки под водой, которая приобрела большое значение в связи с освоением шельфа Мирового океана. Специалисты института создали оборудование для механизированной дуговой сварки и резки специальной порошковой проволокой на глубинах до 200 м.

Исследования и научные разработки в области прочности сварных соединений и конструкций являются традиционными направлениями в тематике института, начало которым было положено Е. О. Патоном. Сегодня эти исследования носят многоплановый характер, что позволяет разраба-

тивать новые эффективные методы повышения надежности ответственных инженерных сооружений при статическом и циклическом нагружении.

С начала 1950-х гг. по инициативе академика Б. Е. Патона в институте развернуты поисковые исследования и экспериментальные разработки по выявлению возможности использования сварочных источников нагрева для получения металлов и сплавов особо высокого качества и надежности, на основе которых сформировалось еще одно основное научное направление в деятельности института: специальная электрометаллургия. К новым электрометаллургическим процессам, в первую очередь, относится электрошлаковый переплав расходного электрода в водоохлаждаемую изложницу.

В последние годы в институте выполнен комплекс научно-исследовательских работ, послуживших основой для разработки нового поколения электрошлаковых технологий, основанных на получении слитков и заготовок непосредственно из жидкого металла без переплава расходных электродов. Эти технологии запатентованы в Украине и за рубежом и реализованы в промышленности. В частности, на Новокраматорском машиностроительном заводе на основе этих технологий создан уникальный комплекс по производству биметаллических прокатных валков.

В институте созданы еще две электрометаллургические технологии: плазменно-дуговая и электронно-лучевая.

Плазменно-дуговой переплав, благодаря систематическим исследованиям высокотемпературных систем газ-металл, открыл широкие возможности для производства нового класса конструкционных материалов — высокоазотистых сталей. Создание мощных плазмотронов для металлургии позволило институту «войти» в большую металлургию.

Совместными усилиями ученых института, отраслевых НИИ и производителей создана совершенная электронно-лучевая техника, а технология электронно-лучевого переплава в вакууме стала незаменимым процессом получения особо качественных материалов в металлургии и машиностроении. Работы в этом направлении в настоящее время сконцентрированы в созданном при институте научно-инженерном центре «Титан».

В начале 1980-х гг. в институте формируется новое научное направление, связанное с созданием новых и совершенствованием существующих технологических процессов термического нанесения защитных и износостойких покрытий. В настоящее время институт развивает практически все современные процессы нанесения защитных и упрочняющих покрытий.

Результатом исследований и разработок в области строительных сварных конструкций, выполненных учеными ИЭС, стало создание ряда выдающихся сооружений, к которым прежде всего относится уникальный цельносварной мост имени

Е. О. Патона через Днепр. Опыт строительства моста имени Е. О. Патона использован при постройке мостов через Днепр в Киеве (Южного, Московского, Гаваньского, Подольско-Воскресенского, автодорожного и железнодорожного мостов) и мостов в Днепропетровске и Запорожье. Совместно с НИИ «Укрпроектстальконструкция» разработаны проекты и технологии строительства, которые успешно реализованы при возведении уникальных телевизионных башен в Киеве, Санкт-Петербурге, Ереване, Тбилиси, Витебске, Харькове. Технологии сварки, разработанные в ИЭС, были успешно применены при возведении грандиозного монумента «Родина-мать», а также при строительстве объектов Евро-2012 в Киеве.

В последние годы большое внимание уделяется реализации достижений современной науки и техники в практической медицине. В 1990-х гг. Б. Е. Патон предложил использовать сварку для соединения живых тканей и организовал творческий коллектив ученых ИЭС им. Е. О. Патона, Института хирургии и трансплантологии им. А. А. Шалимова, Центрального госпиталя Службы безопасности Украины и других медицинских учреждений. Это сотрудничество позволило создать новый способ соединения (сварки) мягких живых тканей. В ИЭС разработано современное оборудование для сварки живых тканей нескольких поколений и налажено его производство.

Благодаря сочетанию целенаправленных фундаментальных теоретических исследований с инженерно-прикладными разработками, тесным творческим связям с промышленными предприятиями институт за прошедшие 80 лет своей деятельности превратился в крупнейший в стране и мире научно-исследовательский центр в области сварки и родственных технологий.

Сегодня в институте работает 1560 человек. Научный потенциал института составляют 440 научных сотрудников, среди которых 8 академиков и 4 члена-корреспондента НАН Украины, 72 доктора наук и более 200 кандидатов наук. Результаты работ института подтверждены лицензиями и полученными патентами — продано более 150 лицензий в США, Германию, Японию, Россию, Швецию, Францию, Китай и др. Получено около 2600 патентов Украины и стран ближнего и дальнего зарубежья, а также более 6500 авторских свидетельств.

Институт поддерживает международные связи с ведущими центрами по сварке в Европе, США, Азии, является членом Международного института сварки и Европейской сварочной федерации.

За прошедшие 80 лет коллектив института прошел славный путь. Сегодня — это коллектив единомышленников, приумножающий успехи патоновской научной школы, которая имеет мировое признание. Все направлено на дальнейшее развитие сварки и родственных процессов, а также решение базовых проблем промышленного производства.

## Сварочный полуавтомат TELMIG 250A-380V

Сварочный полуавтомат TELMIG-250A (MIG-MMA) — это универсальное оборудование, при помощи которого можно выполнять сварку металлов разной толщины. Данное оборудование профессионального класса было разработано и создано итальянской компанией TELMIG UNIMIG.

Сварочный полуавтомат этой модели рассчитан на жесткие условия непрерывной работы, мобильный, что позволяет выполнять сварку в вертикальном, горизонтальном и потолочном положениях.

Полуавтомат имеет одну отличительную особенность — в нем предусмотрен мощный турбированный продув силовой части. Это дает возможность увеличить продолжительность рабочего цикла устройства в разы.



Главные преимущества сварочного полуавтомата TELMIG-250A заключаются в его оснащении:

- надежной защитой от перегрева или перегрузок;
- принудительным охлаждением;
- надежными транспортировочными колесами;
- стойкой для установки баллона с защитным газом.

Благодаря этому полуавтомат максимально удобен в эксплуатации и отличается высокой производительностью.

Сварочный полуавтомат TELMIG-250A предназначен для сварки обычных и нержавеющей сталей плавящейся электродной и порошковой проволокой, а также покрытыми металлическими электродами. Мощность, напряжение, сила тока, размер позволяют использовать его в авторемонтных мастерских и на промышленных предприятиях.

● #1436

Компания «Темп» (Харьков)

### Техническая характеристика

Номинальное напряжение трехфазной питающей сети частотой 50 Гц, В	380
Род сварочного тока	Постоянный
Пределы регулирования силы сварочного тока, А	40–250
Напряжение холостого хода, не более, В	17–38
Пределы регулирования рабочего напряжения, В	24–30
Номинальное рабочее напряжение, В	30
Номинальная сила сварочного тока, А	250
Потребляемая мощность не более, кВт·А	6,5
Диаметр, мм:	
стальной проволоки	0,8–1,4
нержавеющей проволоки	0,8–1,2
покрытого электрода	2–3
Диапазон регулирования скорости подачи электродной проволоки, м/ч	120–720
Расход газа, не более, л/ч	550
Номинальная продолжительность нагрузки, ПН, %:	
для электродной проволоки	60
для покрытого электрода	40
Тип изоляции	Н
Защита	1P22
Габаритные размеры, мм	650×600×320
Масса, кг	70

## Украинская компания покупает металлургический завод в Латвии

Украинская металлоломная компания «КВВ групп» приобретает в Латвии металлургический завод «Лиепаяс металургс», сообщает Steelland.

«КВВ групп», которая раньше называлась ЧП «КВВМПУ» с офисом в городе Севастополь, получила право покупки основного производства обанкротившегося АО «Лиепаяс металургс» (ЛМ) за 107 млн. евро при условии возобновления производства стали до конца текущего года. Об этом сообщил журналистам администратор предприятия Харальд Велмерс.

«Лиепаяс металургс» — крупнейшее промышленное пред-

приятие Латвии, а также одно из старейших предприятий страны, которое ведет свою историю с 1882 г. Главная продукция предприятия — стальной арматурный прокат для армирования железобетонных конструкций.

Группа располагает большим числом заготовительных площадок и пунктов, в частности, в Севастополе, Киевской области, Запорожье, Чернигове, Черкассах, Сумской и Хмельницкой областях.

● #1437

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

## Электроды «МОНОЛИТ Professional»

Электроды «МОНОЛИТ» с толстым рутиловым покрытием предназначены для ручной дуговой сварки конструкций из углеродистых сталей, поставляемых по ДСТУ 2651-2005/ГОСТ 380-2005 (Ст 0, Ст 1, Ст 2, Ст 3 всех ступеней раскисления — КП, ПС, СП) и по ГОСТ 1050-88 (стали 05кп, 08кп, 08пс, 08, 10кп, 10пс, 10, 15кп, 15пс, 15, 20кп, 20пс, 20). Применяют для сварки угловых, стыковых и в напуск соединений металла толщиной от 1,0 до 20,0 мм.

Электроды диаметром от 2,0 до 4,0 мм предназначены для сварки во всех пространственных положениях, кроме вертикального «сверху-вниз», а диаметром 5,0 мм — для нижнего, горизонтального на вертикальной плоскости и вертикального «снизу-вверх».

Коэффициент наплавки 8,0–9,0 г/(А·ч). Расход электродов на 1 кг наплавленного металла 1,7 кг.

Электроды позволяют выполнять сварку в неблагоприятных условиях. Они обеспечивают легкое начальное и повторное зажигание. Характеризуются спокойной и стабильной дугой, малым разбрызгиванием, хорошей отделяемостью шлака, качественным формированием шва. Осо-

Механические свойства металла шва	
Временное сопротивление, Н/мм <sup>2</sup>	510–610
Относительное удлинение, %	Более 22,0
Ударная вязкость, Дж/см <sup>2</sup>	Более 78



бенно рекомендуют для сварки листовых сталей и стальных конструкций, подверженных статическим и динамическим нагрузкам, сварки резервуаров и трубопроводов, где требуется обеспечение высоких механических свойств швов.

Аналоги электродов «МОНОЛИТ Professional»: ОК 43.32 (ESAB); Overcord S, Fincord (Oerlikon); Fox ETI (Böhler); AV-21 (Anyksciu Varis); МГМ-50 (Межгосметиз-Мценск).

При нормальных условиях хранения электроды не требуют прокалки перед сваркой, в случае увлажнения сушку перед сваркой проводят при температуре 105±5 °С в течение 60 мин.

● #1438

ПАО «ПлазмаТек» (Винница)

## ESAB: 110-летняя история инноваций в области сварки и резки

В сентябре 2014 г. отмечался 110-летний юбилей ESAB Welding & Cutting Products. Компания ESAB является мировым лидером в области технологий сварки и резки и предлагает самый широкий спектр продукции и решений для промышленности. Она присутствует практически во всех странах мира, ее производственные предприятия находятся на четырех континентах, а количество сотрудников превышает 8700 человек.

История инноваций ESAB началась в 1904 г., когда Оскар Челльберг, один из пионеров в области сварки, подал рукописную заявку на патент на покрытый электрод. Изобретение Челльберга не просто привело к созданию уникального нового продукта, оно знаменовало собой начало современной эры в области сварки. Это революционное изобретение также положило начало компании Челльберга, Electriska Svesnings-Aktiebolaget (ESAB).

На протяжении своей истории компания ESAB «открыла сварку всему миру» благодаря постоянным инновациям. Среди технологических новшеств, разработанных компанией, следует отметить процессы аргонодуговой сварки (TIG) и дуговой сварки в среде защитных газов плавящимся электродом (GMAW), а также изобретение первой установки для сварки трением с перемешиванием. Недавно были разработаны новые стандарты высокоскоростной дуговой сварки под флюсом (SAW) и процесс ICE™ нового поколения. Технологии ESAB охватывают практически все области сварки и резки.



Гамма продукции ESAB постоянно расширяется и включает самое передовое оборудование для дуговой и газовой сварки, продукцию для ручной и автоматической плазменной резки, системы резки с ЧПУ, средства автоматизации сварки и робототехнику. ● #1439

www.esab.ru

# 80 лет Новокраматорскому машиностроительному заводу — гиганту машиностроения

В. М. Литвинов, ООО «НИИПТмаш-Опытный завод», С. Л. Василенко, Т. Б. Золотопупова, ПАО «НКМЗ» (Краматорск)

*НКМЗ — судьба моя и гордость...*

Гимн завода

*В этом году исполняется 80 лет гиганту промышленности Украины — Новокраматорскому машиностроительному заводу. НКМЗ — опора индустрии Украины, уникальный машиностроительный завод с полным циклом производства: от выплавки стали до отгрузки готовой продукции.*

Современное оборудование, высококвалифицированные специалисты, научные разработки, соблюдение международных норм и стандартов качества, внимание к пожеланиям заказчика, качественная продукция в срок — это все НКМЗ.

Сложно охватить сразу всю историю предприятия, восемь десятков лет не уместятся на нескольких страницах, но можно посмотреть, как изменился завод за время своего существования — от момента закладки первого камня и до сегодняшнего дня.

Официальный пуск завода состоялся 28 сентября 1934 г., но его история начинается на пять лет раньше.

В 1929 г. Ивана Тарасовича Кирилкина — будущего первого директора Новокраматорского машиностроительного завода — назначили председателем Краммашстроя, коорди-

нировавшего строительные работы. 8 октября 1929 г. И. Т. Кирилкин вместе с прорабом Индустроя С. И. Пономаренко торжественно открыли масштабнейшую стройку, символически заложив в фундамент первый камень.

В 1929 г. был представлен проект первого цеха — цеха металлоконструкций, 23 марта 1930 г. начали рыть котлованы под фундамент огромного цеха, практически «завода в заводе», а уже 10 февраля 1931 г. он был сдан в эксплуатацию. Цех изготавливал мостовые краны, колонны, балки, фермы и другие металлоконструкции как для нужд НКМЗ, так и для других предприятий страны.

Завод строили круглый год — и летом, и зимой в тридцатиградусный мороз. Для строителей со всего Советского Союза не было жилья, и рабочие жили в бараках или выдалбливали себе пещеры в меловых горах. Но нужно было во что бы то ни стало выполнять план и сдавать цеха в эксплуатацию в срок. Тогда на строительстве не было никакой механизации, все делали вручную, работали в три смены, выходили на субботники,



Демонстрация в честь закладки первого камня в фундамент цеха металлоконструкций

на штурм стройки. Почти все виды работ были механизированы уже после 1931 г.

Отставая от промышленного, развивались строительство жилищное, социальная инфраструктура: были построены дома, школы, больницы, детские сады, кинотеатр, хлебозавод. Возле завода выросла Соцгород. 20 июня 1932 г. рабочий поселок Краматоровка переименовали в город Краматорск.

Многое на заводе делали впервые в Союзе: выпускали шахтно-подъемные машины с электрическим приводом, начали изготавливать коксовые машины, спроектировали мостовой кран грузоподъемностью 125 т (1935 год), а затем — кран на 220 т (1936 год), в том же году изготовили ножницы давлением 700 т, в 1942 г. — миксеры вместимостью 600 и 1300 т, а в 1952 г. — механический ковочный пресс усилием 1500 т, изготовили самые мощные в СССР ножницы давлением 2500 т и уникальный механизированный проходческий щит (1955 год). А что-то было сделано впервые в мире, например, опытный вал для Волжской ГЭС, который совмещал в себе вал турбины и генератора, или сваренная из трех частей колонна прессы диаметром 1240 мм и длиной 21 м.

В 1933 г. для строительства Московского метрополитена НКМЗ изготовил проходческие щиты.

Первая шахтная подъемная машина была спроектирована и изготовлена в 1935 г. для шахты «Орджоникидзе».

В годы Великой Отечественной войны завод эвакуировали (эвакуация предприятия проводилась в три города Союза — Орск, Юргу, Электросталь), многие специалисты ушли на фронт. 6 сентября 1943 г. город был освобожден от фашистских захватчиков, а уже 20 октября 1943 г. ЦМК начал изготавливать продукцию для нужд завода. Но довоенного уровня производства продукции завод достиг только к концу 1948 г.

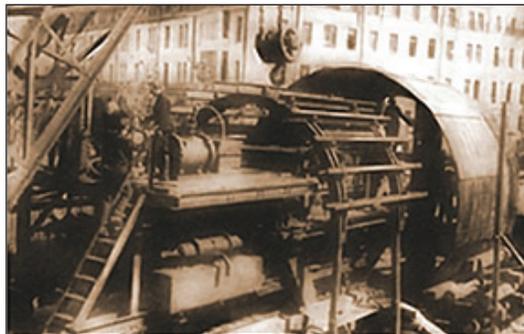
В 1973 г. к изготовлению был принят заказ на поставку французской фирме «Интерфорж» (Исуар) гидравлическо-штамповочного прессы 65000 тс. Активное участие в изготовлении принимали специалисты отдела главного сварщика, особенно работающие в области электрошлаковой сварки.

Завод поддерживал и поддерживает тесные дружеские и рабочие отношения с научными институтами и промышленными предприятиями (совместные разработ-

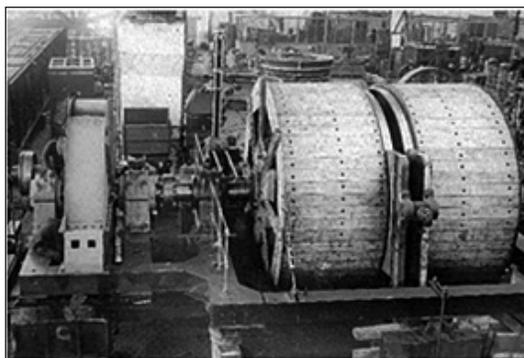
ки новых технологий, подбор материалов, исследование режимов сварки и термической резки, создание новых сварочных и наплавочных материалов, оборудования и многое другое).

Совместно с ЦНИИТМашем разрабатывали новые технологии свариваемости, совместно с Институтом проблем литья АН УССР — новые марки сталей для ЭШС, с МВТУ им. Баумана проводили исследования деформаций и напряжений, а также свариваемости сталей и режимов термической обработки.

Новокраматорцы продуктивно сотрудничали со специалистами ИЭС им. Е. О. Патона. В 1951 г. под руководством старшего научного сотрудника института им. Е. О. Патона Г. З. Волошкевича была разработана технология однопроходной электрошлаковой сварки на основе сварки



Изготовление проходческих щитов диаметром 10 м (6 шт.) (1933 г.)



Сборка первой шахтной подъемной машины (1935 г.)



Сварка цилиндра гидравлического прессы усилием 65000 тс, толщина свариваемого металла 2640 мм, масса 110 т (1974 г.)

с принудительным формированием швов переменного сечения для металла толщиной 200 мм. Институт спроектировал специальный аппарат для сварки стыков статоров гидротурбин. Результатом сотрудничества стал сваренный в 1951 г. при помощи ЭШС статор гидротурбины для Цымлянской ГЭС, а в 1952 г. — статоры для Варваринской ГЭС. В 1955 г. совместно с ИЭС им. Е. О. Патона завод разработал новые методы ЭШС пластинчатым электродом и плавящимся мундштуком.

В 1957 г. за освоение и внедрение в тяжелом машиностроении электрошлаковой сварки академику АН УССР Б. Е. Патону, старшему научному сотруднику ИЭС им. Е. О. Патона Г. З. Волошкевичу, начальнику отдела сварки НКМЗ И. Г. Гузенко и другим специалистам была присуждена Ленинская премия.

В 2011 г. участку электрошлаковой сварки металла больших толщин ПАО «НКМЗ»

было присвоено имя Г. З. Волошкевича, там же была установлена памятная доска.

Во времена СССР активно велась работа по изготовлению заказов для ракетно-космической отрасли (стартовые комплексы, установщики, оборудование для запуска ракет, транспортно-установочный агрегат для ракетно-космической системы «Энергия» с орбитальным кораблем «Буран» и др.). НКМЗ в 1961 г. также принимал уча-



Памятная доска на участке электрошлаковой сварки больших толщин



Установщик для ракетно-космической системы «Энергия-Буран»



Специальный короткобазовый стреловой самоходный кран



Крутонаклонный конвейер



Толстолистовой прокатный стан 3000



Портальный полноповоротный кран



Шагающий экскаватор-раглайн

стие в запуске ракеты «Восток», а в 1965 г. — ракетоносителя УН-500 («Протон», космодром Байконур).

Многое изменилось с момента пуска завода. Появились новые технологии, оборудование, расширилась номенклатура продукции, построены современные цеха или модернизированы старые. Распался Советский Союз, предприятию пришлось переориентироваться на новые рынки, осваивать производство новой продукции. НКМЗ пережил войну, перестройку, кризисы, но остался одним из крупнейших машиностроительных предприятий в Европе.

Номенклатура изделий, изготавливаемых НКМЗ, огромна: прокатные станы для холодной и горячей прокатки, толстолистовые и широкополосные; валки; шахтоподъемные машины; миксеры; шагающие и карьерные экскаваторы; гидравлические штамповочные прессы; рудоразмельные и углеразмельные мельницы; дробилки, крановое оборудование (мостовые, козловые, порталные, самоходные краны и оборудование железных дорог); сортовые и слябовые машины непрерывной разливки стали; листогибочное оборудование; гидрооборудование; проходческие комбайны; конвейерное оборудование; металлургическое оборудование и многое другое. Многие виды продукции можно назвать традиционными для завода, многие — не так давно освоенными, все новые и новые поступающие заказы требуют расширения перечня производимых изделий.

Помимо работы на рынке внутри страны, НКМЗ поставляет свою продукцию в Европу, Азию, страны СНГ, Америку. Оборудование производства НКМЗ успешно эксплуатируется в Японии, Франции, Канаде, Бразилии, Китае, России, Казахстане, Белоруссии, Индии, Германии, Польше, Болгарии, Иране, Южной Корее, Италии, Турции, Финляндии, Египте, Чехии и других странах.

80 лет славной истории, обновленный станочный парк, новое высокоточное оборудование, машины с числовым программным управлением, обрабатывающие центры; современная система подготовки кадров, разработанные и адаптированные к условиям конкретного предприятия учебные программы; экономичное производство, система 5S, работа по стандартам ISO 9001:2008 — это Новокраматорский машиностроительный завод сегодня.

● #1440

К 80-летию ПАО «НKMЗ»

## Кислородная резка прибылей крупного литья, поковок и негабаритного металлолома

*Юбилейным 2014 г. стал для всего НКМЗ, но еще один юбилей отмечает отдел главного сварщика — 65 лет со дня его создания. Официально отдел на 15 лет младше завода, но на самом деле их истории тесно переплетаются еще с 1934 г.*

В 1934 г. при техническом отделе завода была создана группа по организации сварочного дела. До 1937 г. она носила название сварочного отдела, позже — бюро сварки, а с 1938 г. стала называться сварочной лабораторией. После Великой Отечественной войны снова было организовано бюро сварки, которое в 1949 г. переименовано в отдел главного сварщика. Этот год официально считается годом основания ОГС.

В перечне юбилейных дат ПАО «НКМЗ» в 2014 г. достойное место занимает еще одна: 40 лет назад впервые в Советском Союзе были внедрены технология и оборудование для машинной кислородной резки прибылей литья толщиной от 400 до 2500 мм (в обрубном цехе на втором пролете). Данное оборудование работало настолько успешно, что через

10 лет его аналоги, разработанные с учетом опыта эксплуатации на НКМЗ, появились еще более чем на двадцати предприятиях тяжелого машиностроения, черной металлургии и оборонпрома.

Еще в 1951 г. на заводе проводились первые испытания резака конструкции Киевского политехнического института (автор — М.М. Борт) для ацетиленокислородной резки металлических заготовок больших толщин на низком давлении кислорода (рис. 1). Однако до внедрения дело не дошло ввиду отсутствия машины для перемещения громоздкого и тяжелого резака, а также из-за обнаруженной склонности этого резака к обратным ударам пламени.

В 1957 г. на заводе была внедрена кислородно-копьевая резка, и этот процесс долгое время был единственным способом резки прибылей литья на отливках в обрубном цехе и резки крупных заготовок на габаритные куски в копровом цехе. Этот способ кислородной резки не теряет актуальности и сегодня (рис. 2).

В 1967 г. завод приобрел установку для кислородной резки поковок и слитков BSE-3K фирмы Messer Griesheim (ФРГ). Установка (рис. 3) узко специализированная: предусмотрена возможность резки только вертикально расположенным резаком заготовки, ориентированной в горизонтальной плоскости.

В 1960-х годах несколько ведущих специалистов и квалифицированных рабочих из бюро газопламенной обработки ОГС НКМЗ перешли на работу во вновь образованную лабораторию термической резки НИИПТмаш (Краматорск): А.А. Пилипенко, Г.П. Ларин и А.М. Мачнев. В начале 1970-х годов лабораторию возглавил Н.Я. Мушенко, а в 1973 г. в коллектив пришел В.М. Литвинов. Эти люди составили костяк лаборатории, основной задачей которой была разработка и внедрение новых

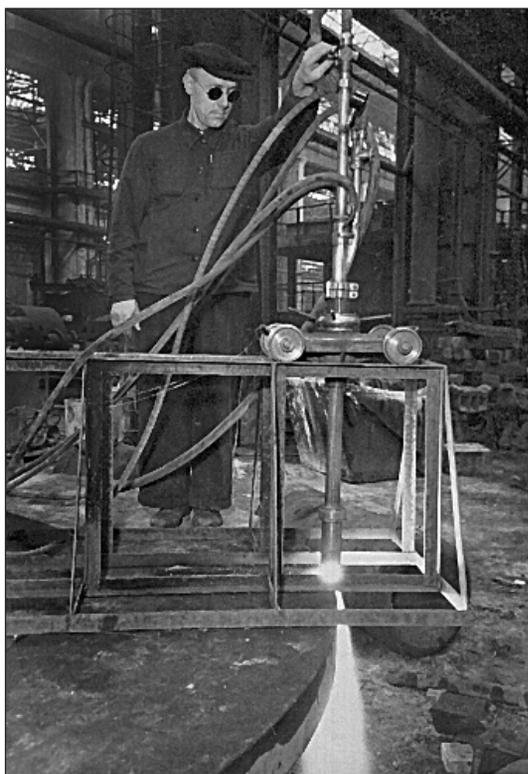


Рис. 1. Резак конструкции КПИ для ацетиленокислородной резки больших толщин на низком давлении кислорода (1951 г.)

технологий и оборудования в области кислородной резки металлов больших толщин.

В бюро газопламенной обработки завода (начальник бюро В. П. Середенко) резкой металлов больших толщин занимались ведущие инженеры С. М. Удод и В. В. Ежак, а также газосварщики Л. П. Кубышка, И. Н. Игнатенко, В. П. Бондаренко. По сути дела, работники бюро газопламенной обработки завода и работники лаборатории термической резки института составили один коллектив, нацеленный на выполнение общей задачи.

В 1972 г. был разработан газокислородный резак РГМ-2 инжекторного типа. По экономическим показателям он превосходил киевский резак Р-100-2, но также имел крупный недостаток — склонность к обратным ударам пламени. Поэтому эксперименты продолжались, и вскоре были созданы резак РГМ-9 внутрисоплового смешивания газов пламени и его модификация — РГМ-9М внешнего смешивания, которые успешно эксплуатируют и в настоящее время.

В 1974 г. на втором пролете обрубного цеха была введена в эксплуатацию первая установка для кислородной резки прибылей литья УОП-1. Эта сложная машина, имеющая шесть степеней свободы, позволяет перемещать резак в любом пространственном положении по любой траектории, что важно при резке прибылей тяжелого литья, свободно ориентированных в пространстве.

Кислородной резкой прибылей диаметром выше 1000 мм занимались высококвалифицированные газорезчики-копьевщики. На отрезку круглой прибылей диаметром 1000 мм отводилось около двух часов, прибылей диаметром больше 2000 мм отрезали в течение смены. При внедрении машинной резки на установке время отрезки метровой прибылей значительно снизилось и составляло меньше часа, а двухметровой прибылей — несколько часов. На пролете стало просторней, чище, стало легче работать, газорезчики постоянно находились на значительном расстоянии от источника теплового излучения и вредных выбросов. Появились энтузиасты машинной резки прибылей. Начальник цеха, Г. Г. Сердюк, полковник в отставке, поклялся, что не уйдет на пенсию, пока не установит машины для газовой резки на каждом пролете цеха и не снабдит их поворотными столами с ре-

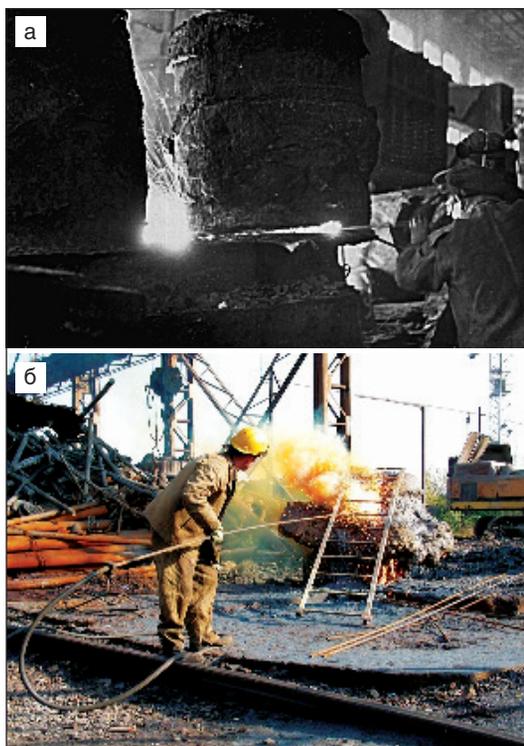


Рис. 2. Кислородно-копьевая резка металлов больших толщин: а — резка прибылей литья диаметром 1600 мм в обрубном цехе (1966 г.); б — резка «скрапины» в копровом цехе (2012 г.)

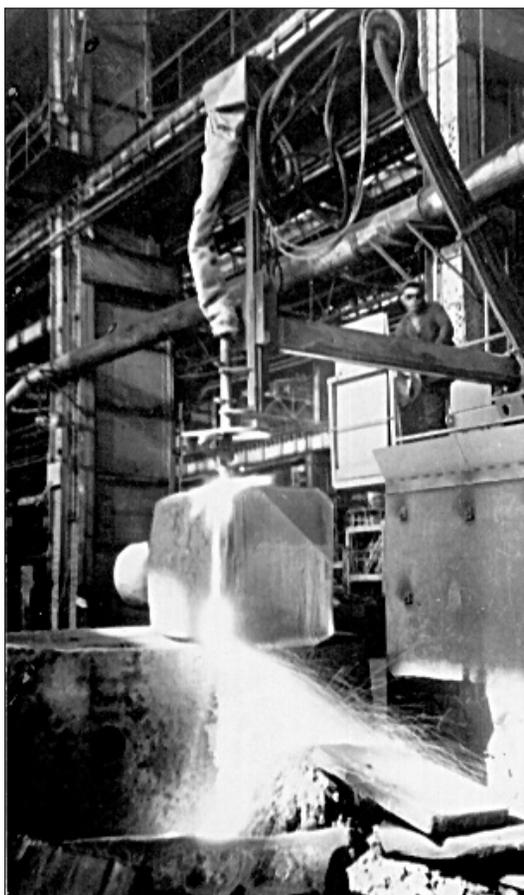


Рис. 3. Установка газокислородной резки поковок ВСЕ-3К (1967 г.)



Рис. 4. Резка прибыли диаметром 2000 мм с помощью установки УОП-1 на втором пролете обрубного цеха (1974 г.)



Рис. 5. Термообрубной цех. Переносная установка УОПП-1 для механизированной газокислородной резки прибылей в работе. За пультом управления газосварщик бюро газопламенной обработки Л. П. Кубышка (1975 г.)



Рис. 6. Копровый цех. Резка слитка диаметром 1500 мм установкой УОПП-1 (2013 г.)



Рис. 7. Специализированный участок газокислородной резки прибылей среднего литья (1977 г.)

гулируемой скоростью поворота планшайбы, а также эффективной системой вентиляции. Он сдержал свое слово.

Старший мастер газорезчиков Г. М. Завгородний с коллегами исходя из опыта эксплуатации машин из подручных материалов изготовил переносную машину для резки, которую с помощью крана устанавливали на отрезаемую прибыль.

Через два года установка УОП-1 на втором пролете была снабжена поворотным столом грузоподъемностью 75 т и вентиляцией с верхним отсосом.

На *рис. 4* запечатлен процесс кислородной резки круглой прибыли диаметром 2000 мм с помощью установки УОП-1.

В 1975 г. на третьем пролете обрубного цеха была оборудована переносная установка для отрезки прибылей УОПП-1 с поворотным столом грузоподъемностью 30 т. Она также имеет шесть степеней свободы, но рабочий ход каретки составляет 1200 мм, в отличие от стационарной установки УОП-1, рабочий ход резаковой каретки которой равен 2800 мм.

В связи с производственной необходимостью, а также с целью освободить место для стационарной машины отрезки прибылей УОП-2 в 1976 г. установку УОПП-1 перенесли в копровый цех, где она работает на разделке крупногабаритного металлолома и в настоящее время.

На *рис. 5* показана переносная установка УОПП-1 на третьем пролете обрубного цеха, на *рис. 6* — эта же установка в копровом цехе.

В 1977 г. на третьем пролете обрубного цеха был организован специализированный участок для кислородной резки среднего литья, который был оснащен стационарной установкой УОП-2 с ходом резака 2800 мм, поворотным столом грузоподъемностью 30 т и системой вентиляции с верхним отсосом (*рис. 7*). Вытяжной зонт вентиляции имел приводы перемещения по вертикали (ось «Z») и горизонтали (оси «X» и «Y»). Он обслуживал пространство как над поворотным столом, так и возле него, где выполняли резку неподвижных отливок сложной формы.

В отличие от установки УОП-1, установка УОП-2 имеет колонну и траверсу прямоугольного сечения, по которым перемещаются каретки на роликах. Такое исполнение основных узлов повышает плавность хода кареток и жесткость конструкции в целом. Система вентиляции снабжена узлом газоочистки циклонного типа.

В 1983 г. на третьем пролете обрубного цеха установили механизированный агрегат для резки сталей «МАРС», а несколько ранее в копровом цехе завода — манипулятор для резки мерного лома «Стрела». Манипулятор был оснащен газокислородными резаками внешнего смешивания РГМ-9М. Внедрение этих двух машин курировал ведущий инженер А. И. Коровченко под руководством начальника группы газопламенной обработки А. А. Пилипенко.

А. А. Пилипенко был начальником группы с 1980 по 1991 г. Этот период характеризуется интенсивной за-

менной операций «ковка» и «механообработка» на операцию «вырезка деталей из плоских поковок». Для этих целей в 1980 г. немецкая установка BSE-3K была перенесена из кузнечно-прессового цеха № 2 в ЭСПЦ. Инженером-технологом Л. Н. Наумовой была разработана технология газокислородной вырезки деталей из плоских поковок. Разработанная технология позволила снизить объем механообработки за счет отмены сверловки и расточки. Впервые в СССР была разработана и внедрена технология кислородной резки шатунов и коленвалов (рис. 8), что обеспечило значительное снижение станко-часов.

С внедрением в 1983 г. агрегата «МАРС» закончился период технического перевооружения в области кислородной резки металлов больших толщин на заводе, далее продолжилась нормальная эксплуатация машин и агрегатов, количество и качество которых полностью удовлетворяет потребностям завода. Это стало возможным благодаря усилиям многих подразделений завода, но нельзя не отметить прямых исполнителей:

- ведущих инженеров бюро газопламенной обработки (начальник бюро — В. П. Середенко) С. М. Удада и В. В. Ежака, газосварщика того же бюро Л. П. Кубышку Главным сварщиком НКМЗ в этот период был В. Я. Адаменко;
- ведущих инженеров лаборатории термической резки (зав. лабораторией — Н. Я. Мушенко) Г. П. Ларина и В. М. Литвинова, газосварщика той же лаборатории А. М. Мачнева. Заведующим отделом сварки НИИПТмаш в этот период был П. П. Рудометкин;
- начальника термообрубного цеха НКМЗ Г. Г. Сердюка, старшего мастера цеха Г. М. Завгороднего, газорезчика-копьевщика В. Н. Селиванова.

Экспериментальные работы по механизации резки прибылей литья, крупногабаритного металлолома, поковок и слитков на заводе тоже были успешными:

- более 20 технических решений были признаны изобретениями, на них выданы авторские свидетельства;
- на газокислородный резак РГМ-9 были выданы два патента в пяти странах: США, Великобритания, Франция, ФРГ и Япония;

- разработки в области кислородной резки металлов больших толщин дважды экспонировались на ВДНХ СССР и отмечены двумя золотыми, тремя серебряными и девятью бронзовыми медалями;
- газокислородный резак РГМ-9 дважды экспонировался на Международной выставке в Лейпциге (Германия) и оба раза был отмечен дипломом;
- опубликовано семь статей по тематике резки металлов больших толщин в различных журналах, в том числе и в журнале «Сварочное производство».

Начиная с 2000 г. стало ясно, что ручные и машинные газокислородные резаки для резки металлов больших толщин и выплавки дефектов, а также различные горелки для нагрева перестали соответствовать потребностям производства.

Это связано с тем, что давление кислорода в цеховых магистралях поддерживалось в пределах 1,0–1,2 МПа, давление природного газа — 0,08–0,1 МПа. Все газорезущее оборудование было рассчитано на это давление энергоносителей.

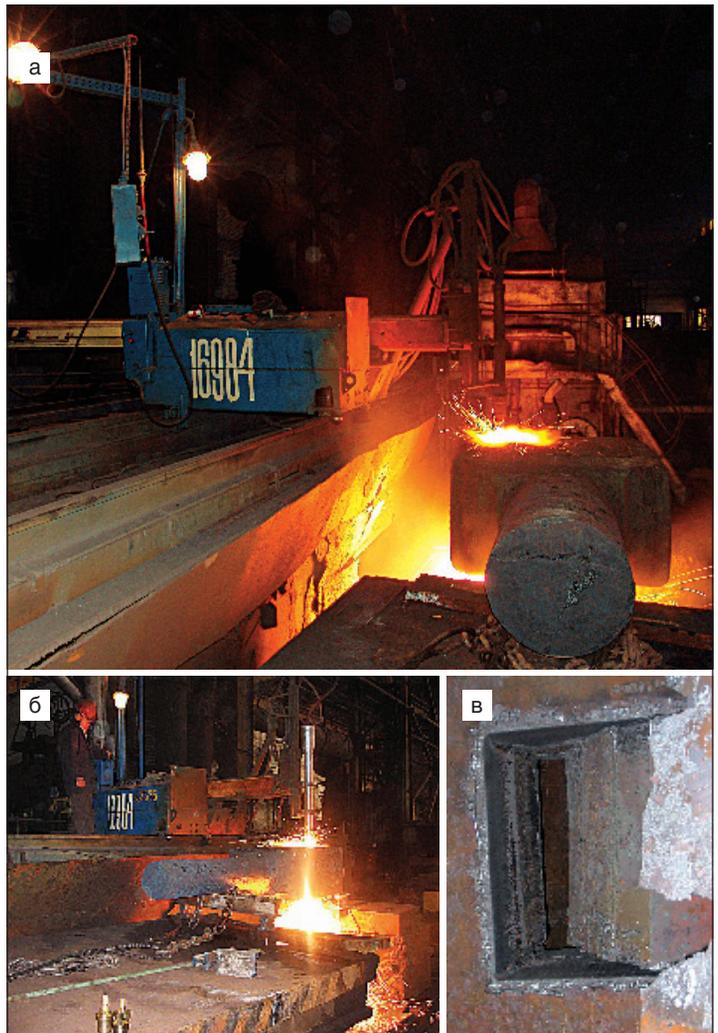


Рис. 8. Примеры газокислородной вырезки деталей из плоских поковок: а — коленчатый вал; б — вилка; в — поверхность реза вилки

В связи с резким увеличением цены на кислород и природный газ с целью минимизировать потери (утечки в трубах и газорегулирующей арматуре) стали снижать давление в сетях энергоносителей. Так, в 2003 г. давление кислорода в магистралях фасоно-литейных цехов и копрового цеха не превышало 0,85 МПа, а давление природного газа в этих цехах колебалось в пределах 0,065–0,075 МПа.

В семидесятые годы прошлого века, когда проектировали ручные и машинные (в том числе и РГМ-9) резаки, газ и кислород были дешевыми, доля энергоносителей в себестоимости газорезательных работ была незначительной, поэтому их экономия стояла на втором месте, а на первом месте было повышение производительности процесса.

В 2003 г. бюро газопламенной обработки НКМЗ возглавил С.Л. Василенко (главный сварщик НКМЗ – С.Г. Красильников), а в 2004 г. В.М. Литвинов стал главным сварщиком ООО «НИИПТ-маш – Опытный завод» (директор Ю.Н. Лысенко), которое к этому времени специализировалось на разработке и изготовлении нестандартного и серийного газорезательного оборудования. Учитывая долговременную и результативную совместную работу в области газопламенной обработки металлов, было принято решение начать вторую волну технического перевооружения завода в области резки металлов больших толщин. Были сформулированы основные задачи и приоритеты этого перевооружения:

1. Разработать и внедрить в кузнечно-прессовых цехах завода новый резак РПКЗ для выплавки дефектов на поковках взамен низкопроизводительного в современных условиях резака РПК-2.

2. Разработать и внедрить в ФЛЦ-1 и в копровом цехе ручной резак РЗФЛЦ для резки прибылей крупного литья и негабаритного металллома толщиной до 500 мм взамен применявшихся ранее переделанных в цехах резаков «Факел», которые также уже не выпускали.

3. Разработать и внедрить в ФЛЦ-2 ручной удлиненный резак РЗШу для резки мелких и средних прибылей литья толщиной до 300 мм взамен использовавшихся в цехе резаков РЗПу.

4. Разработать и внедрить в копровом цехе, в ЭСПЦ и в ФЛЦ-1 машинный резак РГКМ-3 для резки заготовок толщиной до 1200 мм взамен устаревшего резака РГМ-9.

5. Разработать и внедрить в цехах металлических конструкций резак РГКМ-1-SR для шарнирных и переносных машин взамен использовавшихся ранее резаков РМ-2.

6. Разработать миниатюрные резаки для полуавтоматов вертикальной резки на магнитных присосках «Лилипут» для резки заготовок толщиной до 100 мм.

7. Разработать и внедрить машинный резак РГКМ-5 с быстросменными моноблочными соплами для резки заготовок толщиной до 1500 мм, который значительно удобней в эксплуатации и экономичней резака РГКМ-3.

8. Разработать и внедрить экономичный и мощный резак ТОР-Р для ручной резки заготовок толщиной до 600 мм (два варианта: с вентилем и с рычажным клапаном в каналах режущего кислорода).

В 2014 г. все эти задачи были выполнены коллективом бюро газопламенных способов сварки (С.Л. Василенко, А.И. Коровченко, Ю.И. Костюченко, Л.Н. Наумова, В.А. Радченко, В.А. Олейник, Т.Б. Золотопупова) совместно со специалистами ООО «НИИПТМаш – Опытный завод» (В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак). Это стало возможным благодаря реальной поддержке зам. главного инженера по новой технике завода К.П. Шаповалова, директора производства металлоконструкций С.Л. Зеленского и главного сварщика В.А. Белинского. Технические решения, заложенные в конструкцию перечисленных резаков, получили 11 патентов Украины, опубликовано 18 статей в технических журналах, сделано более 10 докладов на международных конференциях.

Подробно о резаках можно узнать в журнале «Сварщик»:

- резаки для выплавки дефектов на поковках – № 3, 2013 г;
- ручные резаки для резки прибылей литья РЗ-ФЛЦ и РЗШу – № 6, 2006 г.;
- машинные резаки для резки заготовок толщиной свыше 1000 мм РГКМ-3 и РГКМ-5 – № 2, 2013 г.;
- машинные резаки РГКМ-1-SR и «Лилипут» – № 3, 2014 г.;
- ручные резаки для резки заготовок толщиной до 600 мм ТОР-Р – № 6, 2012 г.

Все эти резаки, ручные и машинные, объединяют следующие преимущества перед аналогами:

1. Стабильная и безопасная работа без потерь мощности при давлении энергоносителей в цеховых магистралях: кислорода – 0,85 МПа, природного газа – 0,065 МПа.

2. При одинаковом расходе кислорода и природного газа максимально разрезаемая толщина увеличивается на 20–30%.

3. При одинаковых толщинах разрезаемых заготовок средняя ширина реза снижается на 15–20%.

● #1441

К 80-летию ПАО «НКМЗ»

## Кислородная резка и вырезка деталей из плит толщиной более 300 мм с помощью переносных полуавтоматов и шарнирных машин

На НКМЗ для вырезки небольших деталей, снятия фасок под сварку, выполнения прямолинейной резки применяют полуавтоматические портативные газорезательные машины, укомплектованные машинными резаками. Фигурную резку заготовок из плит толщиной до 300 мм осуществляют на специализированном участке цеха № 16 с помощью машины OMNIMAT с ЧПУ. Детали из поковок толщиной свыше 300 мм вырезают на стационарной машине BSE-3K фирмы Messer Griesheim (Германия) и с помощью переносных газорезающих машин «Смена-2М».

В 1979 г. на предприятии была внедрена резка на полуавтоматах «Радуга», укомплектованных резаками РМ-2. Переносные полуавтоматы применяли и на раскройных столах, и на монтаже.

Полуавтоматы «Радуга» и «Гугарк», укомплектованные резаками типа РМ-2 (а также более поздними версиями, например, РМ-3), позволяли выполнять кислородную резку заготовок толщиной до 150 мм.

В настоящее время устаревшие резаки на переносных машинах заменены газокислородными резаками РГКМ-1-SR, которые разработаны коллективом специалистов бюро газопламенной обработки НКМЗ (начальник бюро С.Л. Василенко) и ООО «НИИПТмаш – Опытный завод» (главный сварщик В.М. Литвинов).

После того как резаки РГКМ-1-SR хорошо зарекомендовали себя при работе на полуавтоматах и стали очевидными их преимущества перед резаками РМ-2 по экономичности, производительности и качеству поверхности реза, ими оснастили и шарнирные машины АСШ-70. На рис. 1 показана одновременная вырезка деталей из листа толщиной 20 мм резаками РМ-2 и РГКМ-1-SR с помощью шарнирной машины АСШ-70. Как видно, резак РГКМ-1-SR имеет в несколько раз меньшее пятно нагрева, следовательно, меньше ширина реза и меньше тепловые деформации листа и выше качество поверхности реза.

В 2003 г. в цехе № 16 и в цехе металлоконструкций завода были внедрены переносные газорезающие машины «Смена-2М», которые позволяли выполнять прямолинейные резы, снятие кромок под сварку, резку лекальных кривых, вырезку деталей круглой формы по циркулю (рис. 2).



Рис. 1. Одновременная вырезка деталей из листа толщиной 20 мм резаками РМ-2 (слева) и РГКМ-1-SR (справа)



Рис. 2. Резка полуавтоматом «Смена-2М» внутренних радиусных фасок

Полуавтоматическую резку на предприятии выполняют на портативной механизированной газорезательной машине IMP, которая делает прямолинейные, круговые и криволинейные резы по шаблону заготовок толщиной до 150 мм.

Для выполнения вертикальных резов на заводе используют установку ЦИС 11–48, изначально укомплектованную резаком «Лилипут». В рамках проведения научно-исследовательских работ, начиная с 2012 г., перед коллективом бюро газопламенной об-

работки встала задача модернизации или разработки нового резака для этой установки, который позволил бы расширить диапазон разрезаемых толщин и по возможности исключить операцию последующей механической обработки. В результате специалисты бюро газопламенной обработки совместно со специалистами ООО «НИИПТмаш – Опытный завод» разработали резак РГКМ-2-SR (рис. 3).

Использование резака РГКМ-2-SR дает возможность выполнять вертикальные резы деталей толщиной до 100 мм, повышает скорость резки и улучшает качество поверхности реза. Это позволяет в некоторых случаях вообще отказаться от последующей механической обработки. Более подробную информацию о резаках РГКМ-1-SR и РГКМ-2-SR можно найти в журнале «Сварщик». – № 3. – 2014.

Накопленный опыт подтверждает, что часто удобнее вырезать радиусные и прямолинейные карманы на поковках и других плоских заготовках толщиной более 300 мм с помощью переносных машин «Смена-2М». При этом исключается дорогостоящая операция транспортировки заготовки в ЭСПЦ к машине газовой резки. Был разработан и изготовлен машинный резак РГКМ-4, диаметр кожуха которого равен 32 мм, и который может быть использован на переносной машине. Этот резак позволяет резать заготовки толщиной до 500 мм.

На рис. 4 показан процесс вырезки отверстия в шатуне толщиной 435 мм с помощью переносной газорезательной машины и резака РГКМ-4.

Отличительной особенностью резака РГКМ-4 является то, что он может работать на переносных машинах без переделки газоподводящих коммуникаций.

На рис. 5 показана резка поковки толщиной 450 мм в цехе № 16 при помощи полуавтомата «Смена-2М».

Более подробно о фигурной резке заготовок толщиной более 300 мм на НКМЗ можно узнать в журнале «Сварщик». – № 6. – 2012.

В настоящее время на ПАО «НКМЗ» продолжается активная работа по развитию различных направлений в области разработки технологий и создания оборудования для газопламенной обработки.

Рис. 3. Выполнение вертикального реза на установке ЦИС 11–48 с резаком РГКМ-2-SR



Рис. 4. Вырезка отверстия в шатуне толщиной 435 мм с помощью переносной газорезательной машины и резака РГКМ-4



Рис. 5. Резка заготовки «Крышка подшипника» толщиной 450 мм



К 80-летию ПАО «НКМЗ»

## Кислородная резка листового металлопроката

*В разное время НКМЗ приобретал различные машины газокислородной резки листа: МГМ-1 «Одесса», СГУ-1-60, «Комета», АСШ-70. Они эффективно работали, выполняя программу завода.*

*Увеличивались объемы производства, остро стояла необходимость в быстрой и качественной вырезке заготовок, по возможности, в исключении подготовительных операций (разметки, строжки, сверловки), в уменьшении отходов металла. Все это привело к тому, что в середине 70-х годов на заводе был взят курс на освоение современных газорезательных машин с ЧПУ взамен устаревших и изношенных. Это означало не только приобретение нового оборудования с числовым программным управлением, но и его освоение, обучение операторов, отработку режимов, внедрение совершенно новых технологических процессов, написание управляющих программ и многое другое.*

Первой в череде освоенных современных газорезательных машин была машина OMNIMAT с ЧПУ (рис. 1) немецкой фирмы Messer Griesheim. Специалисты этой фирмы принимали участие во ведении в эксплуатацию машины на специально организованном участке в цехе металлоконструкций. Но основная работа по монтажу, пуско-наладке, подготовке к эксплуатации машины была выполнена специалистами бюро газопламенной обработки металлов отдела главного сварщика, в частности, начальником этого бюро В. П. Середенко, старшим инженером А. Д. Баско, инженером-электроником Л. Я. Рыженко

Неотъемлемой частью работы с новым оборудованием являлось написание программ для вырезки заготовок. Газорезательные машины с ЧПУ на тот момент были в новинку на предприятии, но это не мешало специалистам освоить способы подготовки управляющих программ. Эта рабо-

та была проделана инженерами Н. Г. Перминовой, Н. А. Ольховой, Л. А. Чирвой, Е. Б. Федосеевой. В дальнейшем именно их труд послужил основой для создания программ на базе электронно-вычислительной техники.

Помимо написания программ, требовалось освоение техники резки на новом оборудовании и отработка режимов автоматизированной вырезки заготовок. Этим занимался высококлассный специалист-газорезчик цеха металлоконструкций В. П. Бондаренко.

Машина OMNIMAT S с ЧПУ очень хорошо показала себя в работе, позволив практически исключить операции засверловки и строжки, уйти от изготовления копиров и нанесения разметки (рис. 2). Более рационально использовался металл, уменьшилось количество отходов после вырезки. Также заметно повысилось качество поверхности реза заготовок. Машина вы-

Техническая характеристика машины OMNIMAT S с ЧПУ	
Толщина разрезаемого металла, мм	8–300
Толщина пробиваемого металла (без предварительной засверловки), мм	100
Максимальное количество одновременно разрезаемых листов, шт.	3
Скорость резки, мм/мин	130–660
Применяемые энергоносители	Кислород и природный газ
Габариты (ширина × длина), мм	9300 × 20000



Рис. 1. Газорезательная машина OMNIMAT с ЧПУ

полняла прямолинейные и фигурныерезы по заранее заданным программам, позволяя вырезать заготовки сложной формы за одну операцию.

Через год, после того как первая машина хорошо себя зарекомендовала, завод приобрел еще две. Их монтировали силами новокраматорцев, заводчане проводили и наладку, и пуск, не привлекая немецких специалистов. Примерно в то же время завод приобрел программирующий центр «MG 16K». В связи с тем, что на НКМЗ было уже три машины с ЧПУ, коллектив пополнился новыми специалистами — инженерами-программистами и инженерами-электрониками.

В начале 1980-х годов НКМЗ приобрел следующую серию оборудования — четыре газорезательные машины «КТ 720» фирмы «Танака» (Япония) с современной программирующей станцией с дисплеем «TRC-100B». И вновь в коллектив пришли новые сотрудники: инженеры-программисты, операторы, инженеры-электроники.

Важным этапом развития автоматизированной резки на производстве было разделение многочисленного коллектива бюро на две группы: группу газопламенной обработки и группу подготовки расчетных программ для машин с ЧПУ.

Для разгрузки порезанных заготовок были разработаны захваты грузоподъемностью 300 кг на базе постоянных магнитов, выдано Авторское свидетельство. Устройство было представлено на ВДНХ СССР, С. Л. Василенко получил бронзовую медаль.

В 1991 г. на заводе появилась еще одна машина с ЧПУ — на этот раз второго поколения, которая была установлена на третьем пролете цеха металлоконструкций.

После того как на НКМЗ были внедрены газорезательные машины с ЧПУ, до 70% заготовок вырезали на них. Это позволило значительно повысить производительность резки, разгрузить станочный парк, повысить точность вырезания заготовок и их качество.

В 1980-х годах остро встал вопрос изготовления заготовок из легированных сталей и цветных металлов. До 1985 г. их обрабатывали механическим способом, но после приобретения и внедрения в производство машины «Кристалл» с ЧПУ (рис. 3) стала возможной плазменная резка заготовок в цехе № 16.

В 2000 г. была внедрена машина OMNIMAT S нового поколения взамен устаревшей машины «Комета».

В 2004 г. при участии С. Л. Василенко, Б. А. Золотоупова, В. Г. Яковлева, А. И. Коровченко, Д. Ф. Ершова в цехе № 16 была введена в эксплуатацию стационарная автоматизированная машина CORTINA DP4000, производства фирмы MGM (Чехия), оснащенная плазменной установкой FINE FOCUS 800 с резаком серии PB-S77W. Она позволила вырезать заготовки из коррозионностойкой стали, меди, алюминия тол-

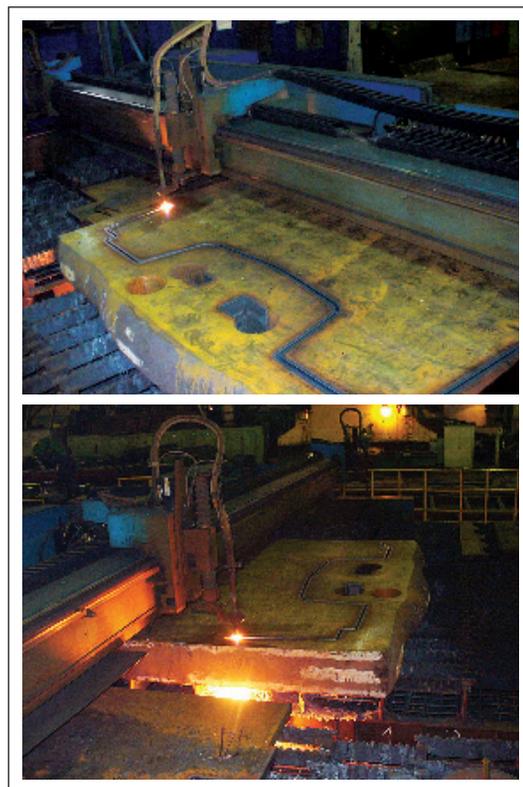


Рис. 2. Вырезка опорной плиты толщиной 250 мм из стали S355J2G3 на газорезательной машине OMNIMAT S с ЧПУ

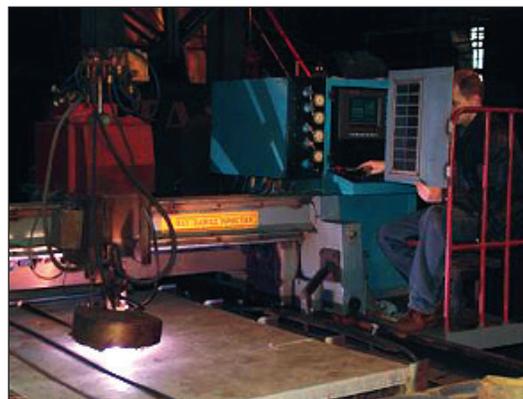
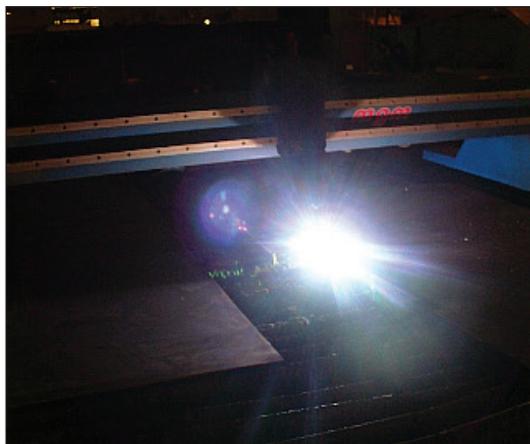


Рис. 3. Машина «Кристалл» с ЧПУ для плазменной резки

Рис. 4. Плазменная резка нержавеющей стали на машине CORTINA DP4000



Техническая характеристика автоматизированной машины CORTINA DP4000	
Класс точности машины	1
Диапазон разрезаемых толщин, мм	4–45
Плазмообразующий газ	Воздух
Вихревой газ	Воздух
Максимальные размеры обрабатываемого листа, мм	3000 × 9000

Рис. 5. Машина OMNIMAT для резки заготовок толщиной до 300 мм



щиной до 45 мм при врезке с кромки листа, а при пробивке — до 40 мм (рис. 4).

В том же году в цехе была также установлена еще одна машина кислородной резки OMNIMAT с ЧПУ, позволяющая выполнять резку заготовок толщиной до 300 мм (рис. 5).

В настоящее время на базе газорезательных машин с ЧПУ организовано три специализированных участка:

- в ЦМК — участок из четырех широкопортальных машин OMNIMAT для вырезки деталей из листа углеродистых и низколегированных сталей;
- в цехе № 16 — участок из трех широкопортальных и одной узкопортальной машин OMNIMAT для вырезки деталей из листа углеродистых и низколегированных сталей;
- в цехе № 16 — участок на базе машины для плазменной резки CORTINA DP4000 для вырезки заготовок из цветных металлов, сплавов и нержавеющей сталей.

На заводе единичного производства с замкнутым циклом сохраняется необходимость в оперативном изготовлении единичных или мелких партий деталей. Изготавливать их на машинах с ЧПУ нецелесообразно. Поэтому сохранен участок из трех шарнирных машин «Огонек», АСШ-70 в цехе мелких металлоконструкций, еще одна машина находится на заготовительном участке цеха специального инструмента. Широко используются также переносные машины для кислородной резки «Радуга», «Гугарк», IMP, «Смена-2М», Sekator SN для прямолинейной резки и резки по радиусу при сборке и монтаже.

● #1443

### НКМЗ — ветеранам предприятия

28 августа вышло совместное решение правления и профсоюзного комитета АО «Новокраматорский машиностроительный завод», которое оговаривает выплату материальной помощи заводским ветеранам в честь 80-летия предприятия и Дня машиностроителя.

«Коллектив предприятия проявляет искреннюю благодарность и уважение к ветеранам труда, чтит их заслуги и самоотверженный труд на благо будущих поколений. Традицией и одним из важнейших аспектов социальной политики предприятия является забота о бывших работниках — пенсионерах НКМЗ», — говорится в решении.

В совместном решении оговаривается выплата Герою Украины, Героям Социалистического Труда, полному кавалеру ордена Трудо-

вой Славы — по 7000 грн., Заслуженным работникам Украины и Почетным новокраматорцам — по 5000 грн., Ветеранам труда НКМЗ и Заслуженным станочникам НКМЗ — по 4000 грн.



[www.nkmz.com](http://www.nkmz.com)



Если у Вас возникли вопросы по технологии сварки, организации рабочих мест сварщиков, правильному выбору сварочных материалов и оборудования, Вы можете отправить письмо в редакцию журнала по адресу: 03150 Киев, а/я 52 или позвонить по телефону (044) 200 80 88. На Ваши вопросы ответит кандидат технических наук, Международный инженер-сварщик (IWE) Юрий Владимирович ДЕМЧЕНКО.

**Посоветуйте, пожалуйста, как решить задачу формирования шва обратной стороны при односторонней сварке стыковых соединений**

**В.Д. Остапчук (Киев)**

**Сварка на флюсомедной подкладке.** Односторонняя сварка на флюсомедной подкладке, по сути, является комбинацией сварки на медной подкладке и на флюсовой подушке. Наибольшее распространение получила односторонняя сварка стыковых соединений на плоской флюсомедной подкладке (без продольной формирующей канавки).

К достоинствам сварки на флюсомедной подкладке относят:

- меньшую чувствительность к зазорам в стыках свариваемых листов по сравнению с чувствительностью при сварке на флюсовой подушке и медной подкладке;
- более широкие возможности регулирования высоты обратного валика шва за счет слоя флюса на подкладке и зазора между листами и подкладкой;
- несколько больший теплоотвод, чем при сварке на флюсовой подушке, и меньшие деформации;
- защиту от оплавления медной подкладки тонким слоем флюса, что практически исключает попадание меди в шов и уменьшает износ самой подкладки.

**Сварка на скользящем медном ползуне.** Существует три варианта односторонней сварки на скользящем медном ползуне:

- ползун жестко связан со сварочным автоматом;
- ползун перемещается автономно, синхронно со сварочным автоматом;
- ползун и сварочный автомат закреплены стационарно, а стыкуемые листы перемещают со сварочной скоростью.

В первом варианте (рис. 5) листы стыкуют в полотнища с обязательным зазором на скобах, фиксирующих зазор шириной до 8 мм. Такая ширина зазора позволяет флюсу просыпаться на медный ползун, и так же, как на флюсомедной подкладке, он играет роль тонкой флюсовой подушки. К преимуществам сварки на скользящем медном ползуне, жестко связанном со сварочным автоматом, относят:

- отсутствие необходимости в дорогостоящих средствах механизации в виде специальных стенов и другого оборудования;
- можно применять как в механизированных поточных линиях, так и на отдельных рабочих местах;
- процессы сборки и сварки относительно просты;
- подвижный ползун обеспечивает совмещение свариваемых кромок стали толщиной до 8–10 мм в одной плоскости;

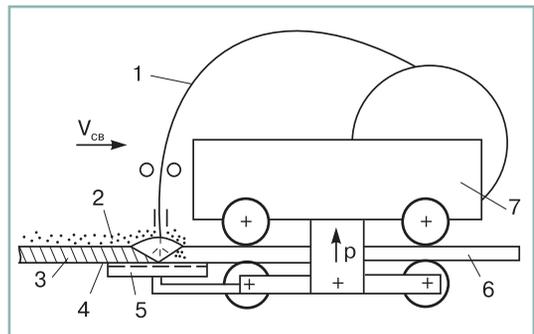


Рис. 5. Схема односторонней автоматической сварки с ползуну, жестко связанном с автоматом: 1 — сварочная проволока; 2 — флюс; 3 — шов; 4 — шлак; 5 — медный ползун; 6 — основной металл; 7 — сварочный автомат

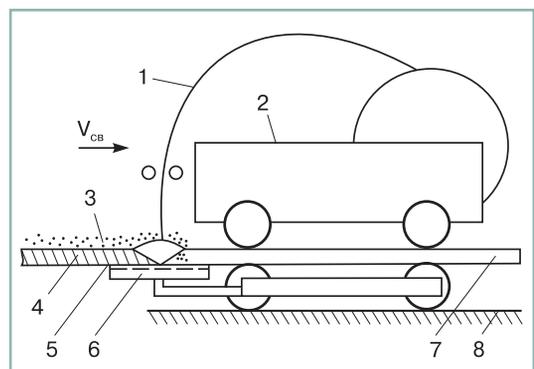


Рис. 6. Схема односторонней автоматической сварки с автономным перемещением ползуна: 1 — сварочная проволока; 2 — сварочный автомат; 3 — флюс; 4 — шов; 5 — шлак; 6 — медный ползун; 7 — свариваемый металл; 8 — направляющая

Окончание. Начало в № 4–2014.

- подвижный ползун обеспечивает хорошее формирование усиления обратной стороны шва.

При односторонней сварке с автономным перемещением ползуна (рис. 6) отпадает необходимость в изготовлении и установке сборочных гребенок при предваритель-

**Таблица 2. Режимы односторонней сварки на скользящем медном ползуне стыковых соединений автоматами ТС-32, ТС-44 и ДТС-45**

Толщина, металла, мм	Род тока, полярность	Диаметр электрода, мм	Величина зазора, мм	Сила сварочного тока, А	Напряжение дуги, В	Скорость сварки, м/ч
5 + 5	Постоянный, прямая полярность	3	3–4	500–550	34–36	28
6 + 6		3	3–4	550–600	34–36	24
7 + 7		3	3–6	600–650	34–36	24
5 + 7		3	3–4	550–600	34–36	24
6 + 8		3	3–4	600–650	34–36	24
8 + 8		3	3–6	600–650	34–36	24
9 + 9		3	3–6	650–700	36–38	24
10 + 10		3	3–6	700–750	36–38	20
8 + 10		3	3–6	700–750	36–38	20
11 + 11		3-4	3–6	750–800	36–38	20
12 + 12		3-4	3–6	800–850	38–40	20
10 + 12		3-4	3–6	800–850	38–40	20
14 + 14	Обратная полярность	4	3–6	900–950	40–42	16,5
16 + 16		4	3–6	950–1000	40–42	16,5
14 + 16		4	3–6	950–1000	40–42	16,5
18 + 18		4	3–7	1000–1050	41–43	16,5
20 + 20		4	4–8	1050–1100	42–44	16,5
18 + 20		4	4–8	1050–1100	42–44	16,5

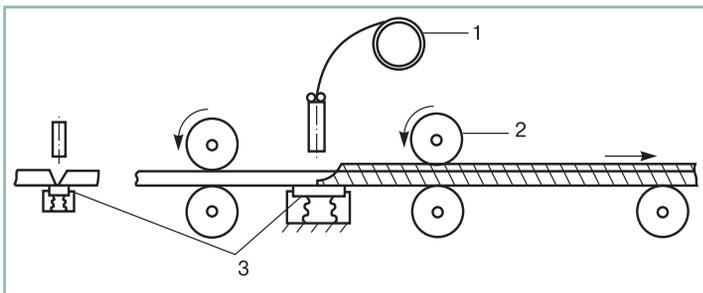


Рис. 7. Схема односторонней автоматической сварки со стационарно закрепленным ползунком: 1 — сварочная проволока; 2 — ролики перемещения стыкуемых швов; 3 — неподвижная формирующая подкладка

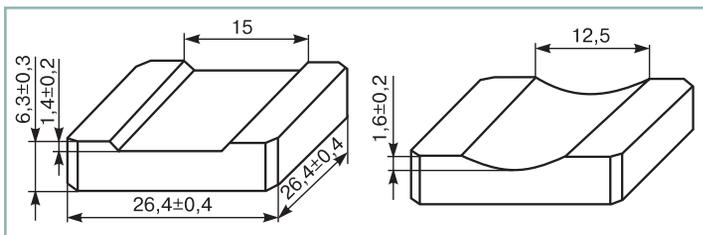


Рис. 8. Керамические подкладки: а — КП-АН-061 (для ручной дуговой сварки); б — КП-АН-062 (для механизированной сварки в защитных газах)

ной сборке полотнищ, а также в приварке и зачистке мест приварки гребенок после их удаления. Существует возможность сварки стыков с переменным зазором, что позволяет сократить трудоемкость подгоночных работ при сборке полотнищ примерно на 10%.

Одностороннюю сварку на скользящем медном ползуне выполняют с пемзовидными флюсами АН-8, АН-37П, АН-348АМ, ОСЦ-45 с применением сварочных автоматов ТС-32, ТС-44 и ДТС-45 (табл. 2).

Сварка на стационарном ползуне (рис. 7) отличается компактным формирующим устройством, но требует мощного и громоздкого оборудования для перемещения стыкуемых листов. При этом в процессе сварки по этой схеме трудно обеспечить совмещение и удержание на одной линии электрической дуги, стыка и оси формирующей канавки.

Размеры ползуна выбирают таким образом, чтобы он плотно прилегал к свариваемым кромкам стыка и обеспечивал кристаллизацию шва на своей поверхности.

Сварку полотнищ толщиной 6–8 мм осуществляют при ширине формирующей канавки медного ползуна 25–27 мм, глубине 2,5–3,5 мм и расстоянии дуги от края ползуна 85 мм, при расходе охлаждающей воды 0,2 л/с. Срок службы ползуна 15–20 смен, что позволяет сварить около 2100 м одностороннего шва.

**Сварка на переносных керамических и гибких флюсовых подкладках.** Для односторонней сварки в монтажных условиях и при единичном характере производства сварных конструкций используют переносные керамические и гибкие флюсовые подкладки различной конструкции.

Переносные керамические подкладки КП-АН-061 и КП-АН-062 изготавливают из огнеупорной керамической плитки, которая в зависимости от назначения имеет различный профиль (рис. 8). Крепление керамических подкладок осуществляют различными способами (магнитными прижимами, скобами и др.). Подкладки необходимо стыковать одну с другой и прижимать к поверхности листов. Допуск на плотность прилегания подкладок не должен превышать 1 мм.

Приклеивающиеся керамические подкладки (рис. 9) изготавливают из керами-

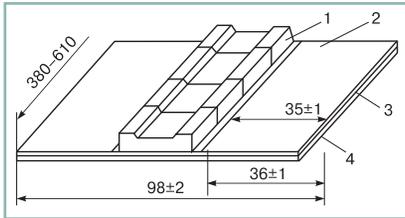


Рис. 9. Приклеивающаяся керамическая подкладка ПКП-АН-061: 1 — керамическая плитка; 2 — антиадгезионная бумага; 3 — клей; 4 — алюминиевая фольга

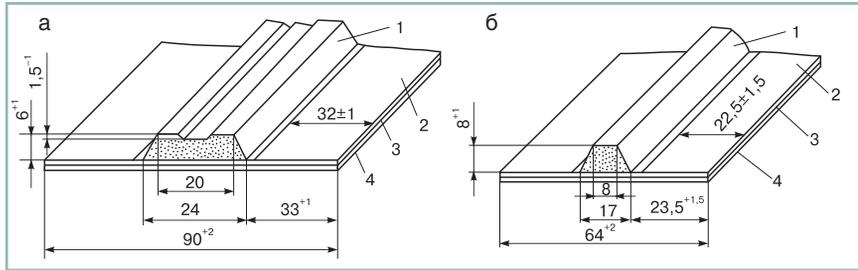


Рис. 10. Приклеивающиеся гибкие флюсовые подкладки ПГП-АН-06-С100, ПГП-АН-06-С40К60 (а) и ПГП-АН-14-С40К60 (б): 1 — флюсовая огнеупорная масса; 2 — антиадгезионная бумага; 3 — клей; 4 — алюминиевая фольга

ческой плитки, наклеивая ее на ленту из алюминиевой фольги толщиной 0,15 мм и длиной около 400 мм, покрытой клеем постоянной липкости. Керамические подкладки можно использовать для сварки в различных пространственных положениях.

Приклеивающиеся гибкие флюсовые подкладки (рис. 10) состоят из зернистого формирующего материала, смешанного с эластичной связкой и наклеенного на несущую основу из алюминиевой фольги. Подкладки ПГП-АН-06-С100

и ПГП-АН-06-С40К60 используют для ручной и механизированной сварки, а ПГП-АН-08-С100, ПГП-АН-08-С4060К и ПГП-АН-14-С40К60 — для сварки под флюсом.

В качестве переносных формирующих подкладок используют стекловолно, медные подкладки с эластичным формирующим слоем, брикеты из твердых флюсов и круглые стальные стержни, покрытые слоем тугоплавкого флюса. Все описанные выше типы подкладок предназначены для разного использования.

● #1444

# СВАРКОНТАКТ

ВЫПРЯМИТЕЛИ ИНВЕРТОРНЫЕ СВАРОЧНОГО ТОКА  
СДЕЛАНО В УКРАИНЕ



ИНВЕРТОРНЫЕ ИСТОЧНИКИ ТОКА НА БАЗЕ IGBT-ТРАНЗИСТОРОВ

ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ПОДАЧИ ПРОВОЛОКИ

УСТАНОВКИ ПЛАЗМЕННОЙ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЗАКАЛКИ, ПЛАЗМЕННОЙ РЕЗКИ И ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА

ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ ШИПОВАНИЯ

ООО НПФ «СВАРКОНТАКТ»  
61010, Украина, г. Харьков,  
в-д Ващенко-вский 16А

Тел/факс: (057) 719-24-45;  
Моб: (095) 88-71-748; (097) 860-00-63

E-mail: svarkontakt.svarka@gmail.com



Украина, 49083, г. Днепропетровск  
пр. им. Газеты «Правда» 29, к. 603  
т. (0562) 347 009, (056) 790 0133  
тел./факс (056) 371 5242  
E-mail: remmash\_firm@ukr.net

Разработка и изготовление оборудования

для механизированной дуговой наплавки

РМ-9 — установка автоматической дуговой наплавки гребней железнодорожных колесных пар



РМ-15 — универсальная установка автоматической дуговой наплавки деталей горного оборудования

ИЗРМ-5 — универсальная установка автоматической дуговой наплавки малогабаритных цилиндрических деталей



- ▶ Сварочное оборудование и аксессуары
- ▶ Газовое оборудование для резки и сварки
- ▶ Средства индивидуальной защиты
- ▶ Средства технической химии
- ▶ Твердая и мягкая пайка
- ▶ Шлифовальные материалы
- ▶ Пилы и лентопильные станки
- ▶ Сварочное оборудование и подсобные комплектующие
- ▶ Сварочные материалы

**Дистрибьюторы:**

ООО «УКРНХРОМ»  
49070, г. Днепропетровск,  
пр. Пушкина, 40 Б  
тел./факс: +380 562 33-74-35  
+380 56 372-70-25  
www.ukrnichrom.com.ua

ПП «УКРГАЗСЕРВИС-КОМПЛЕКС»  
г. Киев, ул. Окружная, 10  
тел. +380 44 222-72-95  
+380 50 446-93-76  
www.ugs.kiev.ua

ООО «ТДС»  
03127, г. Киев,  
пер. Коломиевский, 3/1  
тел. +380 44 596-93-75  
факс +380 44 596-93-70  
welding@welding.kiev.ua

ООО «ЭКОТЕХНОЛОГИЯ»  
03150, г. Киев, ул. Антоновича  
(Горького), 62  
тел./факс +380 44 200-80-56  
sales@et.ua  
www.et.ua

ООО ПНФ «ГАЛЭЛЕКТРОСЕРВИС»  
79034, г. Львов, ул. Навроцкого, 10 А  
тел. +380 32 239-29-15, 239-29-16  
факс +380 32 239-29-17  
ges@tsp.net.ua  
www.ges.lviv.ua



«РИВАЛ-РХЦ» ул. Польна 140В,  
87-100 Торунь, Польша,  
т. +48 56 66-93-820  
ф. +48 56 66-93-805  
export@rywal.com.pl  
www.rywal.eu

**НАША ПРОДУКЦИЯ ПОД ТОРГОВЫМИ МАРКАМИ MOST™ И GOLD™ СЕРТИФИЦИРОВАНА УКРСЕПРО.**

# НАВКО-ТЕХ

Automatic machines and robots for arc welding

## Автоматические установки и роботы для дуговой сварки и наплавки



**УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ ШВОВ**

**УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ КОЛЬЦЕВЫХ ШВОВ**

**РОБОТТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ СВАРКИ**

**СВАРОЧНАЯ АППАРАТУРА**



Украина, Киев  
Тел.: +38 044 456-40-20  
Факс: +38 044 456-83-53

http://www.navko-teh.kiev.ua E-mail: info@navko-teh.kiev.ua



**WELDOTHERM**  
G.M.B.H. ESSEN

- Установки для термообработки сварных соединений серии VAI™, VAS™, Standard™, Standard Europa™.
- Высокоскоростные газовые горелки для проведения объемной термической обработки сосудов целиком.
- Инфракрасные газовые и электрические нагреватели.
- Печи торговой марки LAC.
- Расходные материалы в ассортименте (изоляция, нагревательные элементы, приборы контроля температуры и т. д.)
- Сдача установок для термообработки сварных соединений в аренду.
- Услуги по термообработке.
- Гарантийное и послегарантийное обслуживание оборудования.



**Оборудование для термической обработки из Эссена**  
«Ваш партнер для проведения термообработки»

**ООО «Велдотерм-Украина»**  
Филиал Weldom® GmbH Essen, Германия



Украина, 77311, Ивано-Франковская обл., г. Калуш-11, а/я 18  
Т./ф. (03472) 6-03-30. E-mail: weldom@ukrpost.ua  
www.weldom.if.ua

# Ультразвуковые технологии в сварочном производстве

Г. И. Лащенко, канд. техн. наук, НТК «Институт электросварки им. Е. О. Патона»

*Звуковые колебания относят к разряду упругих механических колебаний. Колебания с частотой до 20 Гц называют инфразвуковыми, при частоте от 20 до 20 000 Гц колебания порождают слышимые звуки. Ультразвуковые колебания соответствуют частоте от  $2 \cdot 10^4$  до  $10^8$  Гц, а колебания с частотой более  $10^8$  Гц получили название гиперзвука.*

Ультразвуковые колебания высокой интенсивности (более нескольких ватт на квадратный сантиметр) и частотой 18–80 кГц применяют для активного воздействия на вещества и различные технологические процессы уже много лет. В настоящее время в промышленности используют ультразвуковую очистку и обезжиривание различных изделий. Получили распространение ультразвуковая резка и сварка различных материалов. Ультразвук применяют для получения высокодисперсных эмульсий, диспергирования твердых тел в жидкости, коагуляции аэрозолей и гидрозолей, дегазации жидкостей и расплавов. Установлено влияние мощных ультразвуковых колебаний на структуру и механические свойства кристаллизующегося расплава.

Ультразвуковые колебания позволяют уменьшать и перераспределять остаточные напряжения в сварных швах. Успешно используют ультразвук для контроля качества литья, сварных соединений, металлопроката. Обнаружено весьма эффективное воздействие ультразвука на интенсивность полимеризации клеев.

Высокотехнологичные ультразвуковые установки уже более 30 лет успешно применяют в пищевой промышленности (сварка упаковки, резка сыра, замороженных продуктов), в производстве полимерных материалов (сварка георешеток и др. пластмассовых изделий), в медицинской промышленности (сварка полимеров), в производстве нетканых материалов (резка и сварка пленок).

В США, например, в последние пять лет (по данным фирмы Business Communications Co) средний ежегодный прирост рынка ультразвуковой техники составил 8,5% (в 2008 г. он достиг 5,35 млрд дол.). Рынок оборудования для ультразвуковой сварки за это время увеличился в два раза, а его ежегодный рост составил 7,7%.

По данным фирмы Frost&Sullivan, объем мирового рынка ультразвуковой сварки в 1999 г. составлял 333,0 млн дол., а в 2006 г. достиг 629,1 млн дол. Этот технологический процесс применяют для сварки пластмасс и металлов. В основном рост продаж прогнозируют в сегменте оборудования для сварки пластмасс (на уровне 9%), но в перспективе следует также ожидать прироста объема оборудования для сварки металлов (6%).

Применительно к сварочному производству наибольший интерес представляют:

- ультразвуковая сварка металлов и сплавов;
- ультразвуковая сварка пластмасс и нетканых материалов;
- ультразвуковая обработка в процессе сварки плавлением;
- ультразвуковая послесварочная обработка сварных соединений;
- электроакустическое напыление;
- ультразвуковая резка;
- ультразвуковая очистка.

Все эти технологии в той или иной мере расширяют возможности сварочного производства и положительно влияют на качество продукции.

**Ультразвуковая сварка металлических материалов.** Важнейшим элементом, составляющим основу оборудования и технологии ультразвуковой сварки (УЗС) металлов и пластмасс, является механическая колебательная система (Хохлов Ю. В. Ультразвуковая сварка. — Л.: Машиностроение, 1972. — 152 с.; Силин Л. Л., Баландин Г. Ф., Коган М. Г. Ультразвуковая сварка. — М.: Машгиз, 1962. — 250 с.). Эта система служит для преобразования электрической энергии в механическую, передачи этой энергии в зону сварки, согласования сопротивления нагрузки с внутренним сопротивлением системы и геометрических размеров зоны ввода энергии с размерами излучателя, концентрирования энергии и получения необходимой колебательной скорости излучателя. Система должна работать с максимальным КПД на резонансной частоте независимо от изменения сопротивления нагрузки.

Типовые колебательные системы показаны на рис. 1. Электромеханический преобразователь 1, входящий в систему, изготавливают из магнестрикционных или электрострикционных материалов (никель, перминдюр, титанат бария, цирконат-титанат свинца (ЦТС), ниобат свинца и др.). В преобразователе под воздействи-

ем переменного магнитного поля возникают механические напряжения, которые вызывают упругие деформации материала, т.е. преобразователь является источником механических колебаний. Волноводное звено 2 служит для передачи энергии к сварочному наконечнику и обеспечивает требуемое увеличение амплитуды колебаний по сравнению с амплитудой исходных волн преобразователя, трансформирует сопротивление нагрузки и концентрирует энергию в заданном участке. Акустическая развязка 3 от корпуса машины, или система крепления волноводного звена, обеспечивающая минимальное влияние опоры на акустические свойства этого звена, позволяет практически всю энергию механических колебаний трансформировать и концентрировать в зоне контакта. Сварочный наконечник 4 является элементом, определяющим площадь и объем непосредственного источника ультразвуковых механических колебаний в зоне сварки. Поскольку в процессе сварки наконечник плотно контактирует со свариваемой деталью 5, он служит также и согласующим волноводным звеном между нагрузкой и колебательной системой.

Сварочный наконечник — это элемент, посредством которого осуществляется отбор мощности, поглощаемой в зоне сварки. Так как в процессе сварки наконечник внедряется в свариваемую деталь, он является и согласующим волноводным звеном между нагрузкой и колебательной системой.

**Механизм образования сварного соединения при ультразвуковой сварке.** Неразъемное соединение металлов образуется при совместном воздействии на детали механических колебаний высокой частоты и относительно небольших сдвигающих усилий. В принципе этот способ сварки имеет много общего с холодной сваркой сдвигом и вибротрением.

Сварное соединение образуется, с одной стороны, за счет колебательной скорости, силы давления сварочного наконечника и времени сварки. С другой стороны, зависит от свойств свариваемых металлов и поверхностных пленок.

Ввод энергии ультразвука в сопряженные на малом участке металлы вызывает повышение температуры в зоне их контакта, растрескивание твердых и выгорание жировых пленок, пластическое деформирование материала, интенсивную диффузию, рекристаллизацию, плавление и другие явления. В конечном счете, образуется неразъемное сварное соединение металлов.

Свариваемость металлов определяется их физико-механическими свойствами при температуре сварки, свойствами механической колебательной системы и рядом других факторов (состояни-

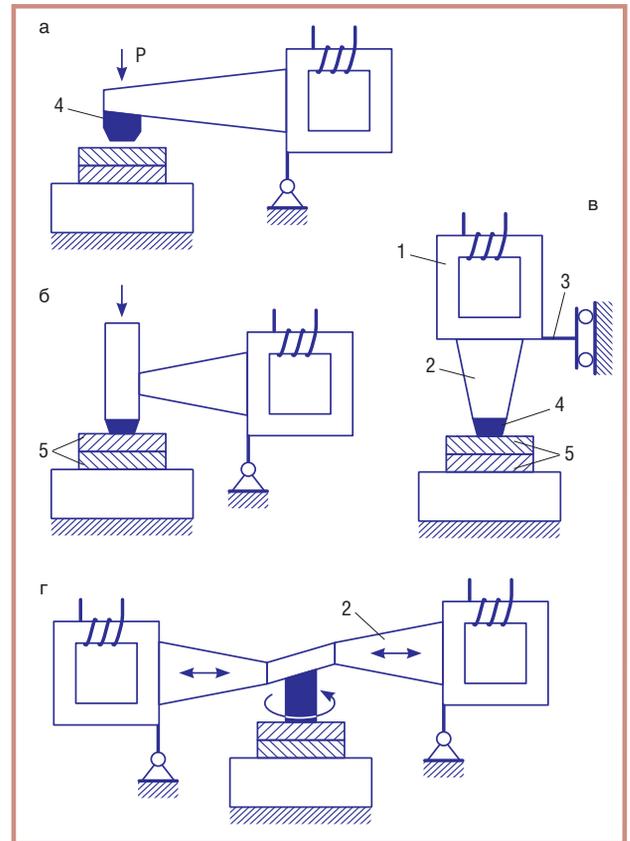


Рис. 1. Схемы типовых колебательных систем: а — продольная; б — продольно-поперечная; в — продольно-вертикальная; г — крутильная

ем поверхности свариваемых металлов, обработанных термическим, механическим, химическим способом, искусственным нанесением электроизолирующих или декоративных покрытий и т.п.).

В общем случае ровные и тщательно обработанные контактные поверхности свариваются лучше. И, наоборот, грубая механическая обработка свариваемых поверхностей, наличие различных поверхностных пленок, плакирование, как правило, ухудшают свариваемость металлов, а в ряде случаев и исключают ее.

Благоприятным условием для схватывания является совпадение зерен с близкой кристаллографической ориентацией. Таблица свариваемости различных металлов приведена на рис. 2.

Установлено, что при УЗС действуют два основных источника теплоты. Один находится в зоне контактирования сварочного наконечника с деталью, другой — в зоне соединения металлов. Тепловыделение у сварочного наконечника вызывается непрерывающимся в течение всего цикла сварки внешним трением сварочного наконечника о деталь и пластическим деформированием наружной поверхности свариваемой детали. Тепловыделение в зоне соединения обусловлено сложным напряженным состоянием, действием нормальных сжимающих напряже-

ний и напряжений сдвига, которые приводят к внутренним пластическим деформациям металла, внешнему и внутреннему трению металлов.

Введение ультразвука в свариваемые металлы приводит к нагреву зоны сварки, и температура ее находится на уровне 0,4–0,6 от температуры плавления (табл. 1).

Максимальная температура в зоне сварки в значительной степени зависит от теплофизических свойств свариваемых материалов, в частности, от теплопроводности и теплоемкости. Наибольшая максимальная температура характерна для металлов с низкой теплопроводностью (железо, сталь), а минимальная — для металлов с высокой теплопроводностью и теплоемкостью (медь, алюминий).

Протекание УЗС зависит от параметров режима сварки: колебательной скорости сварочного наконечника, контактного давления и времени сварки.

Детали перед сваркой помещают между сварочным наконечником и опорой и сжимают с усилием  $F_{св}$ . При этом вступают в соприкосновение микронеровности. Максимальные микронеровности подвергаются пластической деформации, вызывающей их «растекание». Включение ультразвуковых колебаний вызывает знакопеременное сдвиговое деформирование соприкасающихся микронеровностей, их дальнейшее «растекание» и сближение поверхно-

стей. Появляются новые точки соприкосновения микронеровностей, одновременно дробятся оксидные пленки и создаются условия для образования узлов схватывания, т.е. условия для образования металлических связей между свариваемыми металлами. Дальнейшее пластическое деформирование способствует сближению поверхностей металлов и увеличению узлов схватывания, которые продолжают возникать на участках, свободных от поверхностных пленок.

Уже в начале сварки имеют место диффузия, скорость которой увеличивается благодаря знакопеременным сдвиговым деформациям в зоне сварки. Установлено, что величина скорости диффузии пропорциональна величине напряжений. Меняя соотношение между колебательной амплитудой сварочного наконечника и контактным давлением при сварке одних и тех же материалов, можно получить сварные соединения, существенно отличающиеся друг от друга как структурой, так и прочностью и пластичностью.

**Технология ультразвуковой сварки.** При вводе механических колебаний в свариваемые металлы изделие начинает вибрировать с ультразвуковой частотой. Форма колебаний определяется геометрическими размерами изделия. В наиболее простом и распространенном случае — сварка листа прямоугольной формы — в последнем устанавливается стоячая волна с характерным чередованием узлов и пучков плоской волны изгибных колебаний. Уровень напряжений, возникающих в пучностях, определяется мощностью энергии, вводимой в зону сварки. При этом возникает опасность появления микро- и макротрещин в этой зоне. Образование трещин при достаточном уровне энергии свойственно металлам, обладающим малой пластичностью, имеющим местные дефекты, чрезмерный наклеп и т.п. Для снижения вредного эффекта вибрации свариваемого изделия применяют струбцины с резиновыми прокладками, предварительное снятие заусенцев, скругление углов, если это возможно по условиям изготовления детали — предварительный отжиг места соединения и т.п. Наиболее рациональной мерой является снижение амплитуды колебаний сварочного наконечника.

Таблица 1. Температура в зоне сварки металлов

Материал	Толщина материала $\delta$ , мм	Режим сварки		Температура $T$ , °C
		$t_{св}$ , с	$F_{св}$ , Н	
Алюминий	0,5 + 0,5	0,5	—	200–300
Медь	1,0 + 1,0	1,5	4400	300–350
Цинк	0,85 + 0,85	0,6	2200	100–150
Железо	0,4 + 0,4	0,4	2600	800–900
Железо + константан	10,0 + 0,65	1,6	1900	До 730
Медь + константан	0,3 + 0,65	1,0	400	До 450

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	Материал	№
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Алюминий	1
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Бериллий	2
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Латунь	3
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Медь	4
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Медно-никелевый сплав	5
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Феррикалы	6
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Германий	7
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Стекло	8
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Золото	9
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Свинец	10
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Магний	11
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Молибден	12
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Никель	13
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Ниобий	14
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Палладий	15
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Платина	16
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Кремний	17
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Серебро	18
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Нержавеющая сталь	19
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Сталь	20
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Тантал	21
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Олово	22
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Титан	23
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Вольфрам	24
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Ваннадий	25
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Цинк	26
+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	Цирконий	27

Рис. 2. Таблица свариваемости различных металлов (знак «+» — металлы свариваются)

При УЗС некоторых металлов наблюдается интенсивное сцепление сварочного наконечника со свариваемым металлом. С технологической точки зрения это совершенно неприемлемо, так как сцепление сварочного наконечника с деталью исключает нормальную эксплуатацию сварочной машины. Поэтому для сварочного наконечника нужен материал, который обладал бы максимальной когезией поверхностного слоя относительно свариваемого материала.

Диапазон форм деталей, свариваемых ультразвуком, ограничен. Это объясняется тем, что геометрические размеры элементов колебательной системы зависят от заданной частоты. Произвольное изменение размеров резонирующих элементов, посредством которых энергия подводится к зоне сварки, производить нельзя. В этом отношении УЗС обладает существенно меньшими технологическими возможностями, чем, например, контактная сварка.

Размер зоны доступа к сварочному наконечнику, а точнее, возможный диапазон форм изделий, которые можно сварить УЗС, в различных вариантах построения механических колебательных систем определяется сочетанием нескольких элементов (*рис. 3*). Например, известны системы, состоящие из преобразователя, волновода продольных колебаний и сварочного выступа (*рис. 3, а*). Размер зоны доступа к сварочному наконечнику в этом случае определяется длиной волновода продольных колебаний и высотой сварочного выступа в сочетании с конусностью волновода и точкой его крепления. Сварочный выступ (выступает от образующей концентратора на 2–5 мм) является нерезонансным элементом произвольной формы. Свариваемые детали располагаются на массивной опоре. Технологические возможности такой механической колебательной системы ограничены относительно простыми формами изделий.

Более совершенной является модификация этой системы (*рис. 3, б*). Зона доступа в этом случае увеличена за счет применения резонансного звена и удлинения плеча поворота системы. Такими же возможностями обладают системы с продольно-поперечной схемой волноводов (*рис. 3, в*). Однако при этом следует отметить, что передача усилия сжатия посредством перемещения опорного элемента нерациональна. Опора перемещается вместе со свариваемыми изделиями. Изделия необходимо фиксировать дополнительным устройством. Такая кинематическая схема ограничивает верхний предел производительности сварочной машины. Колебательная система, приведенная на *рис. 3, г*, работает в сочетании с резонансной опорой, которая позволяет значительно увеличить рабочее простран-

ство у сварочного наконечника. Применяют также схему, показанную на *рис. 3, д*.

Габариты изделий, которые можно сварить, определяются и вылетом сварочного наконечника относительно корпуса машины. Этот размер зависит в основном от длины концентратора. Например, при частоте  $22 \pm 7,5$  кГц длина волны  $\lambda$  продольных колебаний равна примерно 250 мм. Построение колебательных систем с длиной волновода продольных колебаний, равной  $(2-3)\lambda$ , вполне приемлемо и достигает 750 мм. Сущность другого решения состоит в следующем. Обычно ножевые концентраторы, применяемые в механических колебательных системах, симметричны относительно своей продольной оси (*рис. 4, а*). Из-за симметричности концентратора существенно сокращается его рабочая зона. Для устранения этого недостатка используют волновод, одна из образующих которого — плоскость, параллельная его продольной оси (*рис. 4, б*). Такой волновод позволяет расширить технологические возможности ультразвуковой сварки. Упомянутая конструкция колебательной системы может обеспечить практически любой необходимый горизонтальный вылет сварочного наконечника из корпуса машины.

Применение асимметричного концентратора позволяет решать и другие технологические задачи. Концентратор на *рис. 4, в* используют в случаях, когда по условиям сварки требуется минимальное расстояние между наружными сторонами концентратора и опоры, а применение варианта, приведенного на *рис. 4, г*, целесообразно, когда необходим внутренний объем и минимальный наружный размер при заданной длине резонирующего стержня.

Технологические возможности шовной УЗС можно в некоторой степени сравнить с возможностями машины для контактной сварки. Шовная УЗС металлов может быть осуществлена колебательной системой со сварочным роликом в виде нерезонансного выступа (*рис. 5, а*). Однако применение ролика в виде нерезонансного выступа при шовной ультразвуковой сварке в ряде случаев нежелательно, так как возможности такого устройства весьма ограничены.

Применение в качестве излучателя ультразвука резонансного диска (*рис. 5, б*) позволяет увеличить технологические возможности шовной УЗС. Использование резонансного диска в качестве опоры (*рис. 5, в*) также повышает эффективность использования данного вида сварки.

Сварочный наконечник оказывает существенное влияние на качество сварных соединений, выполненных УЗС. Переменный нагрев и охлаждение, механические нагрузки и элементарное истирание в зоне контакта со свариваемым металлом приводит

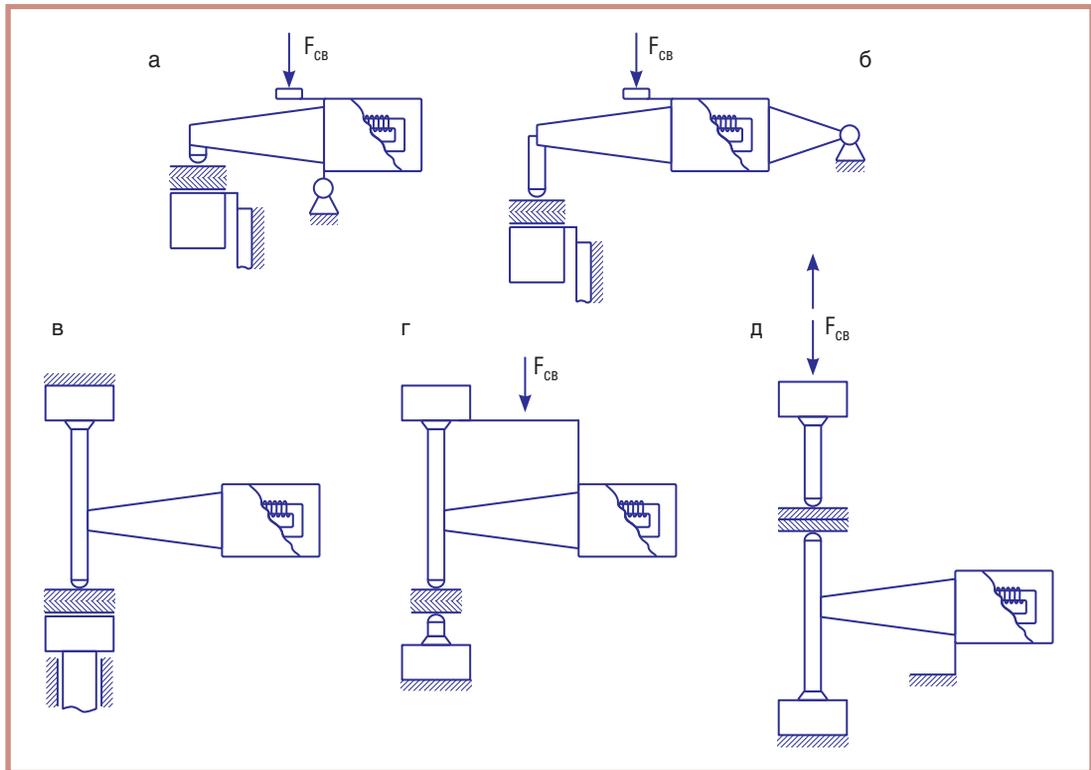


Рис. 3. Варианты механических колебательных систем для точечной сварки

к его интенсивному изнашиванию. Растрескивание и выкрашивание центра наконечника сказывается на качестве сварных соединений. Кроме того, в процессе сварки происходит налипание свариваемого материала на поверхность сварочного наконечника, что требует частой зачистки.

Для повышения износостойкости сварочных наконечников их изготавливают из износостойких сплавов и придают соответствующую форму: сферическую (рис. б, а), в виде усеченной сферы (рис. б, б), в виде усеченной конусообразной площадки (рис. б, в). В последнем случае на сварочном наконечнике предусматривают обжимную кромку К. Такую же обжимную кромку используют и в наконечниках, имеющих форму, показанную на рис. б, г.

Работа кромки заключается в следующем. В начале сварочного цикла наконечник внедряется в свариваемый ме-

талл, который пластически деформируется. После того как сварочный наконечник углубился на расстояние, равное высоте выступа, обжимная кромка под действием контактного давления обжимает по периметру резонирующего стержня свариваемые детали. Рекомендуемая форма наконечника для сварки металлов микротолщин показана на рис. б, д.

При правильном выборе формы и материала сварочного наконечника применительно к соединению конкретных материалов общее число точек, которое можно выполнить им, достигает 100 тыс.

Основными параметрами режима УЗС являются мощность колебательной системы, амплитуда и частота колебаний сварочного наконечника, контактное давление и время сварки.

Механическая мощность колебательной системы  $P_{\text{мех}}$  в режиме сварки имеет вид:

$$P_{\text{мех}} = 2(\pi f \xi_{\text{св}})^2 R_{\text{экв}},$$

$$\text{или } P_{\text{мех}} = \pi f \xi_{\text{св}} F_{\text{экв}},$$

где  $R_{\text{экв}}$  — эквивалентное, усредненное во времени активное сопротивление системы;  $f$  и  $\xi_{\text{св}}$  — частота и амплитуда смещения сварочного наконечника;  $F_{\text{экв}}$  — эквивалентная сила системы.

Из этих выражений следует, что мощность любого элемента колебательной си-

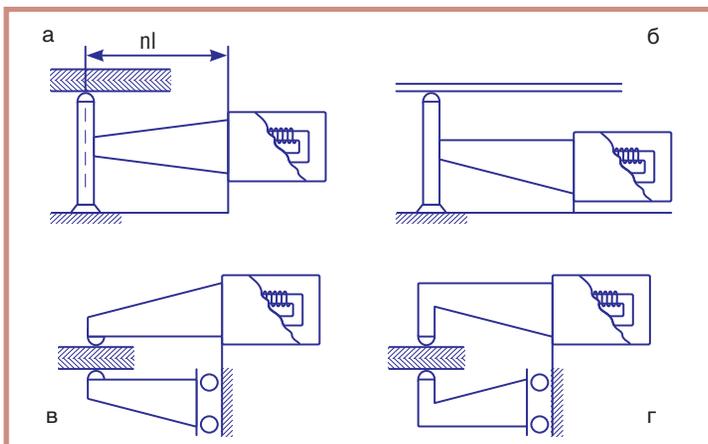


Рис. 4. Варианты использования асимметричного концентратора

стемы, в том числе и сварочного наконечника, характеризуется его частотой, амплитудой смещения и силой. Сила сварочного наконечника является параметром, обеспечивающим его заданную скорость. При равной мощности колебательных систем, чем больше амплитуда смещения сварочного наконечника, тем меньше эквивалентная сила и сопротивление такой системы.

При заданной механической мощности колебательных систем амплитуды смещения сварочных наконечников находятся в зависимости от коэффициента усиления концентратора (при прочих равных условиях). Эквивалентные силы таких систем будут обратно пропорциональны скорости смещения сварочных наконечников, а эквивалентные сопротивления — квадратам скорости.

С учетом вышесказанного очевидно, что основные параметры сварки (мощность системы, амплитуда колебаний сварочного наконечника  $\xi_{св}$  и контактное давление  $F_{св}$ ) взаимосвязаны. Увеличение  $\xi_{св}$  приводит к снижению оптимального значения  $F_{св}$  (рис. 7). При этом отмечают тенденцию к снижению механической прочности сварных соединений. Увеличение  $\xi_{св}$  без изменения  $F_{св}$  приводит к заземлению сварочного наконечника, а увеличение  $\xi_{св}$  с уменьшением  $F_{св}$  — к изменению характера контактирования сварочных материалов, увеличению амплитуды перемещений деталей относительно друг друга и других явлений, определяющих совсем иное течение процесса сварки.

Частота колебаний  $f$  определяется собственной частотой механической системы и является величиной, практически постоянной для данного оборудования. Частоту колебаний выбирают с учетом тол-

щины и свойств материалов. С уменьшением толщины свариваемых материалов желательно использовать более высокую частоту ультразвуковых колебаний, а с увеличением толщины — более низкую. В области низких частот будет находиться также оптимальный режим сварки материалов с низкой твердостью и низким пределом прочности.

Зависимость прочности точечных сварных соединений от времени сварки  $t_{св}$  при различных амплитудах колебаний сварочного наконечника  $\xi_{св}$  показана на рис. 8. Сварные соединения, выполненные точечной УЗС на оптимальных режимах, обладают высокой механической прочностью (табл. 2).

Шовная УЗС позволяет решать ряд весьма сложных технологических задач, но она менее изучена, чем точечная.

Зависимость прочности сварных соединений, выполненных шовной сваркой, от частоты  $f$  и скорости сварки показана на рис. 9. Спад прочности до уровня 0,7 от ее максимального значения происходит в достаточно широкой полосе частот. С увеличением скорости сварки эта полоса частот сужается.

Зависимость прочности сварного соединения от скорости сварки и контактного усилия показаны на рис. 10. Оптимальной скорости соответствует максимальная прочность шва. При скоростях, меньших оптимальных, прочность сварного соединения уменьшается из-за чрезмерно длительного воздействия ультразвуковых колебаний на свариваемые детали. Увеличение контактного усилия приводит к повышению прочности шва в результате некоторого зажатия кромки сварочного ролика и уменьшения интенсивности колебаний. При скоростях,

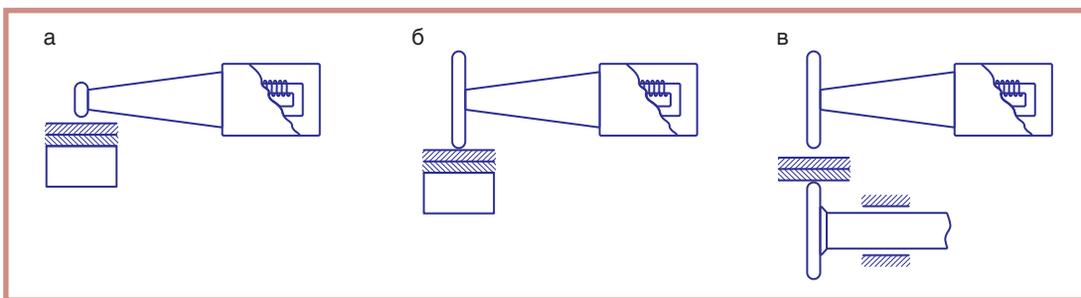


Рис. 5. Варианты построения механических колебательных систем для шовной сварки

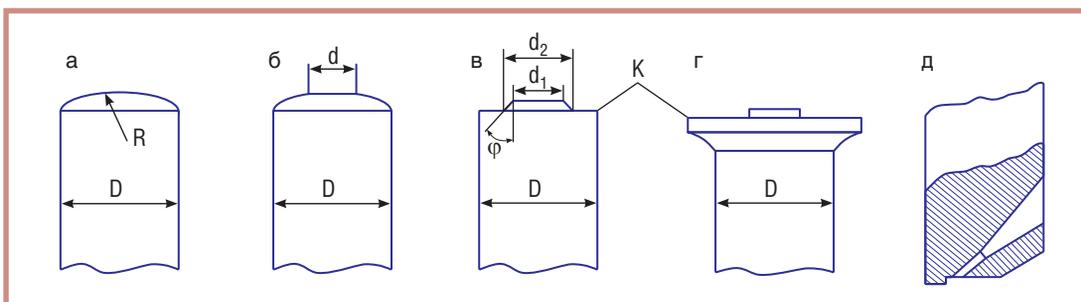


Рис. 6. Формы сварочных наконечников

больших оптимальной, воздействие ультразвуковых колебаний недостаточно по времени. Уменьшение контактного давления несколько компенсируется большей интенсивностью колебаний.

**Оборудование для ультразвуковой сварки металлов.**

В 1960–1985 гг. в СССР и за рубежом было создано большое количество машин для ультразвуковой сварки металлов, среди которых преобладали установки для точечной сварки (рис. 11). Наиболее известными в СССР были установки типа МТУ и КТУ, технические характеристики которых приведены в табл. 3.

Меньшее распространение получили установки для шовной ультразвуковой сварки В СССР для шовной ультразвуковой сварки металлов были разработаны установки типа МШУ-0,4, МШУ-1,5 и МШУ-4,0.

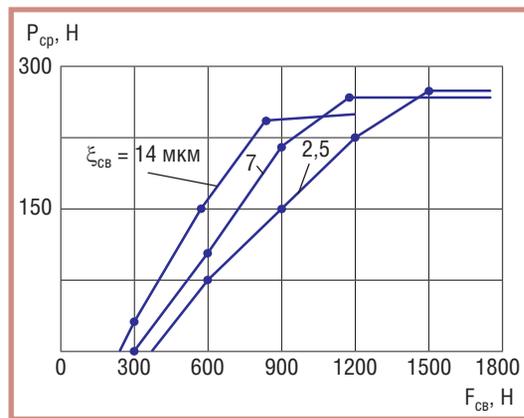
**Применение ультразвуковой сварки металлов.** УЗС имеет ряд достоинств:

- соединение выполняют без существенного нагрева места сварки (0,4–0,6 T<sub>пл.</sub>), что дает возможность соединять химически активные металлы или пары металлов, склонные образовывать хрупкие интерметаллические соединения в зоне сварки;
- возможность соединения тонких и ультратонких деталей, пакетов из фольги, приварки тонких листов и фольги к деталям неограниченной толщины;

- снижение требований к чистоте свариваемых поверхностей позволяет проводить соединение плакированных и оксидированных поверхностей, а также металлических изделий, поверхности которых покрыты различными изоляционными пленками;
- применение небольших сдвигающих усилий (100–2500 Н), вследствие чего деформация поверхности деталей в месте их соединения незначительна (вмятина, как правило, не превышает 5–10%);
- малая энергоемкость оборудования и несложность его конструкции (если, например, для контактной точечной сварки алюминия толщиной 1 мм необходима машина мощностью 100–150 кВт·А, то для ультразвуковой сварки аналогичного соединения потребляется всего 5–2,5 кВт·А);
- возможность питания нескольких сварочных головок от одного генератора и возможность выноса их на значительное расстояние;
- простота автоматизации процесса работы;
- высокие санитарно-гигиенические характеристики, в том числе отсутствие выплесков металла.

Отмеченные выше достоинства определяют области применения ультразвуковой сварки. Прежде всего, ее используют для соединения тонких деталей из однородных и разнородных материалов в приборостроении и радиоэлектронной промышленности. Речь идет о приварке токоподводов к сеткам аккумуляторов

Рис. 7. Прочность сварных соединений меди δ=0,2...0,2 мм при изменении амплитуды колебаний сварочного наконечника и контактного давления t<sub>св</sub> = 0,65 с



**Таблица 2. Механическая прочность точечных сварных соединений, выполненных ультразвуковой сваркой машинами типа МТУ**

Мощность, кВт	Материал	Толщина, мм	Время сварки, с	Усилие сжатия, Н	Число сварных точек	Число контрольных значений	Разрушающая нагрузка, Н
0,4	Л5Э + АО	0,35 + 0,065	0,5	350	100	100	16–23/16,7 отрыв по алюминиевой фольге
0,4	Л59 + АО	0,35 + 0,065	0,5	350	10000	10000	
1,5	Медь МО	0,2 + 0,2	0,63	1150	100	100	225–320/265
1,5	Медь МО	0,2 + 0,2	0,63	1150	5500	11	240–290/260
1,5	Медь МО	0,5 + 0,5	2,35	1350	10000	20	700–1040/800
1,5	Л59	0,2 + 0,2	0,9	1150	95	95	590–710/660
1,5	АЛ + АЛ	0,5 + 0,5	1,45	850	100	100	650–800/680
1,5	IX18Н9Т + А1	0,3 + 0,5	1,45	850	15	15	600–750/700
4,0	Медь МЗ	1,0 + 1,0	1,2	4400	25	25	2020–2800/2600
4,0	Медь МЗ	1,0 + 1,0	1,2	4400	10000	50	2190–3050/2570
4,0	Медь МЗ	1,0 + 1,0	1,2	4400	20000	40	2200–3450/2700

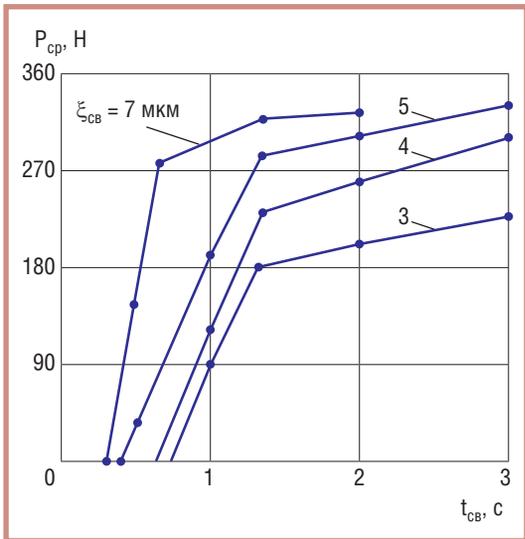


Рис. 8. Прочность сварных соединений меди  $\delta=0,2...0,2$  мм при изменении амплитуды колебаний сварочного наконечника и времени сварки

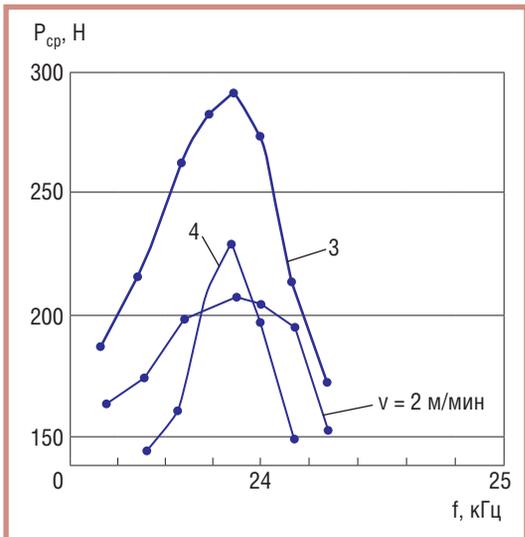


Рис. 9. Прочность сварных соединений алюминия  $\delta=0,2...0,2$  мм при шовной сварке при изменении частоты  $f$  и скорости сварки  $V$  ( $F_{св} = 50$  кГ)

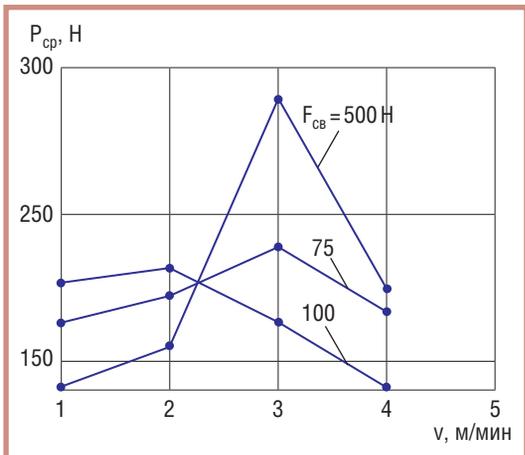


Рис. 10. Прочность сварных соединений алюминия  $\delta=0,2...0,2$  мм при шовной сварке при изменении контактного давления  $F_{св}$  и скорости сварки  $V$

Таблица 3. Техническая характеристика сварочных установок типа МТУ и КТУ

Параметр	Тип установок			
	МТУ-0,4	МТУ-1,5	КТУ-1,5	МТУ-4
Мощность, кВт	0,4	1,5	1,5	4,0
Частота, кГц	$22,0 \pm 7,5\%$	$22,0 \pm 7,5\%$	$22,0 \pm 7,5\%$	$18,0 \pm 7,5\%$
Контактное давление, Н	60–600	150–1500	150–1200	500–5500
Толщина свариваемых металлов (медь), мм	0,01–0,2	0,1–0,5	0,1–0,5	0,3–1,2
Производительность (количество точек в минуту)	До 60	До 60	До 60	До 30
Полезный вылет рабочего наконечника, мм	$120 \times 20$	$250 \times 60$	$50 \times 20$	$250 \times 60$
Масса машины (без генератора), кг	76	82	80	105

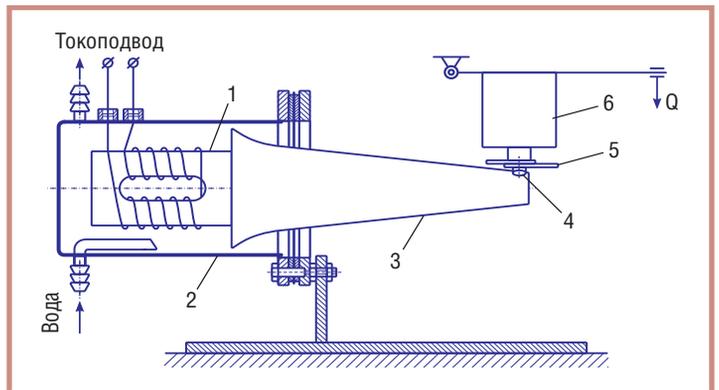


Рис. 11. Схема установки для точечной сварки ультразвуком: 1 — электромеханический преобразователь; 2 — металлический корпус; 3 — трансформатор упругих колебаний; 4 — сварочный наконечник; 5 — свариваемые детали; 6 — прижимная опора;

из различных сочетаний материалов (никель — никель, никель — сталь, сталь — сталь), токоподводов к трансформаторам и токоотводов к алюминиевым конденсаторам, сварке серебряных контактов с пружинами реле из бериллиевой бронзы, соединении концов проката при прокатке алюминиевой фольги и др.

Не ослабевает интерес к применению ультразвуковой сварки для соединения лакоизолированных проводников в электротехнике. Соединение лакоизолированной проволоки с различными контактирующими элементами обычно выполняют пайкой, контактной сваркой, механическими способами (зажатие клеммами или скобами), иногда лазерной сваркой. Ультразвуковой сваркой можно соединять лакоизолированную проволоку диаметром 0,3–2,0 мм с контактирующими элементами из медных сплавов. Лучшие результаты достигнуты при применении лаковой изоляции на основе эстеремиды, а также спекающихся лаков.

Проводятся работы по использованию ультразвуковой сварки для соединения тонколистовых алюминиевых сплавов при изготовлении автомобилей и в авиационной промышленности.

# Промышленный аутсорсинг

*В мировой практике очень хорошо понимают значение аутсорсинга для компаний-производителей и все больше передают вспомогательные процессы собственного производства в руки аутсорсинговых компаний. Аутсорсинг\* — понятие многогранное. Условно его можно разделить на два направления: производственный аутсорсинг и аутсорсинг бизнес-процессов. Последний развивается в нашей стране достаточно динамично и включает в себя логистику, маркетинговые исследования, ведение кадрового делопроизводства, бухгалтерское обеспечение, рекламу, обслуживание компьютерных сетей и пр. Украина занимает одно из лидирующих мест по предоставлению услуг аутсорсинга в области IT-технологий, call-центров, но производственный аутсорсинг в стране развит очень слабо.*

*Предприятие «Триада-Сварка» предоставляет свои мощности именно для промышленного аутсорсинга, и мы попросили директора компании К.В. Красносельского рассказать о своей деятельности.*

**Кор.:** Кирилл Витальевич, считаете ли вы актуальными такие виды услуг в производственном секторе?

**Красносельский К.В.:** Очевидно, что в будущем промышленному аутсорсингу будут уделять больше внимания — это реальная возможность подключать высокопрофессиональных специалистов со стороны для решения внутренних задач, доступ к передовому оборудованию с минимальными для заказчика расходами. Это — правильное перераспределение задач в производственном процессе, выделение главных и второстепенных направлений, гибкость деятельности, опыт партнерства, доверия и плечо предприятия-соседа.

**Кор.:** «Триада-Сварка» недавно на рынке подобных услуг, но уже прочно утвердилась в данной области, планируете и дальше развивать это направление?

**Красносельский К.В.:** В нынешней ситуации, когда экономика Украины находится не в самом благоприятном положении, мы вынуждены искать альтернативные пути развития. С мая 2014 года предприятие «Триада-Сварка» представляет свои промышленные мощности для аутсорсинга. Запущенный весной роботизированный комплекс «Мотоман» частично или целиком производит различные детали, передаваемые нам сторонними предприятиями. Мы работаем с предприятиями по всей стране. Наблюдая кризис мелких и средних производств, мы решили предложить интересное для обеих сторон взаимовыгодное сотрудничество. Требования к качеству выпускаемой

продукции ужесточаются, многие компании, выходя на внешние рынки, придерживаются определенных стандартов, и если ранее в планы предприятия-изготовителя входила автоматизация, роботизация производственных процессов, то сегодня они вынуждены притормаживать темпы технического развития и переоснащения. Но выдерживать качество обязаны. Поэтому услуга аутсорсинга, предложенная нашей компанией, оказалась как нельзя кстати.

**Кор.:** Можете привести примеры такого сотрудничества?

**Красносельский К.В.:** К примеру, для компании «Блеск Металл Сервис» — лидера рынка производства изделий из металла — мы выполнили сварку партии деталей «опора каретки» на нашем роботизированном комплексе. Они остались очень довольны качеством сварного шва. Для выполнения этого заказа мы спроектировали и изготовили специальный кондуктор на четыре детали, с помощью которого увеличили производительность. Пока робот варил две детали, установленные на кондукторе, с другой стороны кондуктора устанавливались еще две, затем кондуктор поворачивался и операция повторялась. Это позволило значительно сэкономить время и загрузить робот на сто процентов.

**Мысов В.Б., руководитель предприятия «Блеск Металл Сервис»:** Перед нами стояла задача обеспечить качественный сварной шов данного узла. Раньше мы выполняли подобные операции ручной дуго-



\* Аутсорсинг — передача сторонней организации определенных задач, бизнес-функций или бизнес-процессов, обычно не являющихся частью основной деятельности компании, но тем не менее, необходимых для полноценного функционирования бизнеса. Это могут быть функции разработки, производства, технической поддержки, администрирования, даже продаж товара высококвалифицированными специалистами сторонней фирмы.



вой сваркой, не всегда были довольны качеством шва, хотели увеличить количество изготавливаемых изделий. Так, сварщик за одну смену может сварить около сотни деталей, тогда как робот за ту же смену и на той же площади выдает до тысячи деталей. Это позволяет увеличить производство в десятки раз, а качество шва вне сомнений.

**Кор.:** То есть вы можете усилить производство.

**Мысов В. Б.:** Несомненно. Объемы продукции растут, но увеличивать сегодня производственные мощности мы не готовы. Поэтому работа в партнерстве с предприятием «Триада-Сварка» — отличное решение для нас.

**Кор.:** Кирилл Витальевич, это дорогое удовольствие? Как формируется цена?

**Красносельский К. В.:** Что касается этого заказа, цена формируется из трех составляющих: предприятие несет разовые затраты на изготовление кондуктора, плюс написание техпроцесса и программирование робота, плюс стоимость метра шва, которая не зависит от сложности детали. Разово потратившись на изготовление кондуктора и написание программы, при повторном обращении предприятие-заказчик платит только за метр шва.

Идея в том, что мы продаем сварной шов, то есть предлагаем сварку ваших деталей:

- на наших площадях
- нашим современным высокотехнологичным роботизированным сварочным комплексом
- нашими высококлассными специалистами.

Повторюсь, заказчик платит только за сварной шов! Остальное — наши заботы. Гарантируем 100% качественный сварной шов и 100% отсутствие брака.

**Кор.:** Повторно обращаются?

**Красносельский К. В.:** Конечно. Например, компания «Блеск Металл Сервис» уже неоднократно обращалась с заказами, мы выполняем заказы объемом в несколько тысяч деталей.

**Кор.:** Кирилл Витальевич, кроме непосредственно процесса сварки, какие виды услуг промышленного аутсорсинга Вы предлагаете?

**Красносельский К. В.:** «Триада-Сварка» на рынке сварочного оборудования работает более 20 лет. Наше предприятие — официальный интегратор промышленных роботизированных сварочных комплексов на базе оборудования YASKAWA MOTOMAN (Япония) и FRONIUS INTERNATIONAL (Австрия), официальный представитель фирмы ABICOR BINZEL (Германия), ASKAYNAK (Турция), у нас работают специалисты высочайшего класса в области сварки, прошедшие специальное обучение в европейских роботолaborаториях, где тестируются роботы мировых брендов. Поэтому спектр наших услуг очень широк: от сварки на наших роботизированных комплексах до подбора и поставки оборудования, консультаций по техническим и технологическим вопросам в области сварки, автоматизация производства в целом, роботизация.

«Триада-Сварка» предлагает заказчику визуализацию проектного задания с помощью лицензированной программы трехмерного моделирования, которая разработана специально для поддержки инженерных проектов.

Мы предлагаем весь комплекс услуг с внедрением и поставкой промышленных роботов в производство, начиная с изучения технического задания и заканчивая запуском РТК на территории заказчика и дальнейшим его обслуживанием. В это непростое время всегда готовы находить оптимальные решения для взаимовыгодного партнерства.

И еще хотелось бы подчеркнуть, что будущее Украины формируется сегодня каждым из нас. Мы верим в мощный экономический рост страны и считаем, что эффективное взаимодействие всех участников производственных процессов, внедрение передовых технологий, применение знаний и умений каждого из нас сделают нашу страну еще сильнее.



**ТРИАДА  
СВАРКА**  
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПОСТАВЩИК  
СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

69035, Запорожье,  
ул. 40-летия Советской Украины, 82, оф. 79  
тел. +380 61 220 00 79  
ф.: +380 61 233 10 58, +380 612 34 36 23  
e-mail: sales@triada-welding.com  
www.triada-welding.com



**RFA ROBOTICS**

● #1446

Публикуется  
на правах  
рекламы

# Выбор защитного газа при дуговой сварке

С. Т. Римский, В. И. Галинич, кандидаты техн. наук, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

*Развитие сварки плавлением как одного из важнейших технологических процессов в промышленности и строительстве тесно связано с разработкой способов защиты расплавленного металла от воздуха.*

Большинство промышленных металлов, в том числе и конструкционных сталей, при дуговой сварке в защитных газах взаимодействуют с кислородом и азотом и образуют химические соединения, которые или растворяются в жидком в металле, ухудшая его качество, или выделяются на поверхности шва в виде островков шлака (рис. 1). Поэтому весьма важно обеспечить надежную защиту зоны сварки от доступа воздуха. Особенно тщательной должна быть защита при сварке сталей, содержащих химически активные элементы (Ti, Al, Si, Mn и др.). Кроме окисления кислородом воздуха, жидкий металл может окисляться водяным паром, диоксидом углерода и другими кислородсодержащими газами, присутствующими в зоне сварки.

Новые перспективы применения способа сварки сталей в активных защитных газах открыло использование смесей аргона с окислительными газами  $\text{CO}_2$  и  $\text{O}_2$ . Наибольшее распространение получили смеси  $\text{Ar} + \text{CO}_2$ ,  $\text{Ar} + \text{CO}_2 + \text{O}_2$  и  $\text{Ar} + \text{O}_2$ . В зависимости от класса свариваемых сталей в составе смесей газов на основе аргона может присутствовать 0,5–8%  $\text{O}_2$  и 3–25%  $\text{CO}_2$ .

Применение окислительных газовых смесей на основе аргона при сварке плавящимся электродом позволило устранить или свести к минимуму многие из общеизвестных недостатков, свойственных процессу сварки в чистом  $\text{CO}_2$ , в частности, обеспечить значительное снижение разбрызгивания и набрызгивания электродного металла, улучшить формирование швов, уменьшить удельный расход электродной проволоки на единицу длины шва, улучшить механические свойства металла шва и повысить его стойкость к зарождению и распространению хрупких разрушений.

Промышленное применение дуговой сварки плавящимся электродом в защитных газах постоянно расширяется,

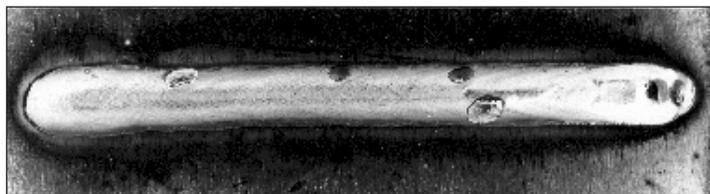


Рис. 1. Внешний вид сварного шва, выполненного в смеси  $\text{Ar} + 20\% \text{CO}_2$  проволокой Св-08Г2С диаметром 1,2 мм при  $I_{\text{св}} = 260 \text{ А}$ ,  $U_{\text{д}} = 28 \text{ В}$

и есть основания полагать, что эта тенденция сохранится в будущем. Отечественный и иностранный опыт показывают, что дуговая сварка в защитных газах доминирует среди других способов сварки плавлением, причем сохраняется тенденция замены ручной сварки покрытыми электродами механизированными способами. С этой точки зрения перспективными отраслями, где осваиваются новые виды металлоемкой продукции и ожидаются связанные с этим инвестиции, являются автомобильная, авиационная промышленность, скоростной железнодорожный транспорт и, в меньшей степени, судостроение. Изменения в номенклатуре свариваемых материалов, требования к обеспечению высокого качества сварных соединений и конструкций, повышению производительности сварочных работ и приемлемых показателей сварочных процессов с точки зрения гигиены и экологии являются главными факторами, влияющими на объемы использования и ассортимент применяемых защитных газов.

Типичная структура себестоимости сварочных работ при сварке в защитных газах плавящимся электродом включает затраты на защитный газ (5%) и проволоку (15%), а оплата труда составляет 80%. В связи с этим использование более дорогого защитного газа (например, смеси газов на основе аргона вместо  $\text{CO}_2$ ) вполне оправдано, поскольку обеспечиваемое в результате такой замены повышение производительности труда (т.е. снижение затрат на зарплату сварщиков) компенсирует повышение стоимости защитного газа.

Наряду с технологическими и экономическими преимуществами процесс сварки в смесях газов на основе аргона характеризуется и улучшенными гигиеническими и экологическими показателями по сравнению с показателями при сварке в  $\text{CO}_2$  (в зоне дыхания сварщика и воздухе рабочих помещений выделяется меньше пыли и токсичных газов). Благодаря снижению

уровня вредных выбросов при сварке, помимо социального эффекта (уменьшения заболеваемости рабочих), появляется возможность снижения интенсивности общеобменной и местной вентиляции, т.е. уменьшения установленных мощностей вентиляционных установок и соответственно затрат на электроэнергию и обслуживание. Несколько более высокий уровень удельных выделений озона при сварке в аргоновых смесях не является препятствием для применения этого процесса, поскольку соблюдение оптимальных режимов сварки и использование обычных средств защиты обеспечивают концентрацию озона в зоне дыхания сварщика ниже уровня предельно допустимой концентрации.

Применение в качестве защитного газа смесей

аргона с окислительными газами  $O_2$  и  $CO_2$  позволяет устранить многие технологические недостатки, присущие процессу сварки в чистом аргоне и углекислом газе, расширив тем самым область применения механизированной сварки плавящимся электродом. Опыт, накопленный в ИЭС им. Е.О. Патона и за рубежом, показывает, что такими защитными смесями являются  $Ar + O_2$ ,  $Ar + CO_2$  и  $Ar + O_2 + CO_2$ , которые применяют в основном при сварке сталей. Состав защитных газов, используемых для сварки различных материалов, и способы сварки приведены в *табл. 1*.

Указанные в этой таблице чистые газы и их смеси обладают рядом важных сварочно-технологических свойств.

**Таблица 1. Защитные чистые газы и газовые смеси для сварки различных материалов**

Состав, объемное содержание, %						Способ сварки	Область применения*	Свариваемый материал
Ar	He	CO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>			
<b>Чистые газы</b>								
100	—	—	—	—	—	ТИГ	•	Медь, алюминий, титан, молибден и другие цветные, активные и тугоплавкие металлы и их сплавы, низко- и высоколегированные коррозионностойкие хромистые стали
				—	—			
—	100	—	—	—	—	ТИГ	○	Медь, алюминий и другие цветные металлы сплавы
—	—	100	—	—	—	МАГ	•	Углеродистые и низколегированные стали
				—	—			
—	—	—	—	—	100	МАГ	▼	Медь и медные сплавы
<b>Двухкомпонентные смеси</b>								
70	30	—	—	—	—	ТИГ	▼	Алюминий и другие цветные металлы, низко- и высоколегированные хромоникелевые стали
96–98	—	—	2–4	—	—	МАГ	▼	Низко- и высоколегированные стали
90–92	—	—	8–10	—	—	МАГ	○	Углеродистые и низколегированные стали
97–98	—	2–3	—	—	—	МАГ	•	Легированные и высоколегированные стали
75–90	—	10–25	—	—	—			Углеродистые и низколегированные стали
90–95	—	—	—	5–10	—	МИГ	▼	Высоколегированные хромоникелевые стали
85–90	—	—	—	—	10–15	МИГ	▼	Медь и медные сплавы
<b>Трехкомпонентные смеси</b>								
50–69	30–45	—	1–5	—	—	МАГ	▼	Высоколегированные хромоникелевые стали
55–67	30–40	3–5	—	—	—	МАГ	▼	Высоколегированные хромоникелевые стали повышенной прочности
70–87	—	10–25	3–5	—	—	МАГ	•	Углеродистые и низколегированные стали
65	25	—	—	10	—	МАГ	▼	Высоколегированные коррозионностойкие хромоникелевые стали
60	30	—	—	—	10	МАГ	▼	Медь и медные сплавы
<b>Четырехкомпонентные смеси</b>								
76	20	3	—	1	—	МАГ	○	Высоколегированные коррозионностойкие хромоникелевые стали
65	26,5	8	0,5	—	—	МАГ TIME	▼	Марганцовистые низколегированные мелкозернистые стали повышенной прочности и хромоникелевые стали

\* • — широко применяются; ▼ — ограничено; ○ — редко

Диоксид углерода долгое время использовался преимущественно в странах Восточной Европы и развивающихся странах благодаря его относительно низкой стоимости и доступности. Однако такие существенные недостатки сварки в  $\text{CO}_2$  серийной кремнемарганцевой проволокой, как повышенный уровень разбрызгивания и набрызгивания электродного металла, узкое и глубокое проплавление основного металла с высоким валиком, не всегда удовлетворительные показатели механических свойств металла шва, особенно его ударной вязкости при отрицательных температурах, стали причиной того, что в последнее время и в этих странах наблюдаются устойчивые тенденции к вытеснению  $\text{CO}_2$  смесями газов на основе аргона в тех отраслях, где уделяется повышенное внимание показателям качества металла шва и сварных соединений. Среди промышленно развитых стран только в Японии сохраняются устойчиво высокие объемы применения сварки в  $\text{CO}_2$  (около 70% общего объема сварочных работ, выполняемых механизированной сваркой в защитных газах). Поскольку эта страна с весьма ограниченными энергетическими ресурсами, по-видимому, повышенная энергоемкость производства аргона по сравнению с  $\text{CO}_2$  является основной причиной того, что работы по устранению недостатков процесса сварки в  $\text{CO}_2$  в Японии ведутся в направлении совершенствования источников питания или использования новой сварочной проволоки как сплошного сечения, так и порошковой.

Необходимо отметить, что процесс сварки в  $\text{CO}_2$  весьма чувствителен к изменениям параметров режимов сварки. Для удовлетворительного формирования швов и снижения потерь металла на разбрызгивание сварку в  $\text{CO}_2$  предпочтительнее выполнять проволокой малого диаметра (0,8–1,4 мм) или на малых токах (с короткими замыканиями) и больших токах (погруженной дугой), минуя режимы с крупнокапельным переносом электродного металла (рис. 2, б), на которых отмечается максимальное разбрызгивание. Например, для проволоки диаметром 2,0 мм неблагоприятные режимы находятся

в диапазоне  $280 \text{ A} \leq I_{\text{св}} \leq 400 \text{ A}$ ,  $28 \text{ В} \leq U_{\text{д}} \leq 32 \text{ В}$ . К сожалению, такие рекомендации на практике трудно выполнить, поскольку в производственных условиях для обеспечения высокой производительности и оптимального тепловложения при сварке металлов средних толщин требуются именно средние токи и проволока диаметром 1,0–1,2 мм.

Аргон является наиболее широко используемым компонентом защитных газовых смесей преимущественно при сварке ТИГ цветных, активных и тугоплавких металлов (Cu, Al, Ni, Mo и др.) и их сплавов, а также легированных и высоколегированных сталей. Сварка МИГ в аргоне углеродистых и низколегированных сталей не находит заметного применения вследствие неудовлетворительного переноса электродного металла через дугу и образования подрезов при ее блуждании по поверхности металла. При этом сварные швы склонны к образованию пор, вызываемых азотом, водородом и оксидом углерода. Низкий потенциал ионизации аргона (15,75 эВ) обеспечивает стабильное горение дуги при низком напряжении, облегчает ее возбуждение и повышает устойчивость. Плазма дуги в аргоне имеет высокоэнергетическую внутреннюю сердцевину и наружную зону с меньшим уровнем выделяемой энергии, что приводит к нежелательному образованию пальцеобразной формы проплавления (рис. 2, з).

Гелий среди газов, применяемых при сварке, занимает второе место по плотности (0,178 кг/м<sup>3</sup>) после водорода (0,083 кг/м<sup>3</sup>). По сравнению с аргоном (1,784 кг/м<sup>3</sup>) гелий имеет более высокую теплопроводность, что обеспечивает равномерное распределение энергии по сечению столба дуги, позволяющее получать глубокое и широкое проплавление параболической формы, небольшое усиление шва с плавным переходом к основному металлу. Из-за высокого потенциала ионизации гелия (24,58 эВ) нужно поддерживать повышенное напряжение дуги по сравнению с напряжением при сварке в аргоне при той же длине дуги и сварочном токе. Поэтому гелий, как правило, применяют в смесях с аргоном при сварке алюминия и других

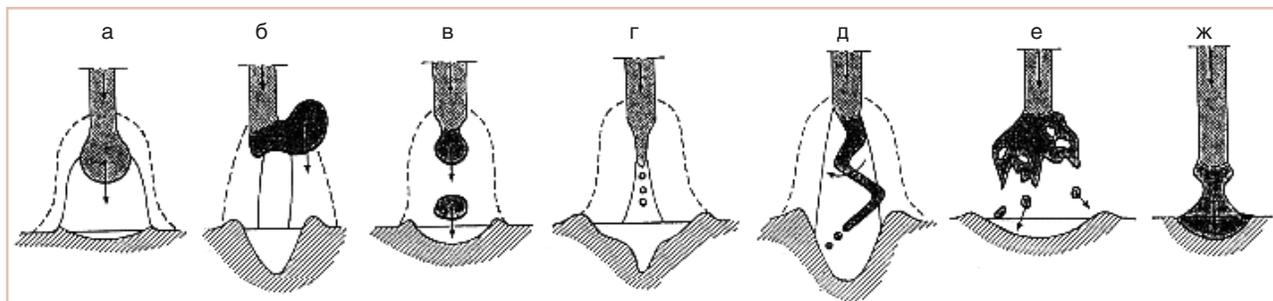


Рис. 2. Влияние типа переноса электродного металла на форму проплавления по классификации Международного института сварки: а — капельный; б — крупнокапельный; в — мелкокапельный; г — струйный; д — струйно-вращательный; е — со взрывом капли (проволока неудовлетворительного качества); ж — с короткими замыканиями

материалов в тех случаях, когда требуется высокая концентрация нагрева в зоне сварки.

Долгое время мировой рынок гелия был небольшим и стабильным. Однако благодаря новым разработкам технологии сварки в защитных газах открылись перспективы расширения объемов его применения. Это связано с использованием высокопроизводительных процессов сварки различных материалов в гелийсодеждающих газовых смесях, например,  $Ar + He$ ,  $Ar + He + CO_2$ , а также сварки дугой прямого действия металлическим электродом в ионизированных защитных газах с высокой плотностью энергии (процесса ТИМЕ — от англ. transferred ionized molten energy). Использование таких процессов, предусматривающих применение защитного газа повышенной стоимости, особенно актуально для стран с высоким уровнем оплаты труда в промышленности, поскольку повышение стоимости защитного газа компенсируется уменьшением доли зарплаты в общей себестоимости сварочных работ за счет заметного повышения производительности труда сварщика.

*Кислород* как один из компонентов защитных газовых смесей используют в небольших количествах (от долей процента до нескольких процентов) для активации металлургических процессов при сварке сталей, он также может присутствовать как примесь в объеме 3–5% при использовании в качестве одной из составляющих смеси газов так называемого сырого аргона, (т.е. очищенного в достаточной степени от примеси азота и других газов в процессе производства на установке по разделению воздуха, но не очищенного от кислорода).

*Смеси  $Ar + O_2$* . Улучшить процесс сварки и избавиться от некоторых недостатков, связанных с применением чистого аргона, можно путем добавки к нему кислорода. Добавка к аргону 3–5%  $O_2$  и применение сварочной проволоки, легированной кремнием и марганцем, позволяет повысить стойкость к образованию пор в швах на спокойной, полуспокойной и кипящей стали. Наличие в аргоне кислорода практически не изменяет форму дуги, однако значительно улучшает стабильность ее горения и благоприятно влияет на характер переноса электродного металла, а вследствие снижения его поверхностного натяжения число капель, переносимых в единицу времени, возрастает. Мелкокапельный (струйный) перенос достигается при значительно меньшей силе сварочного тока по сравнению с силой тока в случае использования чистого аргона при практически полном отсутствии разбрызгивания.

Содержание кислорода в смеси  $Ar + O_2$  может изменяться от 0,5 до 5,0%. Для сварки углеродистых и низколегированных сталей оптимальное содержание кислорода в смеси составляет 3–5%. Эта смесь

обеспечивает хороший внешний вид швов и высокий уровень механических свойств металла шва, особенно ударной вязкости при отрицательных температурах. При содержании более 5% кислорода резко возрастают потери легирующих элементов, а технологические характеристики процесса сварки остаются без изменений. Вместе с тем смесь  $Ar + O_2$  так же, как и чистый  $CO_2$ , не применима при сварке неплавящимся электродом ввиду разрушения последнего и загрязнения металла шва оксидами вольфрама.

Смеси  $Ar + O_2$ , содержащие минимальное количество кислорода (1–2%), имеют ограниченное применение при сварке ферритных сталей и в основном используются для сварки аустенитных сталей. Это можно объяснить тем, что, во-первых, их получают путем смешивания дорогостоящих чистых газов и, во-вторых, смеси с малым содержанием кислорода вызывают те же недостатки при сварке, что и чистый аргон (узкое проплавление основного металла в корне шва; низкая стойкость швов к порообразованию; блуждание дуги по свариваемым кромкам, приводящее к подрезам и несплавлениям; интенсивное тепловое и световое излучение дуги; выделение озона в зоне дыхания сварщика выше допустимой концентрации). Все эти недостатки особенно четко проявляются при сварке со струйным переносом и достаточно длинной дугой, поэтому применение аргоно-кислородной смеси с малыми добавками кислорода для сварки углеродистых и низколегированных сталей экономически и технически не оправдано.

*Смеси  $Ar + CO_2$* . Применение смесей этих газов было вызвано стремлением найти защитную среду, которая сочетала бы преимущества аргона, углекислого газа и аргоно-кислородной смеси.

Форма дуги и характер переноса электродного металла при сварке в смесях  $Ar + CO_2$  существенно зависят от состава смеси. При одном и том же режиме сварки в смесях с различным содержанием  $CO_2$  перенос электродного металла может быть капельным без коротких замыканий (*рис. 2, а*) или с короткими замыканиями дугового промежутка (*рис. 2, ж*), мелкокапельным (*рис. 2, в*) и струйным (см. *рис. 2, г*). При содержании 20%  $CO_2$  и более при силе тока выше критического значения форма проплавления основного металла изменяется и пальцеобразный провар (см. *рис. 2, з*) исчезает. При содержании в смеси свыше 35–40%  $CO_2$  процесс во многом похож на сварку в чистом  $CO_2$ , однако уровень разбрызгивания при этом ниже.

Улучшение формирования шва при применении смесей  $Ar + 20...25\% CO_2$  наблюдается в широком диапазоне режимов. Высота усиления заметно ниже, чем при сварке в  $CO_2$ , валик имеет плавный

переход к основному металлу, а в диапазоне токов, при которых происходит струйный (мелкокапельный) перенос, формируется мелкочешуйчатая поверхность, как на швах, сваренных под флюсом (см. рис. 1). Благоприятная форма шва, малая высота усиления и пониженный уровень потерь электродного металла на разбрызгивание обеспечивают заметное уменьшение расхода электродной проволоки на единицу длины шва.

Рекомендации по оптимальному составу смесей Ag + CO<sub>2</sub> зарубежных фирм, производящих газовые смеси, противоречивы. По-видимому, это обусловлено в основном жесткой борьбой за рынки сбыта и патентными соображениями, а также различиями в химическом составе применяемых сталей и сварочной проволоки. В Европе под различными торговыми названиями широко распространена смесь Ag + 10...15% CO<sub>2</sub>. Однако накопленный опыт показал, что оптимальной следует считать смесь Ag + 20% CO<sub>2</sub>, которая обладает наилучшим сочетанием технологических и металлургических свойств. При ее применении можно избежать характерной для аргона пальцеобразной

формы проплавления, приводящей к несплавлениям и порам, а также типичного для углекислого газа узкого и глубокого проплавления, опасного с точки зрения образования трещин в швах.

Соединения конструкционных сталей, сваренные в защитных газовых смесях на основе аргона стандартной проволокой, обычно применяемой для сварки в CO<sub>2</sub> (Св-08Г2С и Св-08ГС по ГОСТ 2246-70), отличаются высокими показателями механических свойств (табл. 2). Особенно следует отметить значения ударной вязкости металла швов при отрицательных температурах, а также показатели стойкости металла швов, сваренных в смеси Ag + CO<sub>2</sub>, к зарождению и развитию хрупкого разрушения. Улучшение механических и служебных свойств швов и соединений, выполненных в смесях на основе аргона, происходит в результате снижения содержания кислорода в швах, образования благоприятной микроструктуры металла с преобладанием игольчатого феррита и удовлетворительного формирования швов. Показатели хладостойкости швов на уровне значений для соединений, сваренных при повышенном удельном тепловложении с использованием аргоновых смесей, невозможно получить при сварке в CO<sub>2</sub> в аналогичных условиях (рис. 3). В целом наши данные и результаты, опубликованные другими исследователями, свидетельствуют о том, что показатели механических свойств металла швов, выполненных в газовых смесях на основе аргона, соответствуют требованиям, предъявляемым к соединениям и конструкциям, работающим в условиях отрицательных температур, динамических нагрузок и других неблагоприятных факторов.

Недостатком смеси Ag + CO<sub>2</sub> является ее повышенная цена по сравнению с ценой чистого CO<sub>2</sub> и смеси Ag + O<sub>2</sub>. Обусловлено это тем, что смесь получают из чистых газов, и в отличие от аргоно-кислородной смеси, ее нельзя получить непосредственно при разделении воздуха на воздуходелительных установках. Технически и технологически приемлемым способом удешевления аргоновых смесей с CO<sub>2</sub> является использование в качестве исходных компонентов смеси «сырого аргона», содержащего до 5% O<sub>2</sub>.

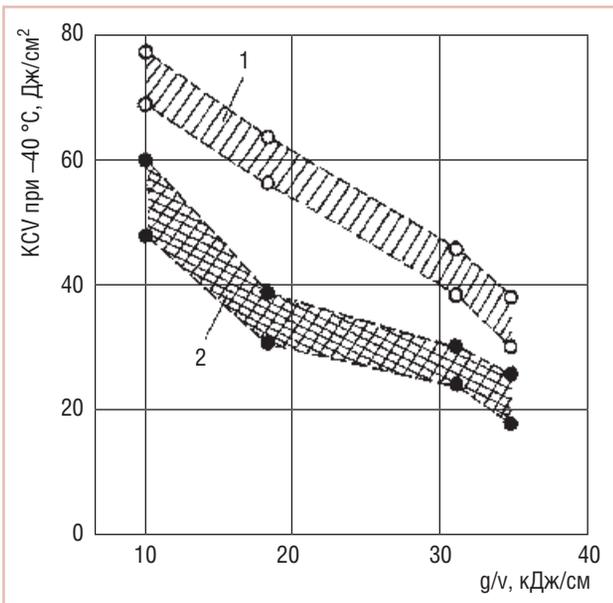


Рис. 3. Влияние погонной энергии сварки на ударную вязкость металла швов, выполненных на стали 09Г2С проволокой Св-08Г2С в смеси Ag + 20% CO<sub>2</sub> (1) и чистом CO<sub>2</sub> (2)

Таблица 2. Механические свойства металла швов, выполненных в смеси Ag + 25% CO<sub>2</sub> проволокой Св-08Г2

Основной металл	Диаметр проволоки, мм	I <sub>св</sub> , А	U <sub>др</sub> , В	σ <sub>T</sub> , МПа	σ <sub>B</sub> , МПа	δ <sub>5</sub> , %	Ψ, %	КСУ (Дж/см²) при T, °С		
								+ 20	- 20	- 40
09Г2С (d = 12 мм)	2,0	400–420	30–32	390	550	26	63	145	67	47
15Г2АФ (d = 16 мм)	1,6	340–360	28–30	556	678	26	60	105	51	46
10ХСНД (d = 20мм)	2,0	380–410	28–30	540	650	28	62	145	66	44
09Г2 (d = 20мм)	1,6	360–390	28–29	486	592	29	69	153	81	57

**Примечания:** 1. Механизированная сварка выполнялась на постоянном токе обратной полярности. 2. Расход защитного газа 18–22 л/мин. 3. Указаны средние значения по результатам испытаний 3–5 образцов.

Смеси  $Ar + O_2 + CO_2$  получили широкое распространение в Германии и Великобритании. Смесь Soxogen ( $Ar + 5\% O_2 + 15\% CO_2$ ) обладает меньшей окислительной способностью и лучшими технологическими свойствами, чем чистый  $CO_2$ . При сварке углеродистых и низколегированных сталей сварочной проволокой, раскисленной марганцем и кремнием, достигаются такие преимущества по сравнению со сваркой в  $CO_2$ , как меньшее разбрызгивание электродного металла, лучший внешний вид шва, пониженная склонность швов к образованию пор и горячих трещин. Механические свойства металла шва и сварного соединения такие же, как при сварке в смеси  $Ar + 20...25\% CO_2$ , а ударная вязкость швов, сваренных в этой смеси, выше.

В связи с тем, что сварка в защитных газах плавящимся электродом в Европе является доминирующим процессом, основное внимание уделяется вопросам выбора состава защитного газа. Критериями его оптимизации являются уровень разбрызгивания, количество приварившихся брызг и шлака на поверхности основного металла, формирование шва (форма проплавления и внешний вид). На основании этих подходов предлагается использовать для сварки углеродистых и низколегированных сталей слабоокислительные смеси на основе аргона с небольшим содержанием окислительных газов (1–4%  $O_2$  и до 10%  $CO_2$ ). Необходимо также учесть, что при сварке этих сталей в слабоокислительных смесях на основе аргона проявляются все недостатки чистого аргона, отмеченные выше.

Для условий промышленности Украины слабоокислительные смеси на основе аргона при сварке углеродистых и низколегированных сталей не могут быть защитными газами общего назначения, поскольку самые распространенные в стране марки сварочной проволоки Св-08Г2С и Св-08ГС имеют более высокий уровень легирования по сравнению с применяемыми в Европе марками проволоки аналогичного назначения (SG-1, SG-2, SG-3, DIN 8559). Кроме того, в сварочном производстве европейских стран используют проволоку малых диаметров и более умеренные режимы сварки по сравнению с применяемыми в Украине. Накопленный опыт показал, что для отечественного сварочного производства желательнее ограничивать ассортимент защитных газов одним-двумя составами универсального назначения. Такими смесями, получившими распространение, являются  $Ar + 20...25\% CO_2$  и  $Ar + 3...5\% O_2 + 20...25\% CO_2$ . Они имеют оптимальное сочетание сварочных характеристик, умеренную стоимость и позволяют решать большинство технологических задач при

механизированной сварке сталей общего назначения даже в тех случаях, когда сварщики нарушают предписанные параметры режима.

Сварка в аргоновых смесях в отличие от сварки в  $CO_2$  дает возможность использовать импульсно-дуговой процесс, с управляемым мелкокапельным переносом и частотой отрыва капель, соответствующей частоте наложения импульсов тока. Мелкокапельный перенос происходит при более низком среднем значении силы сварочного тока по сравнению с условиями, без наложения импульсов (табл. 3). Применение ИДС позволяет использовать проволоку одного и того же диаметра для многих вариантов технологии, тогда как при сварке без импульсов обычно предусматривают применение проволоки различных диаметров в зависимости от толщины свариваемого металла, его теплофизических свойств, пространственного положения шва и других показателей.

По мере перехода к новым экономическим отношениям и структурам, и их развития в промышленности Украины будут расширяться области применения механизированной сварки плавящимся электродом в окислительных смесях газов на основе аргона взамен чистого  $CO_2$ . Однако данные по применению газовых смесей при сварке сталей разрознены, и ими трудно руководствоваться в практической деятельности. В связи с этим необходимые данные по технологии и технике механизированной сварки сталей в наиболее распространенной смеси  $Ar + CO_2$  представлены в работе: Римский С. Т. Руководство по технологии механизированной сварки в защитных газах. — Киев: Экотехнология, 2006. — 60 с.

Наибольший технико-экономический эффект сварка сталей в защитных смесях на основе аргона обеспечивает в следующих областях:

- производство металлоконструкций, которые по условиям работы не должны иметь приваренных брызг;
- производство металлоконструкций ответственного назначения, эксплуатируемых при отрицательных температурах и знакопеременных динамических нагрузках;

**Таблица 3. Критический сварочный ток перехода к струйному переносу электродного металла при сварке в смеси  $Ar + 20\% CO_2$  проволокой Св-08Г2С**

Диаметр проволоки, мм	Критический сварочный ток, А		
	Обратная полярность	Прямая полярность	ИДС
1,0	240	—	160
1,2	260	350	180
1,4	280	380	210
1,6	340	420	240
2,0	400	460	—

- многопроходная сварка стыковых и угловых соединений на толстолистовом металле;
- сварка швов малого сечения на повышенной скорости;
- сварка изделий на поточных автоматизированных линиях с использованием роботов и автоматов.

Смеси  $Ar + He + CO_2$ , в которых аргон является основным компонентом, используют при сварке стационарной и импульсной дугой, а смеси с преобладающим (60–80%) содержанием гелия — при сварке с короткими замыканиями. В промышленно развитых странах находят применение различные составы газовых смесей с гелием (объемное содержание, %:  $69...55 Ar + 40...30 He + 3...5 CO_2$ ), обеспечивающие хорошие технологические показатели, в частности, повышение производительности при сварке толстого металла, широкое и глубокое проплавление основного металла, улучшение формирования и внешнего вида швов. Основная особенность сварки в защитных смесях  $Ar + He + CO_2$  — это высокая производительность процесса на режимах со струйно-вращательным переносом электродного металла (см. рис. 2, д). Такой перенос происходит при использовании сварочной проволоки диаметром 1,0–1,2 мм, скорости ее подачи до 50 м/мин и источника питания с хорошими динамическими характеристиками.

Смеси  $Ar + He + CO_2 + O_2$  требует особой технологии, источников питания и механизмов подачи проволоки. Так, для TIGE процесса используют смесь газов с объемным содержанием: 65%  $Ar + 26,5\% He + 8\% CO_2 + 0,5\% O_2$ , обеспечивающую высокую скорость плавления проволоки (до 25 кг/ч) при скорости ее подачи до 50 м/мин и силе сварочного тока около 600 А. Известны также такие высокопроизводительные способы, как

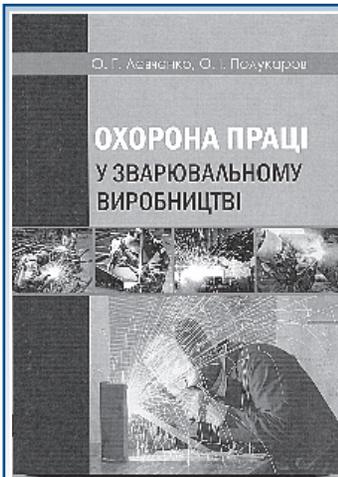
Rapid Arc и Rapid Melt, которые выполняются в защитных смесях с гелием (объемное содержание, %:  $(65...60) Ar + (25...30) He + 10CO_2$ ), при использовании которых скорость подачи проволоки превышает классический предел 20 м/мин и обеспечиваются различные виды переноса электродного металла, включая струйно-вращательный (рис. 2, д).

Строгие ограничения на состав газовой среды, предусмотренные технологическими рекомендациями TIGE процесса, не обоснованы, поскольку близкие показатели производительности и качества можно получить при использовании более дешевых и простых в изготовлении газовых смесей на основе аргона без гелия, например,  $Ar + CO_2 + O_2$ , и тщательном подборе и корректировании параметров режима.

В настоящее время известно много различных способов дуговой сварки в защитных газах, с помощью которых можно выполнить одну и ту же работу. Однако получаемые при этом технико-экономические результаты будут различными в зависимости от условий производства и особенностей конструкций. Каждый из способов сварки имеет определенные технологические возможности, и применим для конкретного вида сварочных работ, поэтому при выборе оптимального состава защитного газа и способа сварки необходимо иметь полное представление об особенностях и возможностях каждого из способов и учитывать их, исходя из конкретных условий производства. Большое влияние при этом могут оказывать варианты механизации и автоматизации сварки, особенно при широком наборе существующих в настоящее время типов манипуляторов и позиционеров, а также роботов и систем регулирования с компьютерным управлением.

● #1447

## НОВАЯ КНИГА



О. Г. Левченко, О. І. Полукаров. **Охорона праці у зварювальному виробництві:** Навчальний посібник. — К.: Основа, 2014. — 352 с.

Уперше в одному навчальному посібнику представлено нормативно-правові й організаційні основи охорони праці; характеристика умов праці під час виконання зварювальних робіт; виробнича санітарія; безпека праці й протипожежна безпека у зварювальному виробництві. Посібник відповідає програмі навчання студентів зварювальних спеціальностей у вищих навчальних закладах з підготовкою фахівців зі зварювання й споріднених технологій, має гриф Міністерства освіти й науки України (лист № 1/11–18194 від 27.11.2013).

Наведено відомості про шкідливі і небезпечні фактори зварювального процесу; шкідливі речовини, які утворюються при дуговому зварюванні; гігієнічні характеристики способів зварювання; технологічні способи мінімізації виділень шкідливих речовин під час зварювання; системи вентиляції для робочих місць зварників; проблеми електромагнітної безпеки; засоби індивідуального захисту тощо.

Видання розраховане на інженерно-технічних працівників зварювального виробництва, фахівців з охорони праці, безпеки життєдіяльності, гігієни й екології.



# Нормативно-правова база охорони праці в Україні \*

О. Г. Левченко, д-р техн. наук, Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України

*Правові та організаційні основи охорони праці є тією базою, яка забезпечує соціальний захист працівників і на якій будуються санітарно-гігієнічна та інженерно-технічна складові охорони праці. Правова база охорони праці у промисловому виробництві, у тому числі і у зварювальному, ґрунтується на національному законодавстві та міжнародних нормах.*

**Законодавство України, нормативно-правова база та міжнародні документи у сфері охорони праці.** Законодавство України про охорону праці — це система взаємопов'язаних нормативно-правових актів, що регулюють відносини у сфері соціального захисту громадян в процесі трудової діяльності. Воно складається із такого:

- Закону України «Про охорону праці»;
- Кодексу законів про працю України;
- Закону України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності»;
- прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів.

Законодавство України про охорону праці базується на конституційному праві всіх громадян України на належні, безпечні і здорові умови праці, гарантовані статтею 43 Конституції України. Цією ж статтею встановлено заборону використання праці жінок і неповнолітніх на небезпечних для їхнього здоров'я роботах. Ст. 45 Конституції гарантує право всіх працівників на щотижневий відпочинок та щорічну оплачувану відпустку, а також встановлення скороченого робочого дня щодо окремих професій і виробництв, скороченої тривалості роботи у нічний час.

\* Даною статтею починається серія публікацій про правові, організаційні та соціальні питання охорони праці.

Основоположним документом у галузі охорони праці є Закон України «Про охорону праці», у якому: визначено правила реалізації права на охорону життя і здоров'я у процесі трудової діяльності; роз'яснено відносини між роботодавцем і працівником з питань безпеки, гігієни праці на виробництві; встановлено єдиний порядок організації охорони праці в Україні. Цей закон відповідає чинним конвенціям і рекомендаціям Міжнародної організації праці, іншим міжнародним правовим нормам у цій галузі. У ньому викладено принципи державної політики в галузі охорони праці.

Варто зазначити, що принципи державної політики в галузі охорони праці, безсумнівно, можуть розглядатися і як принципи державної політики у сфері промислової безпеки. Суттєво новим, що може бути впроваджено до Закону України «Про промислову безпеку», у разі його прийняття, є принцип обов'язкового страхування суб'єктами господарювання цивільної відповідальності за шкоду, спричинену життю, здоров'ю або майну інших осіб в результаті діяльності у сфері промислової безпеки.

Кодекс законів про працю України затверджено Законом Української РСР від 10 грудня 1971 р. і запроваджено з 1 червня 1972 р. До нього не раз вносили зміни і доповнення. Правове регулювання охорони праці в ньому не обмежується главою XI «Охорона праці». Норми щодо охорони праці містяться в багатьох статтях інших глав Кодексу.

Відповідно до Конституції України, Закону України «Про охорону праці» та основ законодавства України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування», 1999 р. ухвалено Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності». Цей закон визначає правову основу, економічний механізм та організаційну структуру страхування громадян від нещасного ви-

падку та професійного захворювання або загибелі людини на виробництві.

До основних законодавчих актів, що мають безпосереднє відношення до охорони праці, належить також низка інших законів — «Основи законодавства України про охорону здоров'я», Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», Закони України «Про пожежну безпеку», «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку». Окремі питання правового регулювання охорони праці містяться і в інших законодавчих актах України.

Крім зазначених законів, правові відносини у сфері охорони праці у галузі регулюють інші національні законодавчі акти, підзаконні нормативні акти: укази і розпорядження Президента, рішення уряду, нормативні акти міністерств та інших центральних органів державної влади.

Важливе місце у нормативно-правовому полі з охорони праці займають міжнародні договори та угоди, до яких Україна приєдналася в установленому порядку. Міжнародні договори та угоди, в яких бере участь Україна і які стосуються охорони праці, поділяються на чотири групи документів:

- конвенції та рекомендації Міжнародної організації праці;
- директиви Європейського Союзу;
- договори та угоди, підписані в рамках Співдружності Незалежних Держав;
- двосторонні договори та угоди.

Велике значення серед міжнародних документів, якими регулюються трудові відносини, мають: конвенції та рекомендації Міжнародної організації праці; Міжнародні норми соціальної відповідальності (Стандарт SA 8000 «Соціальна відповідальність»; Міжнародний стандарт ISO 26000 «Настанова по соціальній відповідальності»); Директива ЄС 89/391/ЄЕС від 12 червня 1989 р. «Про введення заходів, що сприяють покращенню безпеки і гігієни праці робітників».

Директиви, прийняті в рамках Європейського Союзу, є законом для всіх країн, що входять до організації, і завжди відповідають конвенціям МОП. У розробці нових конвенцій, рекомендацій та інших документів МОП враховують передовий досвід країн-членів ЄС. Україна не є членом ЄС, але не раз на найвищих рівнях заявляла про своє прагнення вступити до цієї організації. Одна з умов прийняття нових країн до ЄС — відповідність їхнього законодавства законодавству ЄС, тому в нашій

країні триває активна робота з узгодження вимог законів і нормативно-правових актів із директивами ЄС.

Активну роботу щодо розвитку та вдосконалення правової бази охорони праці провадять країни-члени СНД. Важливу роль тут відіграють модельні закони, прийняті на міждержавному рівні. Мета цих законів — сприяти зближенню національного законодавства в галузі охорони праці на міждержавному рівні, створити єдину правову базу для максимального забезпечення соціальної захищеності працівників.

Окрім зазначених організацій, у справу охорони праці роблять свій внесок також Міжнародне агентство з атомної енергії (МАГАТЕ), Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ), Міжнародна організація зі стандартизації (ІСО), Міжнародна організація авіації (ІКАО) та низка інших. Для регулювання окремих питань охорони праці діють понад 2000 підзаконних нормативних актів. Усі ці документи створюють єдине правове поле охорони праці в нашій країні взагалі та в конкретній галузі зокрема.

Вимоги охорони праці до виробничого середовища, обладнання, устаткування, порядку ведення робіт, засобів захисту працівників, порядку їх навчання, тощо регламентовані відповідними нормативно-правовими актами, стандартами, правилами і нормами, що розроблені відповідно до законодавства про охорону праці і становлять нормативно-технічну базу охорони праці. Питання, пов'язані із її структурою і складовими, розглядалися в дисципліні Основи охорони праці (ООП).

Загальнодержавні нормативно-правові документи з охорони праці у разі потреби доповнюють відомчі, що можуть бути створені на їх основі. Їх затверджують залежно від специфіки галузі: відповідні міністерства, відомства України, а також асоціації, корпорації та інші об'єднання підприємств.

Власники підприємств, установ, організацій або уповноважені ними органи розробляють і затверджують на основі загальнодержавних і відомчих власні нормативні документи з охорони праці, що діють у межах цього підприємства, установи або організації. Нормативні документи підприємства конкретизують вимоги і положення щодо питань охорони праці, враховуючи специфіку діяльності підприємства та можливість модифікувати їхню форму до більш строгої.

Неухильне дотримання вимог нормативно-правових документів, що діють у сфері охо-

рони праці, є обов'язком роботодавців. У разі неможливості повного усунення небезпечних і шкідливих для здоров'я умов праці роботодавець має повідомити про це відповідний орган державного нагляду за охороною праці. Він може звернутися до цього органу з клопотанням про встановлення необхідного терміну для виконання заходів щодо приведення умов праці на конкретному виробництві чи робочому місці у відповідність до нормативних вимог. Орган державного нагляду за охороною праці розглядає клопотання роботодавця, здійснює, у разі потреби, експертизу запланованих заходів, визначає їх достатність і за наявності підстав приймає рішення про встановлення іншого терміну застосування вимог нормативних актів з охорони праці. Роботодавець зобов'язаний невідкладно повідомити зацікавлених працівників про рішення цього органу державного нагляду за охороною праці.

**Державний нагляд, відомчий і громадський контроль за охороною праці.** Для забезпечення виконання вимог законодавства з охорони праці в Україні створено систему державного нагляду, відомчого і громадського контролю цих питань.

Державний нагляд за дотриманням законів та інших НПАОП відповідно до Закону «Про охорону праці» здійснюють:

- спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці (Державна служба гірничого нагляду та промислової безпеки України). Свою роботу уповноважений центральний орган виконавчої влади з нагляду за охороною праці проводить через територіальні (обласні) управління, галузеві державні інспекції охорони праці, експертно-технічні центри;
- спеціально уповноважений державний орган з питань радіаційної безпеки (Комітет ядерного регулювання Міністерства охорони природного середовища);
- спеціально уповноважений державний орган з питань пожежної безпеки (департамент пожежної безпеки Міністерства з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи);
- спеціально уповноважений державний орган з питань гігієни праці (Головний державний санітарний лікар та санітарно-епідеміологічна служба Міністерства охорони здоров'я).

Органи державного нагляду за охороною праці не залежать від будь-яких господар-

ських органів, суб'єктів підприємництва, об'єднань громадян, політичних формувань, місцевих державних адміністрацій і органів місцевого самоврядування. Діяльність органів державного нагляду за охороною праці регулюється законами України «Про охорону праці», «Про використання ядерної енергії і радіаційну безпеку», «Про пожежну безпеку», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення», іншими нормативно-правовими актами та положеннями про ці органи, що затверджуються Президентом України або Кабінетом Міністрів України.

Інспектори наглядових органів мають право:

- безперешкодно відвідувати підконтрольні підприємства (об'єкти), виробництва та здійснювати в присутності роботодавця або його представника перевірку дотримання законодавства з охорони праці;
- одержувати пояснення, висновки обстежень, аудитів, звіти про рівень і стан профілактичної роботи, причини порушень законодавства та вжиті заходи щодо їх усунення;
- видавати обов'язкові для виконання приписи (розпорядження) про усунення порушень і прорахунків у галузі охорони праці;
- забороняти, зупиняти, припиняти, обмежувати експлуатацію виробництв, робочих місць, будівель, устаткування, виконання певних робіт, застосування нових небезпечних речовин, реалізацію продукції, а також скасовувати або припиняти дію виданих ними дозволів і ліцензій до усунення порушень, які створюють загрозу життю працівників;
- притягати до адміністративної відповідальності працівників, винних у порушенні законодавства про охорону праці;
- надсилати роботодавцям подання про невідповідність окремих осіб їхній посаді, передавати матеріали органам прокуратури для притягнення цих осіб до відповідальності згідно із законом.

Вищий нагляд за додержанням і правильним застосуванням законів про охорону праці здійснюють Генеральний прокурор України та підпорядковані йому прокурори.

Відомчий контроль покладено на адміністрацію підприємства та на господарські організації вищого рівня. Цей контроль здійснюють відповідні служби охорони праці.

Громадський контроль за дотриманням законодавства про охорону праці, створення безпечних і нешкідливих умов праці, належних ви-

робничих і санітарно-побутових умов, забезпечення працівників спецодягом, спецвзуттям, іншими засобами індивідуального та колективного захисту здійснюють професійні спілки в особі своїх виборних органів і представників (уповноважених осіб). У разі загрози життю або здоров'ю працівників професійні спілки мають право вимагати від роботодавця негайного припинення робіт на період, необхідний для усунення загрози життю або здоров'ю працівників. Професійні спілки мають право: проводити незалежну експертизу умов праці, а також об'єктів виробничого призначення, що проектуються, будуються чи експлуатуються, на відповідність їх НПАОП; брати участь у розслідуванні причин нещасних випадків і професійних захворювань і надавати свої висновки про них, вносити роботодавцям, державним органам управління і нагляду подання з питань охорони праці та отримувати від них аргументовану відповідь.

У разі відсутності професійної спілки на підприємстві громадський контроль здійснює уповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці, яка має право безперешкодно перевіря-

ти на підприємствах виконання вимог щодо охорони праці і вносити обов'язкові для розгляду роботодавцем пропозиції про усунення виявлених порушень НПАОП. Для виконання цих обов'язків роботодавець за свій рахунок організовує навчання, забезпечує необхідними засобами і звільняє уповноважених з охорони праці від роботи на передбачений колективним договором термін із збереженням за ними середнього заробітку. Не можуть бути проігноровані будь-які законні інтереси працівників у зв'язку з виконанням ними обов'язків уповноважених з охорони праці. Звільнення або притягнення працівників до дисциплінарної чи матеріальної відповідальності здійснюють лише у порядку, визначеному колективним договором.

Якщо уповноважені з охорони праці вважають, що профілактичні заходи, вжиті роботодавцем, є недостатніми, вони можуть звернутися за допомогою до органу державного нагляду за охороною праці. Вони також мають право брати участь і вносити відповідні пропозиції під час інспекційних перевірок підприємств чи виробництв.

● #1448

**MTI МИГАТЕХ индустрия**  
**ТЕХНОЛОГИИ СБЕРЕГАЮЩИЕ ЭНЕРГИЮ**

**Сварочные комплексы**



**044 360-25-21 044 500-58-59**  
**www.migateh.com.ua г. Киев, ул.Алма-Атинская 2/1**

ЧАО-АРТЕМСВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД

**VISTEC ВИСТЕК**

**СВАРОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ**



**ПРОИЗВОДСТВА АМЗ «ВИСТЕК»**



Полный список партнеров на [www.vistec.com.ua](http://www.vistec.com.ua)

# Открыта подписка-2014 на журнал «Сварщик»

в почтовых отделениях Украины,  
подписной индекс 22405. Подписку на журнал  
можно оформить у региональных представителей:

Город	Название подписного агентства	Телефон
Винница	ЗАО «Блиц-Информ»	(0432) 27-66-58
	«Баланс-Клуб»	(056) 370-44-23
Днепропетровск	ЗАО «Блиц-Информ»	(056) 370-10-50
	ООО «Меркурий»	(056) 778-52-86
Донецк	ЗАО «Блиц-Информ»	(062) 381-19-32
Житомир	ЗАО «Блиц-Информ»	(0412) 36-04-00
Запорожье	ЗАО «Блиц-Информ»	(0612) 63-91-82
	ЧП ККК «Пресс Сервис»	(0612) 62-52-43
Ивано-Франковск	ЗАО «Блиц-Информ»	(03422) 52-28-70
	ООО «Бизнес Пресса»	(044) 248-74-60
Киев	ЗАО «Блиц-Информ»	(044) 205-51-10
	ООО «Периодика»	(044) 449-05-50
	ООО «Пресс-Центр»	(044) 252-94-77
	АОЗТ «САММИТ»	(044) 537-97-44
Кировоград	ЗАО «Блиц-Информ»	(0522) 32-03-00
Кременчуг	ЗАО «Блиц-Информ»	(05366) 79-90-19
	ООО «САММИТ-Кременчуг»	0536(6) 3-21-88
Кривой Рог	ЗАО «Блиц-Информ»	(0564) 66-24-36
Луганск	ЗАО «Блиц-Информ»	(0642) 53-81-07
Луцк	ЗАО «Блиц-Информ»	(0332) 72-05-48
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0322) 39-28-69
	«Львівські оголошення»	(0322) 97-15-15
	ООО «САММИТ-Львов 247»	(0322) 74-32-23
Львов	«Фактор»	(0322) 41-83-91
	Мариуполь	ЗАО «Блиц-Информ»
Нежин	ЧП «Прес-Курьер»	(04631) 5-37-66
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0512) 47-10-82
Николаев	ООО «Ноу Хау»	(0512) 47-20-03
	ООО «САММИТ-Николаев»	(0512) 23-40-86
	ЧП «ТЕПС & Со»	(0512) 47-47-35
Одесса	ЗАО «Блиц-Информ»	(048) 711-70-79
Прилуки	ЧП «Прес-Курьер» (филиал)	(04637) 3-04-62
Полтава	ЗАО «Блиц-Информ»	(05322) 7-31-41
Ровно	ЗАО «Блиц-Информ»	(0362) 62-56-26
Севастополь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0692) 55-44-51
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0652) 24-93-00
Симферополь	ДП «САММИТ-Крым»	(0652) 44-36-95
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0542) 27-52-09
Сумы	ООО «Диада»	(0542) 37-03-55
	Тернополь	ЗАО «Блиц-Информ»
Ужгород	ЗАО «Блиц-Информ»	(03122) 2-38-16
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0572) 17-13-27
Харьков	АОЗТ «САММИТ-Харьков»	(0572) 14-22-61
	ДП «Фактор-Пресса»	(0572) 26-43-33
	«Форт» Издательство	(0572) 14-09-08
Херсон	ДПЗАО «Блиц-Информ»	(0552) 26-36-49
Хмельницкий	ЗАО «Блиц-Информ»	(0382) 79-24-23
	ВКП «Фактор-Запад»	(0382) 70-20-93
Черкасы	ЗАО «Блиц-Информ»	(0472) 47-05-51
Черновцы	ЗАО «Блиц-Информ»	(03722) 2-00-72
Чернигов	ЗАО «Блиц-Информ»	(04622) 4-41-61

# ТАЛОН-ЗАКАЗ

на книги издательства «Экотехнология»

Название книги Цена (грн.)

<b>В.И. Лакомский, М.А. Фридман.</b> Плазменно-дуговая сварка углеродных материалов с металлами. 2004. — 196 с. ....	40
<b>А.А. Кайдалов.</b> Электронно-лучевая сварка и смежные технологии. Издание 2-е, переработанное и дополненное. 2004. — 260 с. ....	50
<b>О.С. Осика та ін.</b> Англо-український та українсько- англійський словник зварювальної термінології. 2005. — 256 с. ....	40
<b>В.М. Корж.</b> Газотермічна обробка матеріалів: Навчальний посібник. 2005. — 196 с. ....	40
<b>В.Я. Кононенко.</b> Газовая сварка и резка. 2005. — 208 с. ....	40
<b>С.Н. Жизняков, З.А. Сидлин.</b> Ручная дуговая сварка. Материалы. Оборудование. Технология. 2006. — 368 с. ....	60
<b>А.Я. Ищенко и др.</b> Алюминий и его сплавы в совре- менных сварных конструкциях. 2006. — 112 с. с илл. . . .	30
<b>П.М. Корольков.</b> Термическая обработка сварных соединений. 3-е изд., перераб. и доп. 2006. — 176 с. ....	40
<b>А.Е. Анохов, П.М. Корольков.</b> Сварка и термическая обработка в энергетике. 2006. — 320 с. ....	40
<b>Г.И. Лашенко.</b> Способы дуговой сварки стали плавящимся электродом. 2006. — 384 с. ....	50
<b>А.А. Кайдалов.</b> Современные технологии термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007. — 456 с. ....	50
<b>П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев.</b> Плазменная наплавка. 2007. — 292 с. ....	50
<b>А.Г. Потальевский.</b> Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007. — 192 с. ....	50
<b>Г.И. Лашенко, Ю.В. Демченко.</b> Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008. — 168 с. ....	40
<b>Б.Е. Патон, И.И. Заруба и др.</b> Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией горения дуги. 2008. — 248 с. ....	50
<b>З.А. Сидлин.</b> Производство электродов для ручной дуговой сварки. 2009. — 464 с. ....	60
<b>В.Н. Радзиевский, Г.Г. Ткаченко.</b> Высокотемпературная вакуумная пайка в компрессоростроении. 2009. — 400 с. ....	50
<b>В.Н. Корж, Ю.С. Попиль.</b> Обработка металлов водородно-кислородным пламенем. 2010. — 194 с. . . .	40
<b>Г.И. Лашенко.</b> Современные технологии сварочного производства. 2012. — 720 с. ....	90

Книги прошу выслать по адресу:

Куда почтовый индекс

Кому

Счет на оплату прошу выслать по факсу:

(.....)

Реквизиты плательщика НДС:

Св. №..... идент. №.....

Ф. И. О. лица, заполнившего талон, телефон для связи:

Заполните этот талон и вышлите в редакцию журнала «Сварщик» по  
адресу: 03150 Киев, ул. Горького, 62Б или по факсу: (044) 287-6502.  
Цены на книги указаны без учета НДС и стоимости доставки.

В 2013 г. цены на наши издания снижены на 20–30%.

# Сервисная карточка читателя

Без заполненного  
формуляра  
недействительна

Для получения дополнительной информации о продукции/услугах, упомянутых в этом номере журнала:

- обведите в Сервисной карточке индекс, соответствующий интересующей Вас продукции/услуге (отмечен на страницах журнала после символа «#»);
- заполните Формуляр читателя;
- укажите свой почтовый адрес;
- отправьте Сервисную карточку с Формуляром по адресу: **03150 Киев-150, а/я 52 «Сварщик».**

1418 1419 1420 1421 1422 1423 1424 1425 1426  
1427 1428 1429 1430 1431 1432 1433 1434 1435  
1436 1437 1438 1439 1440 1441 1442 1443 1444  
1445 1446 1447 1448 1449 1450 1451 1452 1453  
1454 1455 1456 1457 1458 1459 1460 1461 1462  
1463 1464 1465 1466 1467 1468 1469 1470 1471  
1472 1473 1474 1475 1476 1477 1478 1479 1480  
1481 1482 1483 1484 1485 1486 1487 1488 1489

Ф. И. О. \_\_\_\_\_

Должность \_\_\_\_\_

Тел. ( \_\_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_

Предприятие \_\_\_\_\_

Подробный почтовый адрес: \_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2014 г.

\_\_\_\_\_ *подпись*

## Формуляр читателя

Ф. И. О. \_\_\_\_\_

Должность \_\_\_\_\_

Тел. ( \_\_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_

Предприятие \_\_\_\_\_

Виды деятельности предприятия \_\_\_\_\_

Выпускаемая продукция / оказываемые услуги \_\_\_\_\_

Руководитель предприятия (Ф. И. О.) \_\_\_\_\_

Тел. \_\_\_\_\_ Факс \_\_\_\_\_

Отдел маркетинга / рекламы (Ф. И. О.) \_\_\_\_\_

Тел. \_\_\_\_\_ Факс \_\_\_\_\_

Отдел сбыта / снабжения (Ф. И. О.) \_\_\_\_\_

Тел. \_\_\_\_\_ Факс \_\_\_\_\_

## Тарифы на рекламу в 2014 г.

### На внутренних страницах

Площадь	Размер, мм	Грн.*
1 полоса	210×295	4000
1/2 полосы	180×125	2000
1/4 полосы	88×125	1000

### На страницах основной обложки

Страница	Размер, мм	Грн.*
1 (первая)	215×185	9000
8 (последняя)	210×295 (после обрезки 205×285)	6000
2 и 7		5500

### На страницах внутренней обложки

Стр. (площадь)	Размер, мм	Грн.*
3 (1 полоса)	210×295	5000
4 (1 полоса)	210×295	4800
5-6 (1 полоса)	210×295	4500
5-6 (1/2 полосы)	180×125	2300

\* Для организаций-резидентов Украины (цены с НДС).  
Для организаций-нерезидентов Украины возможна оплата в национальной валюте по официальному курсу.

Рекламная статья: 1 полоса (стр.) — 1500 грн.

### Прогрессивная система скидок

Количество подач	2	3	4	5	6
● Скидка	5%	10%	13%	17%	20%

Тарифы на рекламу универсальные — одинаковые для журналов «Сварщик» и «Сварщик в России».  
При размещении рекламных-информационных материалов одновременно в журналах «Сварщик» и «Сварщик в России» предоставляется дополнительная скидка **5%**.

### Требования к оригинал-макетам

Для макетов «под обрез»:  
формат журнала после обрезки 205×285 мм;  
до обрезки 210×295 мм; **внутренние поля для текста и информативных изображений не менее 20 мм.**  
**Цветные:** TIF CMYK 300 dpi или EPS Illustrator for PC 5-11, include placed images (CMYK 300 dpi или bitmap 600 dpi, текст в кривых), или CorelDraw 9-12, текст в кривых.  
**Сопроводительные материалы:** желательна распечатка с названием файла и точными размерами макета. Размеры макета должны точно соответствовать вышеуказанным.  
**Носители:** флэш-диск, DVD или CD-ROM.

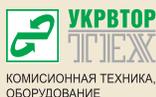
Подача материалов в очередной номер — до 15-го числа нечетного месяца (например, в №3 — до 15.05)

Руководитель рекламного отдела: **В. Г. Абрамишвили**  
тел./ф.: (0 44) **200-80-14**, (050) 413-98-86 (моб.)  
e-mail: welder.kiev@gmail.com  
http://www.welder.kiev.ua/

Заполняется печатными буквами

# ХІІ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2014

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ



Генеральный  
информационный партнер:



Технический партнер:



**ОРГАНИЗАТОР**  
Международный выставочный центр

**ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:**

Министерства промышленной политики Украины  
Украинской Национальной Компании "Укрстанкоинструмент"

**18-21**  
**НОЯБРЯ**



+38 044 201-11-65, 201-11-56, 201-11-58  
e-mail: [lilia@iec-expo.com.ua](mailto:lilia@iec-expo.com.ua)  
[www.iec-expo.com.ua](http://www.iec-expo.com.ua)  
[www.tech-expo.com.ua](http://www.tech-expo.com.ua)

**МЕЖДУНАРОДНЫЙ  
ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР**  
Украина, Киев, Броварской пр-т, 15  
М "Левобережная"

ООО «Трида Сварка»  
с 1992 г. на рынке  
сварочного оборудования  
Украины



СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПОСТАВЩИК  
СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

РАЗРАБОТКА И ПОСТАВКА  
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ  
СВАРОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ПОЛНАЯ  
КОМПЛЕКТАЦИЯ СВАРОЧНЫХ  
ПРОИЗВОДСТВ

РЕМОНТ ЛЮБОГО СВАРОЧНОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ

ПУСКОНАЛАДОЧНЫЕ  
РАБОТЫ

ШИРОКИЙ ВЫБОР  
СВАРОЧНОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ



RFA ROBOTICS

ОФИЦИАЛЬНЫЙ СИСТЕМНЫЙ  
ИНТЕГРАТОР ПРОМЫШЛЕННЫХ  
РОБОТИЗИРОВАННЫХ СВАРОЧНЫХ  
КОМПЛЕКСОВ НА БАЗЕ ОБОРУДОВАНИЯ  
YASKAWA MOTOMAN (ЯПОНИЯ) И  
FRONIUS INTERNATIONAL (АВСТРИЯ)

ПЕРВЫЙ В УКРАИНЕ СЕРВИСНЫЙ  
ЦЕНТР ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ И  
РЕМОНТУ РТК МОТОМАН

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, РАЗРАБОТКА  
ТЕХНОЛОГИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ



Запорожье, ул. 40 лет Сов. Украины, 82, оф. 79  
тел.: (061) 220-00-79, 233-10-58

Днепропетровск, пр. Кирова, 58, оф. 6  
тел.: (056) 375-65-83

Киев, ул. Сырецкая, 35  
тел.: (044) 222-53-09

www.triada-welding.com, sales@triada-welding.com

ЗАПОРОЖЬЕ,  
(0612) 34-34-23  
(061) 213-22-69

RFA-ROBOTICS.COM

Разработка, производство, внедрение

# СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ООО «НПФ «ЭЛНА» является разработчиком и производителем порошковых проволок для сварки и наплавки, а также представителем компаний WELDING ALLOYS GROUP (Англия) и HYUNDAI WELDING Co. Ltd (Южная Корея) в Украине



Разработка и изготовление  
порошковых проволок  
для сварки и наплавки  
открытой дугой и под  
флюсом



ООО «НПФ «ЭЛНА»  
03150, Украина, г. Киев, ул. Горького, 69,  
т. (044) 200-80-25, ф. 200-80-26, 200-85-17  
e-mail: info@elna.com.ua  
www.elna.com.ua

Проволоки порошковые для сварки и  
наплавки, проволоки сплошные, электроды,  
флюс, наплавочные установки

