

3 (55) 2015

май – июнь

Журнал выходит 6 раз в год.

Издается с мая 2006 г.

Подписной индекс **20994**

в каталоге «Пресса России»

Подписной индекс **K0103** в каталоге российской
прессы «Почта России» — персональная подписка

информационно-технический журнал
Сварщик®

Технологии
Производство
Сервис

в России

3–2015

СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологий 4

Технологии и оборудование

Ультразвуковые технологии в сварочном производстве.
Г. И. Лашенко 6

Резка взрывом под водой при строительстве морских платформ.
С. Ю. Максимов 12

Сварочный аппарат для автоматической дуговой сварки
под флюсом кольцевых поворотных стыков
в глубокую разделку A1569M и A1569M1. *В. С. Романюк,*
С. И. Великий, А. В. Семенов, А. К. Полищук, М. И. Дубовой 14

ABIMIG® GRIP — новое поколение MIG/MAG-горелок
made by BINZEL 18

Импортозамещающие сварочные материалы производства
ОАО «Межгосметиз-Мценск». *О. В. Колюпанов* 22

Основные направления развития кислородной резки металлов
больших толщин. *В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко, С. А. Чумак,*
В. В. Капустин 25

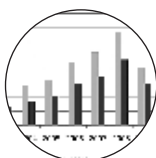
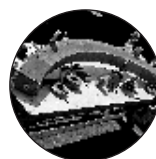
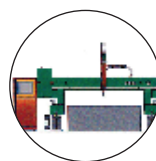
Наши консультации 31

Экономика сварочного производства

Состояние и тенденции развития производства
и рынка сварочной техники России. *О. К. Маковецкая* 34

Подготовка кадров

Использование компьютерных технологий
в обучении сварщиков. *С. Кайтель, С. Ахренс, Х. Молл* 40



News of technique and technologies 4

Technologies and equipment

Ultrasonic technologies in welding manufacture.
G. I. Lashenko 6

Cutting by explosion under water
at construction of sea platforms.
S. Yu. Maksimov 12

The welding device for automatic
arc welding under flux of ring rotary joints
in deep splicing of edges A1569M
and A1569M1. *[V. S. Romanyuk]*,
S. I. Velikiy, A. V. Semenenko,
A. K. Polishchuk, M. I. Dubovoy 14

ABIMIGR GRIP – new generation
of MIG/MAG-torches made by BINZEL 18

Import-replacement welding materials
of manufacture JSC «Mezhgometiz-Mtsensk».
O. V. Kolyupanov 22

The basic directions of development oxygen
are sharp of metals of the large thickness.
V. M. Litvinov, Yu. Lisenko,
S. A. Chumak, V. V. Kapustin 25

Our consultations 31

Economy of welding manufacture

Condition both tendencies
of development of manufacture
and market of welding engineering
of Russia. *O. K. Makovetskaya* 34

Training of personnel

Use of computer technologies
in training the welders.
S. Keytel, S. Akhrens, H. Mool 40

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-24185 от 25.04.2006, выдано Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия

Издатель ООО «Центр трансфера технологий Института электросварки им. Е. О. Патона»

Главный редактор В. Д. Позняков

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

Маркетинг и реклама О. А. Трофимец

Верстка и дизайн В. П. Семенов

Адрес редакции 119049, г. Москва,
Ленинский пр-т, д. 6, стр. 7, оф. 19

Тел. моб. +7 903 795 18 49

E-mail ctt94@mail.ru

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 в России» обязательна.

© «ЦТТ ИЭС им. Е. О. Патона», 2014

Подписано в печать 15.06.2015. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура PetersburgC. Отпечатано в ЗАО «ТДДС-Столица-8». Заказ № P000007945 от 15.06.2015.

Издание выходит при содействии информационно-технического журнала «Сварщик»

Учредители Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, ООО «Экотехнология»

Издатель ООО «Экотехнология»

Главный редактор В. Д. Позняков

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

Адрес редакции 03150 Киев, ул. Горького, 62Б

Телефон +380 44 200 5361

Тел./факс +380 44 200 8014

E-mail welder.kiev@gmail.com

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА

Подписной индекс 20994
в каталоге «Пресса России»

Подписной индекс K0103
в каталоге российской прессы
«Почта России» —
персональная подписка

Ультразвуковые технологии в сварочном производстве

Г. И. Лащенко

Рассмотрена ультразвуковая сварка и обработка в процессе сварки металлов плавлением, послесварочная обработка сварных соединений. Даны обобщенные результаты испытаний сварных соединений некоторых марок сталей на усталостную прочность. Приведены данные об эффективности повышения сопротивления усталости сварных соединений при высокочастотной механической проковке.

Резка взрывом под водой при строительстве морских платформ

С. Ю. Максимов

Описан конкретный пример выполненной работы по транспортировке и установке основания морской стационарной платформы МСП-7. Рассмотрены этапы всего процесса: подготовительная часть и подводные работы.

Сварочный аппарат для автоматической дуговой сварки под флюсом кольцевых поворотных стыков в глубокую разделку A1569M (M1)

В. С. Романюк, Великий С. И., Семененко А. В.,
Полищук А. К., Дубовой М. И.

Описаны новые сварочные (наплавочные) аппараты A1569M и A1569M1, внедренные специалистами ГП «ОКБ ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ» на предприятии ОАО «Турбоатом» (Харьков). Оборудование предназначено для многопроходной автоматической или полуавтоматической дуговой сварки под флюсом кольцевых швов роторов турбин в глубокую разделку, а также для наплавки наружных поверхностей цилиндрических изделий.

Основные направления развития кислородной резки металлов больших толщин

В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко, С. А. Чумак, В. В. Капустин

Рассмотрены перспективы развития резки металла большой толщины. Описаны особенности таких процессов, как машинная кислородная резка крупного металлолома на габаритные куски; резка поковок и кузнечных слитков; резка слитков непрерывного литья; фигурная вырезка деталей из плоских поковок и плит; резка прибылей среднего и крупного литья.

Состояние и тенденции развития производства и рынка сварочной техники России

О. К. Маковецкая

Приведены основные показатели состояния и тенденции развития производства и рынка сварочного оборудования и сварочных материалов в России в период 2010–2013 гг. Даны статистические данные: объем потребления сварочного оборудования в России и СНГ и его структура в 2011–2012 гг.; производство сварочных электродов в России в 2007–2013 гг.; объем потребления сварочных материалов в мире и России (включая СНГ) в 2013 г.



Компания Hypertherm представляет технологию True Bevel

Компания Hypertherm (Нидерланды) представляет новую технологию обработки кромок, разработанную для того, чтобы помочь производителям и изготовителям столов с ЧПУ добиться точных результатов косой резки. Новая технология Hypertherm True Bevel включает проверенные в заводских условиях технологические карты резки низкоуглеродистой стали для всех систем плазменной резки Hypertherm HyPerformance® HPRXD®. Эти технологические карты резки содержат тщательно разработанные параметры, которые значительно сокращают время и усилия, необходимые для качественной плазменной косой резки.

«Мы считаем, что более 90 % производителей необходимо делать скошенные кромки, как минимум, на некоторых деталях, — сказал Аарон Брандт, руководитель отдела механизированных систем компании Hypertherm. — Мы также знаем о том, что данные производители тратят много времени на настройку своих систем путем проб и ошибок, но даже после этого они получают неудовлетворительные результаты. Новая технология плазменной резки True Bevel компании Hypertherm разработана для выполнения точной и последовательной косой резки без потери времени на настройку системы».

Новая технология аналогична процессу Hypertherm True Hole™, патентная заявка на который находится на рассмотрении, и упрощает косую резку. Это достигается благодаря различным параметрам косой резки, включенным в базу данных, которые позволяют производителям столов для плазменной косой резки адаптировать информацию о процессах в соответствии с их механическими характеристиками. Благодаря этому значительно сокращается время, необходимое на настройку новых операций, увеличивается производительность и объем выпуска и уменьшаются отходы производства. Компания Hypertherm планирует внедрить технологические карты резки в программное обеспечение Hypertherm ProNest® для автоматизированного производства и сделать их доступными для своих партнеров, чтобы они смогли включить их в свои программы по управлению системами ЧПУ и автоматизированному раскрою листового металла.

Компания Hypertherm разрабатывает и производит передовые системы резки, применяющиеся в самых различных отраслях, включая судостроение, машиностроение и ремонт автомобилей. Линейка продуктов компании включает ручные и механизированные системы плазменной и лазерной резки, расходные детали, а также системы ЧПУ и автоматического контроля высоты резака и программное обеспечение для автоматизированной резки металла.

● #856

www.hypertherm.com

В ОЭЗ «Томск» планируется выпуск оборудования для резки и сварки

Экспертным советом по технико-внедренческим особым экономическим зонам (ОЭЗ) Министерства экономического развития России одобрен проект компании «Передовые пучковые технологии», которая планирует организовать в ОЭЗ «Томск» разработку и вывод на рынок оборудования для вневакуумной электронно-лучевой резки и сварки металлов.

Разрабатываемая система электронно-лучевой металлообработки предназначена для сварки и резки высокопрочных металлов в атмосфере при производстве деталей в аэрокосмической, автомобильной и кораблестроительной промышленности. Приме-



нение электронно-лучевой резки является наиболее эффективным способом раскройки толстолистого металла, так как позволяет провести эту операцию с максимально возможной точностью. При использовании данной технологии затраты на предварительную металлообработку кромок перед сваркой уменьшаются в 2–4 раза по сравнению с плазменной резкой.

● #857

www.metalinfo.ru

Сварочный полуавтомат HiArc M400R

Полуавтомат HiArc M400R фирмы Kemppi предназначен для полуавтоматической сварки в среде углекислого газа (CO₂) или в смеси защитных газов (Ar+CO₂) с применением сварочной проволоки диаметром 0,8–1,6 мм. Полуавтомат эксплуатируется в тяжелых производственных

Технические характеристики:	
Напряжение сети (±15 %), В	3х380
Диаметр проволоки, мм	0,8–1,0–1,2–1,6
Потребляемая мощность, кВА:	
ПВ = 60 %	17,6
ПВ = 100 %	12,5
Предохранитель (инверторный), А	25
КПД, %	87 (400А)
Сила сварочного тока, А	15–400
Сила сварочного тока (10 мин/40ы °С), А:	
ПВ = 60 %	400
ПВ = 100 %	310
Рабочее напряжение, В	13,0–39,0
Напряжение х.х., В	60–70
Потребляемая мощность х.х., Вт	25
Степень защиты	IP23S
Охлаждение	Воздушное/вентилятор

условиях, при повышенной влажности, на открытых и закрытых площадках с температурой окружающей среды от минус 20 до плюс 40 °С.

HiArc M400R рассчитан на долговременную работу на максимальном токе 400 А при температуре плюс 40 °С, ПВ = 60 %.

Аппарат отличается высокими характеристиками рабочего цикла, компактным, узким корпусом и малой массой, что способствует повышению производительности и мобильности на сварочной площадке.

Точная регулировка характеристик дуги удобна в условиях повышенных требований к качеству. КПД на 10 % превышает показатели моделей традиционной конструкции.

● #858

www.sammit.dp.ua



Центр подготовки кадров для автопрома открылся в Нижегородской области

Ресурсный центр профессиональных компетенций по подготовке специалистов для высокотехнологичных производств в автомобилестроении и металлообработке открылся в Нижегородской области, сообщил РИА представитель пресс-службы администрации.

Центр открылся в городе Павлово на базе Павловского автомеханического техникума им. И.И. Лепсе. На его создание было выделено 24 млн. руб., в том числе 12 млн. руб. из областного бюджета. Столько же поступило спонсорских средств от предприятий-работодателей.

Центр включает комплекс лабораторий и учебных мастерских, таких как «Сварочные технологии и термическая резка металла», «Технология сборки и испытания автотракторной техники», «Испытания материалов и контроль качества сварных соединений».

«Предприятия могут приобретать самое высокотехнологичное оборудование, но если этим оборудованием будет пользоваться плохо подготовленный специалист, то никакой высокой производительности не добиться. Сейчас область готовит 5,5 тыс. специалистов по различным отраслям в ресурсных центрах, а надо готовить около 12 тыс. человек. Сегодня начал работать 18-й ресурсный центр, а нам нужно около 30 подобных центров. До конца 2015 г. мы откроем еще четыре ресурсных центра в Арзамасе, в Дзержинске, на Бору и в Нижнем Новгороде», — сказал губернатор региона Валерий Шанцев.

По мнению гендиректора ЗАО «Инструм-Рэнд» Сергея Жарова, специалисты, подготовленные такими центрами, будут востребованы предприятиями.



«Можно взять ребят «с улицы», пытаться научить их самим, что мы какое-то время и делали. Но совсем другая ситуация, когда на работу приходят люди, на деле попробовавшие себя, знающие не только теорию, но и практику, понимающие, что им нужна эта профессия. С такими ребятами работать проще, и пользу предприятию они смогут принести уже с первых дней работы — все это для нас очень важно», — отметил Жаров.

В Нижегородской области с 2010 г. реализуется проект создания ресурсных центров на базе профессиональных образовательных организаций. Центры, создание которых поддерживает бизнес, обеспечены современным оборудованием, отвечающим требованиям конкретных производителей и позволяющим внедрять новые образовательные и производственные технологии.

● #859

РИА Новости <http://ria.ru/society/20150310/1051821555.html#ixzz3btaJtWQv>

Ультразвуковые технологии в сварочном производстве*

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

Ультразвуковая обработка в процессе сварки металлов плавлением. Ультразвуковые колебания в жидком металле изменяют физико-механические свойства металлических расплавов, их кристаллизацию, измельчают элементы расплава, изменяют их взаимную растворимость. Это определяет возможность их использования в следующих целях:

- измельчение структуры;
- повышение стойкости металла шва к образованию кристаллизационных трещин;
- ввод и равномерное распределение по сечению шва модифицирующих и легирующих добавок;
- улучшение дегазации металла сварочной ванны;
- повышение механических свойств и других служебных характеристик (коррозионная стойкость, износостойкость).

Распространение ультразвука в расплаве зависит от плотности, вязкости, волнового сопротивления и поверхностного натяжения между излучателем и расплавом, а также от схемы ввода ультразвука.

В литературе приведены результаты изучения влияния широкополосных ультразвуковых колебаний в диапазоне 0,4–40 Гц на образце из стали СтЗсп в процессе дуговой сварки покрытыми электродами на микроструктуру шва и зоны термического влияния (ЗТВ). Установлено, что под воздействием широкополосных ультразвуковых колебаний измельчаются частицы структуры металла шва и ЗТВ.

Следует отметить, что ультразвуковая обработка расплава сварочной ванны уже многие годы считается перспективным технологическим процессом, но по ряду причин (отсутствие надежных схем ввода колебаний в расплав, высокоэффективного оборудования и методов контроля акустических параметров при введении колебаний) в промышленных масштабах ее пока широко не используют.

Ультразвуковая послесварочная обработка сварных соединений. При проведении послесварочной обработки с целью повышения усталостной прочности широко используют поверхностное пластическое деформирование (поверхностный наклеп), которое осуществляют различными способами. В последние годы для этих целей все больше используют ультразвук, этот способ в ряде работ называют способом обработки ультразвуковым молотком или способом высокочастотной механической проковки.

Поверхностное пластическое деформирование металла при высокочастотной механической проковке (ВМП) достигается за счет воздействия

ударных импульсов деформирующих элементов инструмента, возбуждаемых ультразвуковым генератором, на обрабатываемую поверхность. Высокочастотную механическую проковку можно выполнять по трем схемам (рис. 24): с жестким закреплением деформирующего элемента; с поджатием акустической системы и пассивным деформирующим элементом; с колебаниями деформирующего пассивного элемента в заданном зазоре. Справа на рис. 24 показано развернутое изображение колебаний торца концентратора и деформирующего элемента. Для проковки сварных соединений чаще всего применяют схему, приведенную на рис. 24, б. В этом случае частота ударного воздействия де-

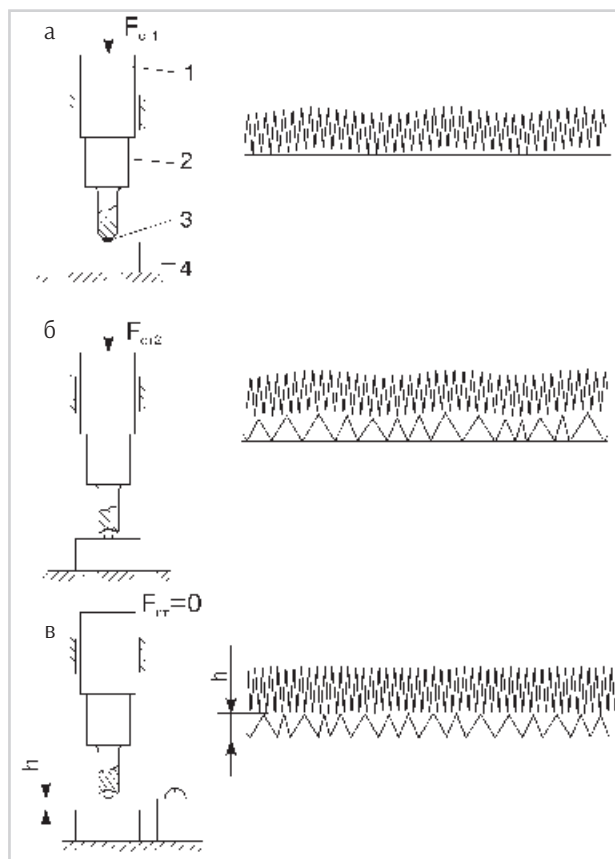


Рис. 24. Схемы выполнения ВМП металлов: а — жесткое закрепление деформирующего элемента статическим усилием $F_{ст1}$ (1 — излучатель; 2 — концентратор; 3 — деформирующий элемент; 4 — обрабатываемая деталь); б — с поджатием акустической системы усилием $F_{ст2}$ и пассивным деформирующим элементом; в — с колебаниями деформирующего элемента в заданном малом зазоре h (Кныш В. В., Кузьменко А. З.. Повышение сопротивления усталости сварных соединений высокочастотной механической проковкой // Сварщик. — 2005. — № 2. — С.19–21)

* Продолжение. Начало в № 5 и 6 — 2014, № 1 и 2 — 2015

формирующего элемента на обрабатываемую поверхность в 7–10 раз меньше частоты колебаний излучателя, возбуждаемых ультразвуковым генератором. При высокочастотной механической проковке пластическому деформированию подвергают только зону сплавления шва с основным металлом шириной 4–7 мм, в которой образуется характерная канавка глубиной 0,2–0,5 мм (рис. 25). Благодаря такой обработке увеличивается радиус перехода к основному металлу с одновременным устранением острых подрезов вдоль линии сплавления и формированием остаточных напряжений сжатия, значения которых могут достигать значений предела текучести стали.

Ультразвуковая обработка стальных сварных конструкций. Наиболее полно изучена ультразвуковая обработка при изготовлении стальных сварных конструкций. Ее применяют для повышения сопротивления усталости, улучшения коррозионной стойкости, повышения работоспособности сварных соединений жаропрочных сталей, повышения стабильности размеров сварных соединений.

Повышение сопротивления усталости изучалось при испытаниях различных марок конструкционных сталей, при различной интенсивности обработки, а также ширине обрабатываемой зоны. Установлено, что изменение ширины обрабатываемой зоны соединений с угловыми швами от 10 до 210 мм и варьирование в широком диапазоне других параметров проковки не оказало резко выраженного влияния на степень увеличения циклической долговечности соединений. Обобщенные результаты испытаний сварных соединений некоторых марок сталей на усталостную прочность приведены в табл. 4.

Из этих данных видно, что в зависимости от условий циклического нагружения (асимметрии цикла), основных механических свойств материала, концентрации напряжений, обусловленных формой соединения, остаточных напряжений и других факторов циклическая долговечность под воздействием высокочастотной механической проковки повышается в 8–10 раз, а предел выносливости на базе $2 \cdot 10^6$ циклов переменных напряжений — на 30–200%. При этом достигаемое увеличение циклической долговечности и повышение пределов выносливости сварных соединений при при-

менении проковки обусловлены влиянием следующих факторов:

- снятием растягивающих и образованием в зоне концентраторов остаточных напряжений сжатия;
- уменьшением концентрации рабочих напряжений;
- деформационным упрочнением поверхностного слоя металла.

Последний из перечисленных факторов предлагают положить в основу оценки качества сварных соединений, выполненных высокочастотной механической проковкой.

Установлено, что при заданной скорости проковки ЗТВ сварного соединения (как правило, она составляет 0,5 м/мин) количество проходов рабочего инструмента, после которых достигается максимальный уровень деформационного упрочнения поверхностного слоя металла, может быть принято как оптимальное.

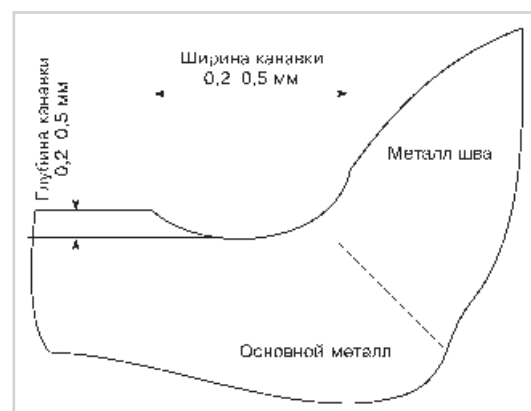


Рис. 25. Профиль сварного шва после упрочнения ВМП зоны сплавления шва с основным металлом (Кныш В. В., Кузьменко А. 3. Повышение сопротивления усталости сварных соединений высокочастотной механической проковкой // Сварщик. — 2005. — № 2. — С. 19–21)

Таблица 4. Эффективность повышения сопротивления усталости сварных соединений ВМП

Марка стали	Предел прочности, МПа	Толщина, мм	Тип соединения	Условия испытаний		Предел выносливости, ($N = 2 \cdot 10^6$), МПа		Повышение предела выносливости	
				Циклическое нагружение	Коэффициент асимметрии цикла	в исходном состоянии	после обработки	МПа	%
Ст3сп	458	20	Стыковое	Растяжка	0	140	220	80	57
Высокопрочная	Более 1000	330	С поперечным ребром	Изгиб	-1	180	300	120	66
				Растяжка	0	110	140	30	27
				Изгиб	0,6	135	175	40	30
					-1	80	240	160	200
					0	110	230	120	109
					0,6	80	105	25	31
Аустенитная	Более 1000	80	С поперечным ребром	Изгиб	0	110	205	95	86
			С продольной планкой			100	190	90	90
Е690	823–876	10	Тавровое	Изгиб	0,1	135	397	260	192
Е 690	836		Стыковое	Растяжка		129	224	95	74
Е460	589		Тавровое	Изгиб		168	290	122	73

Иными словами, критерием качества выполненных высокочастотной механической проковкой сварных соединений для обеспечения эффективного повышения усталостной прочности может быть выбрано такое количество проходов рабочего инструмента со скоростью 0,5 м/мин, при котором достигается стабилизация максимального уровня твердости металла в зоне обработки (для тавровых соединений из СтЗсп это четыре прохода). При этом определяющим фактором, повышающим сопротивление усталости сварных соединений после проковки, являются наведенные в приповерхностных слоях металла в зоне обработки остаточные напряжения сжатия.

В литературе проведена оценка применения проковки для повышения усталостной прочности сварных соединений после исчерпания ими 50 % долговечности, т.е. определена возможность последующего ремонта сваркой. Были исследованы три серии образцов из стали СтЗсп. Образцы первой серии испытывали в исходном состоянии после сварки, образцы второй серии подвергали проковке сразу после сварки, а образцы третьей испытывали после исчерпания ими 50 % долговечности. Полученные результаты (рис. 26) показывают, что повышение долговечности образцов третьей серии, испытанных в диапазоне максимальных напряжений $\sigma_{\max} = 175 \dots 225$ МПа, более чем в 2 раза выше по сравнению с повышением долговечности образцов второй серии и на порядок выше по сравнению с повышением долговечности образцов первой серии, испытанных при тех же уровнях максимальных напряжений. При этом предел выносливости

на базе $2 \cdot 10^6$ циклов переменных напряжений увеличился по сравнению с исходным состоянием на 50 % в образцах второй серии и на 66 % в образцах третьей серии. Такое повышение долговечности в образцах третьей серии, предварительно испытанных в исходном состоянии после сварки до выработки 50 % их долговечности при $\sigma_{\max} = 200$ МПа и выше, объясняют перегрузкой (образованием пластических деформаций) в зонах концентраторов и соответственно наведением остаточных напряжений сжатия в этих зонах при первых циклах нагружения. При последующей проковке долговечность образцов дополнительно увеличилась.

Практика эксплуатации сварных конструкций различного назначения показывает, что даже на ранних стадиях их эксплуатации в сварных соединениях могут появляться усталостные трещины — наиболее опасные виды дефектов.

В литературе исследована эффективность применения высокочастотной механической проковки для повышения сопротивления усталости тавровых сварных соединений низколегированных сталей с поверхностными усталостными трещинами. Было установлено существенное различие сопротивления усталости четырех ЗТВ угловых швов тавровых сварных соединений низколегированных сталей (рис. 27). При этом различие между циклической долговечностью ЗТВ угловых швов до образования усталостной трещины глубиной примерно 1 мм может составлять более 9 раз.

Использование проковки ЗТВ с образовавшимися усталостными трещинами глубиной около 1 мм более чем в 3,5 раза повышает циклическую долговечность таврового сварного соединения при постоянном или блочном нагружении по сравнению с исходным состоянием соединения.

При выполнении ремонтных работ с целью максимального увеличения циклической долговечности тавровых сварных соединений рекомендуют упрочнять проковкой все четыре ЗТВ таких соединений после образования в одной из них трещины глубиной около 1 мм. Упрочненные проковкой три образца с образовавшимися усталостными трещинами после 178 400, 232 800 и 344 100 циклов переменных напряжений не разрушились при наработке $2 \cdot 10^6$ циклов.

В литературных источниках оценивали эффективность различных способов ремонта для увеличения циклической долговечности сварных соединений из стали 09Г2С. В качестве критерия оценки был выбран коэффициент повышения долговечности $K_{п.д}$

$$K_{п.д} = N_y \cdot N_{и},$$

где N_y — циклическая долговечность соединения на определенном уровне напряжений после упрочнения проковкой в исходном состоянии, после ремонта сваркой, после ремонта сваркой с применением проковки упрочненных и не упрочненных в исходном состоянии соединений; $N_{и}$ — циклическая долговечность соединения на том же уровне напряжений в исходном состоянии после сварки. Значения $K_{п.д}$ для различных условий см. на рис. 28.

Исследованиями установлено, что первый и второй ремонт сваркой неупрочненных соединений с усталостными трещинами практически восстанавливают их циклическую долговечность до уровня исходного состояния, а уже после третьего ремонта долговечность не превышает 75 % исходного значения.

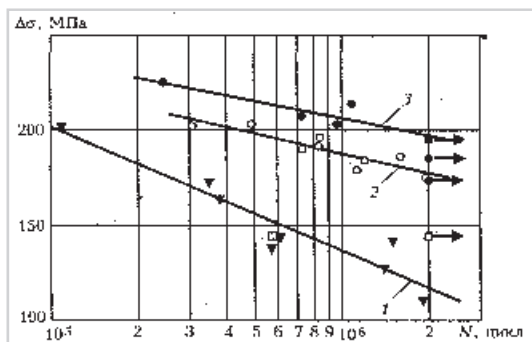


Рис. 26. Кривые усталости сварных соединений низкоуглеродистой стали СтЗсп, полученные для образца в исходном состоянии (1), обработанного ВМП сразу после сварки (2) и после исчерпания им 50 % долговечности (3) (□ — результаты испытания после исчерпания образцом приблизительно 95 % долговечности). (Кныш В. В., Кузьменко А. З., Соловей С. А. Повышение циклической долговечности сварных тавровых соединений с поверхностными трещинами // Автомат. сварка. — 2009. — № 1. — С. 38–43)

В то же время дополнительная проковка зон перехода ремонтных швов к основному металлу повышает циклическую долговечность соединений после первой ремонтной сварки не менее чем в 4 раза, а после второй-третьей — не менее чем в 3 раза по сравнению с долговечностью соединений в исходном состоянии.

Что касается проковки сварных соединений после сварки, то она повышает циклическую долговечность упрочненных соединений в 5 раз по сравнению с их исходным состоянием.

Согласно литературным данным, ремонтную сварку с упрочняющей проковкой целесообразно выполнять не более чем два раза на одном сварном соединении из-за исчерпания несущей способности основного материала и ранее выполненных швов вследствие достижения ими ограниченных пределов выносливости.

Повышение сопротивления усталости является актуальным не только для стальных сварных конструкций, но и для сварных конструкций из алюминиевых сплавов. Известно, что циклическая долговечность сварных соединений алюминиевых сплавов составляет лишь 40 % от соответствующего показателя соединений конструкционных сталей. Поэтому сварные алюминиевые конструкции в большей степени, чем стальные, нуждаются в послесварочных обработках.

Наряду с другими способами послесварочных обработок для повышения сопротивления усталости сварных соединений алюминиевых сплавов используют высокоточную механическую проковку.

Была выполнена оценка эффективности проковки и сопоставлены результаты испытаний на усталость трех видов образцов стыковых сварных соединений из алюминиевого сплава АМг6 толщиной 12 мм: в исходном состоянии после сварки; обработанных механически (выпуклости швов фрезеровали до уровня основного металла, затем соединение шлифовали); подвергнутых высокочастотной механической проковке.

Испытания проводили на трех режимах:

Режим 1: потребляемая мощность генератора 0,3 кВт; частота колебаний 19,5–22,5 кГц; амплитуда колебаний выходного торца волновода 14–22 мкм; диаметр бойков 2 мм; количество бойков 4 шт.; скорость перемещения инструмента $7 \cdot 10^{-3}$ м/с.

Режим 2: выходная мощность генератора 1,0 кВт; частота колебаний выходного торца волновода 26,5–28,0 кГц; амплитуда колебаний выходного торца волновода 24–40 мкм; диаметр бойков 3 мм; количество бойков 4 шт.; скорость перемещения инструмента $6 \cdot 10^{-3}$ м/с.

Режим 3: потребляемая мощность генератора 0,3 кВт; частота колебаний 19,5–22,5 кГц; амплитуда колебаний выходного торца волновода 14–22 мкм; диаметр бойков 5 мм; количество бойков 3 шт.; скорость перемещения инструмента $5 \cdot 10^{-3}$ м/с.

Результаты испытаний на усталость образцов всех серий показаны на рис. 29. Установлено, что повышение сопротивления усталости стыковых соединений алюминиевого сплава АМг6 после проковки по сравнению с соответствующим показателем соединения в исходном состоянии наблюдали на всех режимах обработки и при всех значениях коэффициента асимметрии цикла. Наибольшее (73–109 %) повышение отмечалось при симметричном цикле напряжений, наимень-

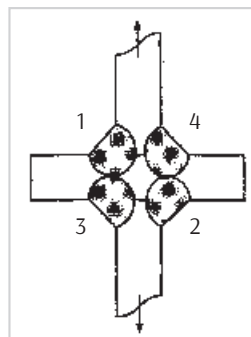


Рис. 27. Схема фрагмента таврового сварного соединения с нумерацией ЗТВ (Кныш В. В., Кузьменко А. З., Соловей С. А. Повышение циклической долговечности сварных тавровых соединений с поверхностными трещинами // Автомат. сварка. — 2009. — № 1. — С. 38–43)

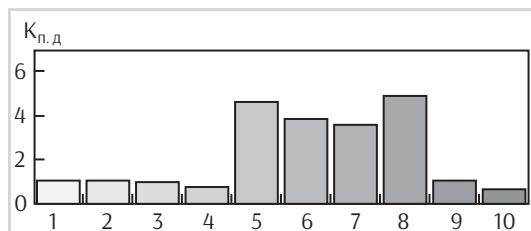


Рис. 28. Коэффициенты повышения долговечности $K_{п.д}$ сварных соединений стали 09Г2С: 1 — исходное состояние; 2–4 — соответственно первый, второй и третий ремонт сваркой; 5–7 — соответственно первый, второй и третий ремонт сваркой и проковка неупрочненных соединений; 8 — сварка и проковка соединений в исходном состоянии; 9, 10 — соответственно первый и второй ремонт сваркой и проковка упрочненных соединений (Кныш В. В., Ковальчук В. С. Повышение ресурса металлоконструкций из низкоуглеродистых сталей высокочастотной механической проковкой после ремонтной сварки // Автомат. сварка. — 2007. — № 11. — С. 39–40)

шее (20–45 %) — при отнулевом цикле. Пределы ограниченной выносливости при симметричном ($R_\sigma = -1$) и отнулевом ($R_\sigma = 0$) циклах нагружения значительно возрастали с увеличением диаметра бойков от 2 до 5 мм. Изменение интенсивности наклепа, обусловленное увеличением мощности генератора, не оказало заметного влияния на пределы ограниченной выносливости при применении бойков диаметром 2 и 3 мм. Достигнутые при проковке результаты превышали соответствующий показатель сопротивления усталости соединения со снятой выпуклостью сварного шва. Наилучшие результаты были получены на режиме 3.

В области однозначных переменных напряжений ($R_\sigma = 0,4$) циклическая долговечность образцов после высокочастотной проковки была ниже, чем в образцах со снятой выпуклостью сварного шва. При $R_\sigma = 0,4$ лучший результат был получен на режиме 3, характеризующемся малой интенсивностью проковки.

Повышение сопротивления коррозии. Ультразвуковая обработка повышает сопротивление коррозионным и коррозионно-усталостным повреждениям.

Было изучено влияние ультразвуковой обработки на коррозионную стойкость плоских сварных образцов и образцов в виде кольца (ГОСТ 26294-84) из стали СтЗсп. Исследование электрохимической гетерогенности сварных соединений производили в 20%-ном растворе при комнатной температуре. Измеряли потенциалы в различных зонах (основной металл, ЗТВ, металл шва) по отношению к насыщенному хлорсеребряному электроду. Установлено, что ультразвуковая обработка плоских сварных образцов из стали СтЗсп толщиной 10 мм снижает электрохимическую гетерогенность ЗТВ на 60 мВ, что должно способствовать торможению протекания коррозионных процессов в сварных соединениях. Испытания сварных образцов в виде кольца на склонность к кор-

розионному растрескиванию проводили в кипящем растворе 57% $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ и 6% NH_4NO_3 . При этом стойкость против коррозионного растрескивания образцов, подвергнутых ультразвуковой обработке, увеличилась в 5 раз по сравнению со стойкостью образцов в состоянии после сварки.

При изучении сопротивления коррозионной усталости сварных соединений, упрочненных высокочастотной механической проковкой, было исследовано влияние коррозионной среды на снижение сопротивления усталости неупрочненных и упрочненных проковкой сварных соединений 10ХСНД с угловыми швами. В качестве коррозионной среды использовали 3%-ный раствор NaCl. Испытания на коррозионную усталость четырех серий образцов проводили при одноосном переменном растяжении с асимметрией цикла $R_\sigma = 0$. Образцы первой и второй серий испытывали в исходном состоянии после сварки соответственно на воздухе и в коррозионной среде, образцы третьей и четвертой серий после сварки подвергали проковке и испытывали также на воздухе и в коррозионной среде. Все образцы испытывали до полного разрушения.

Результаты испытаний всех четырех серий образцов показаны на рис. 30. Данные кривых усталости 1 и 3 доказывают, что применение проковки в качестве способа поверхностного пластического деформирования металла соединений вблизи мест локализации усталостных повреждений в 3,5 раза повышает коррозионную стойкость. При этом коррозионная долговечность упрочненных соединений увеличивается в 2,5 раза по сравнению с коррозионной долговечностью неупрочненных соединений, испытанных на воздухе (кривые 2 и 4). Предел выносливости сварных соединений, отвечающий базе $2 \cdot 10^6$ циклов в коррозионной среде, повышается на 80 % по сравнению с неупрочненными соединениями. Авторы исследований предполагают, что это может быть вызвано тем, что напряжения сжатия, наводимые в поверхностном слое при упрочнении, не только увеличивают стадию образования усталостных трещин, но и способствуют закрытию зародившихся микроскопических трещин и выдавливанию из них коррозионного раствора. Последний фактор снижает циклическую долговечность упрочненных соединений в 2–4 раза в зависимости от уровня приложенных напряжений, а предел выносливости на базе $2 \cdot 10^6$ циклов — на 30 % (кривые 3 и 4). Циклическая долговечность образцов в исходном состоянии после сварки, испытанных в коррозионной среде, уменьшается в 1,4 раза, а предел выносливости — на 15 % (кривые 1 и 2). Такое различие данных для неупрочненных и упрочненных соединений, испытанных на воздухе и в коррозионной среде, объясняется тем, что все упрочненные образцы разрушились вдали от зоны сплавления по основному металлу. В этом случае экспериментальные данные (кривые 3, 4 на рис. 30) фактически представляют кривые усталости основного металла (сталь 10ХСНД), испытанного на воздухе и в коррозионной среде.

В настоящее время в мировой практике ультразвуковая обработка сварных соединений рекомендована к применению в судостроении, мостостроении, экскаваторостроении, авиастроении, химическом машиностроении и других отраслях.

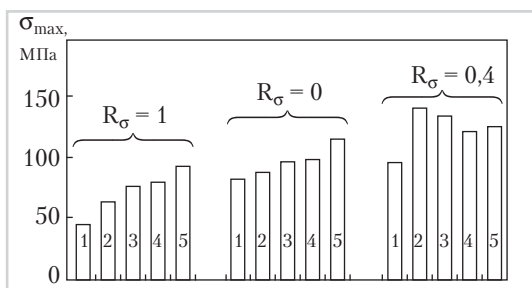


Рис. 29. Изменение значений предела выносливости $\sigma_{\max}$ при $N = 1 \times 10^6$ в зависимости от технологии обработки соединения и асимметрии цикла переменных напряжений: 1 — без обработки; 2 — обработанные механически; 3–5 — соответственно обработанные на режимах 1–3 (Применение высокочастотной механической проковки для повышения усталости стыковых соединений алюминиевых сплавов / В. И. Труфяков, В. А. Шонин, В. С. Машин и др. // Автомат. сварка. — 2001. — № 7. — С. 7–11)

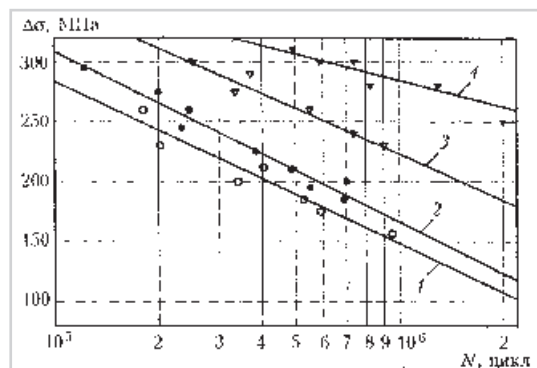
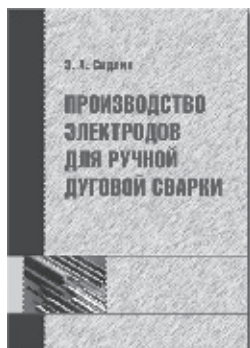


Рис. 30. Кривые усталости тавровых сварных соединений низколегированной стали 10ХСНД: 1, 2 — в исходном состоянии после сварки соответственно в коррозионной среде и на воздухе; 3, 4 — после упрочнения технологии ВМП соответственно в коррозионной среде и на воздухе (Сопротивление коррозионной усталости сварных соединений, упрочненных высокочастотной механической проковкой / В. В. Кныш, И. И. Вальтерис, А. З. Кузьменко и др. // Автомат. сварка. — 2008. — № 4. — С. 5–8)



З. А. Сидлин. Производство электродов для ручной дуговой сварки.
2009. — 464 с.

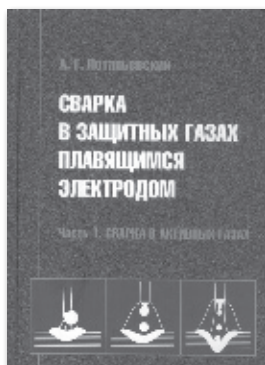
Детально описаны все стадии технологического процесса производства металлических покрытых электродов для ручной дуговой сварки, применяемые материалы и оборудование. Даны теоретические основы процессов, протекающих как при изготовлении, так и при применении электродов. Особое внимание уделено вопросам обеспечения качества продукции.

Для инженерно-технического персонала, мастеров и рабочих электродных производств, может быть использована для индивидуальной подготовки и повышения квалификации.

С. Н. Жизняков, З. А. Сидлин. Ручная дуговая сварка. Материалы. Оборудование. Технология. 2006. — 360 с.

Рассмотрены физико-металлургические процессы при ручной дуговой сварке покрытыми электродами. Даны характеристики и классификация электродов, представлена номенклатура промышленных марок, источники питания и другое оборудование. Изложены рекомендуемые технологии сварки сталей, чугуна и цветных металлов и их особенности. Рассмотрены дефекты сварных соединений и причины их образования, а также вопросы ремонтной сварки.

Рассчитана на инженерно-технических работников сварочного производства. Может быть полезна учащимся технических учебных заведений и для повышения квалификации.



А. Г. Потаповский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом, Часть 1. Сварка в активных газах. 2007. — 192 с.

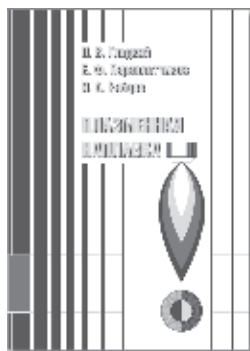
Описаны современные способы сварки в защитных газах плавящимся электродом, особенно сти горения дуги в защитных газах, виды переноса электродного металла и управление процессами сварки. Рассмотрены особенности металлургических реакций. Даны рекомендации по выбору электродной проволоки для сварки сталей, технике и технологии сварки, повышению производительности. Приведены сведения об аппаратах, источниках тока и системах обеспечения защитными газами, а также технике безопасности при выполнении сварочных работ.

Рассчитана на инженерно-технических работников сварочного производства, сварщиков-технологов и конструкторов, может быть полезна учащимся средних и высших технических учебных заведений.

Г. И. Лашенко. Способы дуговой сварки сталей плавящимся электродом.
2006. — 384 с.

Рассмотрены структурные схемы способов дуговой сварки сталей плавящимся электродом (ДСПЭ) и общие вопросы свариваемости сталей. Изложены современные представления об энергетической эффективности процесса, формировании швов, производительности и экологических показателях ДСПЭ. Приведены современные способы сварки с применением различных защитных сред, позволяющие регулировать тепловложение в свариваемое изделие, улучшающие формирование металла шва и повышающие производительность сварки. Приведены сведения о гибридных и комбинированных способах дуговой сварки плавящимся электродом.

Рассчитана на инженерно-технических работников, занятых в области сварочного производства. Может быть полезна преподавателям, аспирантам и студентам технических университетов.



П. В. Гладкий, Е. Ф. Переплетчиков, И. А. Рябцев. Плазменная наплавка.
2007. — 292 с.

Рассмотрены основные способы плазменной наплавки. Особое внимание уделено плазменно-порошковой наплавке, позволяющей существенно расширить круг сплавов, наплавляемых механизированным способом. Приведены требования к наплавочным порошкам, рассмотрены основные способы их производства, технологические особенности плазменной наплавки и методика выбора режимов плазменно-порошковой наплавки, рассмотрены примеры наплавки ряда характерных деталей. Представлены также сведения об оборудовании для плазменной наплавки, рассмотрены конструкции основных узлов установок, даны их характеристики.

Рассчитана на инженерно-технических работников, занимающихся восстановлением и упрочнением деталей машин и механизмов. Может быть полезна студентам вузов.

Заказы направлять по адресу: 380036 РФ, г. Белгород, б-р Юности, 2, к. 317.
Тел./ф. (4722) 53-73-27; тел. (4722) 53-73-23; моб. тел. 8 (910) 736-26-79, 8 (910) 361-78-92
МОЗГОВОЙ Виктор Федорович. E-mail: mozgovovjf@rambler.ru.
МОЗГОВАЯ Татьяна Викторовна. E-mail: afina-bel@mail.ru.

Резка взрывом под водой при строительстве морских платформ

С. Ю. Максимов, Институт электросварки им.Е.О.Патона НАН Украины

Добычу нефти и газа на шельфе в азербайджанском секторе Каспийского моря выполняют с использованием стационарных платформ, устанавливаемых на морское дно. Процесс их строительства проходит в несколько этапов: изготовление основания платформы на заводе, его транспортировка к месту установки, установка и крепление, окончательная достройка. Для управления плавучестью основания к нему крепят понтоны, которые после установки основания удаляют.

В 2014 г. были проведены работы по транспортировке и установке основания морской стационарной платформы МСП-7 на месторождении «Гюняшли», находящемся в 124 км от берега моря в районе Баку. Основание платформы было изготовлено на Бакинском заводе глубоководных оснований (рис. 1). С двух сторон к платформе с помощью сварки были прикреплены два понтона. Понтоны представляют собой ра-

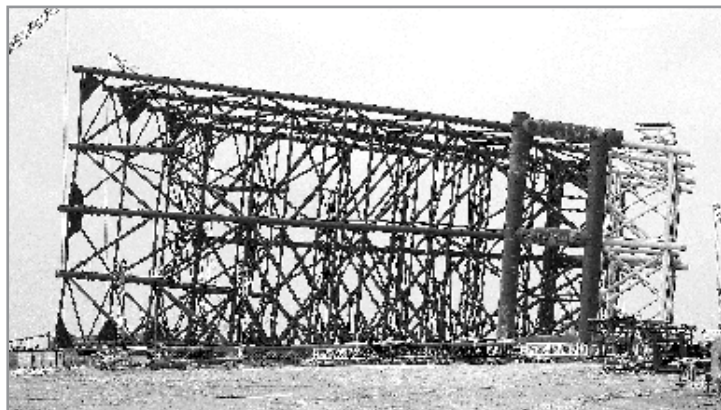


Рис. 1. Основание платформы МСП-7 с приваренными понтонами

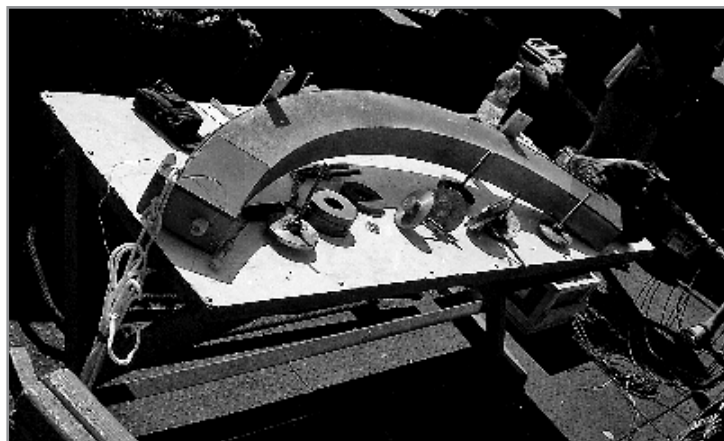


Рис. 2. Сегментный заряд

мочную конструкцию, изготовленную из труб диаметром 4160 мм массой 489 т и водоизмещением 2269 т. Их крепят к платформе с помощью сварки в шести точках трубами диаметром 1784 мм с толщиной стенки 25 мм.

Для отделения понтонов от платформы было принято решение применить резку взрывом. Работы были выполнены совместными усилиями подразделений НТК ИЭС им. Е. О. Патона: кумулятивные заряды изготовлены НИЦ «Материалообработка взрывом»; проектирование осуществило ОКТБ; корпуса зарядов изготовил ОЗСО. Заряды устанавливали водолазы ИЭС, прошедшие соответствующую подготовку. Так как в соответствии с требованиями Государственной рыбной инспекции Азербайджана допускается суммарно при одном подрыве взрывать заряды с массой взрывчатого вещества не более 1 кг, заряд был разделен на 4 сегмента с массой взрывчатого вещества 946 г в каждом (рис. 2). Длина зарядов составляла 1600 мм, что обеспечивало перекрытие соседних резов на 200 мм.

Понтоны отделяли от основания платформы по одному, с резкой в трех местах на глубине 30 м и в трех местах на глубине 12 м. Предварительно понтоны заполняли водой для предотвращения самопроизвольного всплытия на поверхность. Работы проводили в следующем порядке. Водолаз принимал с катера заряд (рис. 3) и устанавливал его на место реза. Крепление к трубе осуществляли с помощью магнитов. После этого водолаз возвращался на водолазный катер, монтировал взрывную цепь, опускался к месту установки заряда, устанавливал взрывной патрон в узел инициирования заряда и вновь поднимался на поверхность. Через 5 мин после подрыва заряда проводили контрольный спуск для осмотра места реза. По окончании последнего реза понтоны с помощью крана поднимали на поверхность (рис. 4).

Способ резки взрывом был выбран исходя из условий выполнения работ в Каспий-

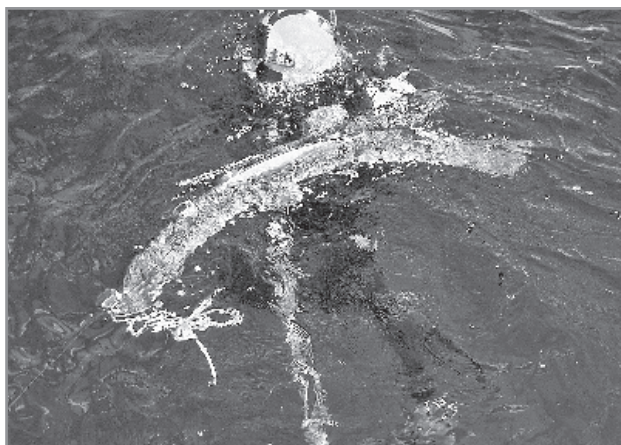


Рис. 3. Транспортировка водолазом сегментного заряда к месту его установки



Рис. 4. Отрезанный понтон после подъема на поверхность

ском море – частые штормы, ограниченное время, и самой возможности проведения водолазных спусков. Установка одного заряда без учета времени, необходимого на спуск водолаза к месту работ и его подъем на поверхность, занимала всего около 10 мин, а общие затраты времени на выполнение всех резов составили 4 ч. При использовании альтернативных способов резки – порошковой проволокой или электрода-

ми, для выполнения таких объемов работ времени понадобилось бы, как минимум, в 2-3 раза больше при дополнительных расходах на материалы и оборудование. Таким образом, полученный при проведении этих работ опыт показал, что использование энергии взрыва для разделительной резки под водой целесообразно с точки зрения сокращения сроков выполнения работ и их стоимости.

● #861



В «Уралмаш НГО Холдинг» введены в эксплуатацию новые металлообрабатывающие центры

На производственной площадке «Уралмаш НГО Холдинг» в Екатеринбурге запущен новый участок чистовой обработки деталей. Данный участок оснащен двенадцатью современными обрабатывающими центрами с ЧПУ марки Doosan, предназначенными для чистовой обработки деталей буровых насосов, лебедок, роторов, крюкоблоков и другого бурового оборудования.

Как отметили в пресс-службе компании, запуск новых станков позволит «Уралмаш НГО Холдинг» уже в 2015 г. увеличить производительность по механообработке в 2 раза, снизив при этом себестоимость продукции.

Всего в 2015 г. будет введено в эксплуатацию 18 единиц современного станочного оборудования для чистовой обработки деталей, в том числе токарные обрабатывающие центры, вертикальные токарные обрабатывающие центры, вертикально-фрезерные обрабатывающие центры, порталный обрабатывающий центр, горизонтально-расточные станки.



Установка нового станочного оборудования осуществляется в рамках комплексной инвестиционной программы модернизации производства, действующей в «Уралмаш НГО Холдинг» при поддержке Газпромбанка. Основными целями модернизации производства компании являются увеличение производительности труда, увеличение объемов производства, снижение себестоимости и стабилизация качества продукции.

www.i-mash.ru

Сварочный аппарат для автоматической дуговой сварки под флюсом кольцевых поворотных стыков в глубокую разделку А1569М и А1569М1

В. С. Романюк, С. И. Великий, А. В. Семененко, А. К. Полищук, М. И. Дубовой,
ГП «ОКБ ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ» (Киев)

В апреле 2014 г. специалистами ГП «ОКБ ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ» на предприятии ОАО «Турбоатом» (Харьков) были внедрены новые сварочные (наплавочные) аппараты А1569М и А1569М1. Оборудование предназначено для многопроходной автоматической или полуавтоматической дуговой сварки под флюсом кольцевых швов роторов турбин в глубокую разделку, а также для наплавки наружных поверхностей цилиндрических изделий.

Аппараты А1569М (рис. 1) с системой управления СУ415 установлены на стенде «Шумахер» в цехе № 53 ОАО «Турбоатом». На стенде выполняют сварку роторов паровых турбин и валов гидротурбин, глубина разделки достигает 400 мм. Существует также возможность наплавки цапф лопаток направляющих аппаратов и других цилиндрических поверхностей диаметром от 250 до 1500 мм.

Двухголовочный аппарат А1569М1 (рис. 2) с системой управления СУ410 установлен на портале № 1 в цехе № 73 (рис. 3). На порталной установке выполняют сварку роторов паровых турбин-миллионников мощностью 1000 МВт и более, валов гидротурбин, а также наплавку корпусов рабочих колес гидротурбин и поверхностей на валах гидротурбин. Максимальная длина деталей составляет 10 м, наружный диаметр 3450 мм, глубина разделки достигает 400 мм.

Сварку ведут с мощным индукционным нагревом изделия до 350 °С. Сварочная аппаратура была разработана для работы в зоне высоких температур до плюс 120 °С. Применение водоохлаждаемого экрана позволило снизить температуру над экраном до 65 °С.

Проектные работы проводили по Техническому заданию

ОАО «Турбоатом» два отдела «ОКБ ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ» — № 175 «Сварочная аппаратура» и № 230 «Системы управления». В оборудовании использовали комплектующие изделия ведущих зарубежных и отечественных производителей.

Аппараты в двух исполнениях — одиночный А1569М и двуглавый А1569М1 — состоят из следующих механизмов:

- механизмов горизонтального и вертикального перемещений, выполненных на основе зубчатой реечной передачи;
- механизмов подачи сварочной проволоки со сменными подающими шестеренчатыми роликами под различный диаметр проволоки;

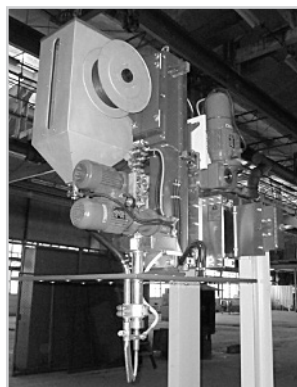


Рис. 1. Аппарат А1569М

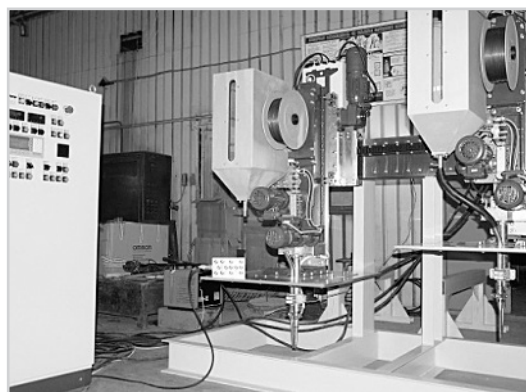


Рис. 2. Двухголовочный аппарат А1569М1

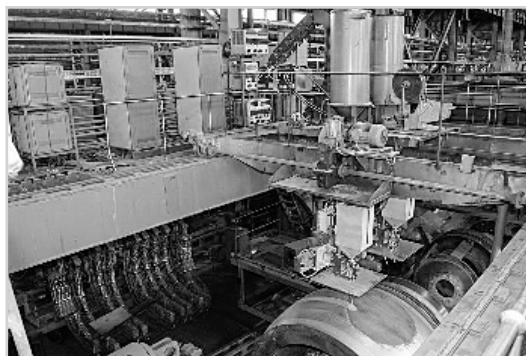


Рис. 3. Портал № 1 в цехе № 73 ОАО «Турбоатом»



Рис. 4. Система управления СУ415 аппаратом А1569М

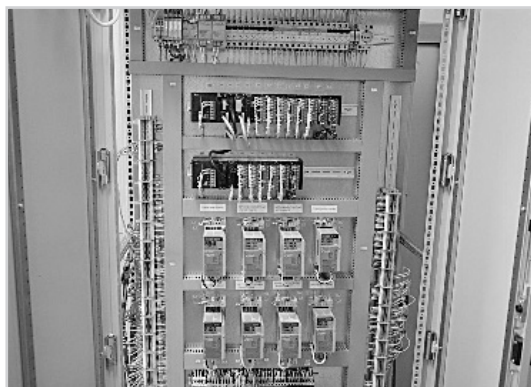


Рис. 5. Систем управления СУ410 аппаратом А1569М1

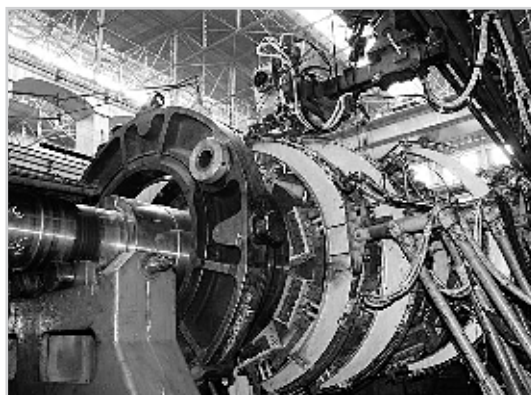


Рис. 6. Сварка аппаратом А1569М (цех № 53, стенд «Шумахер»)

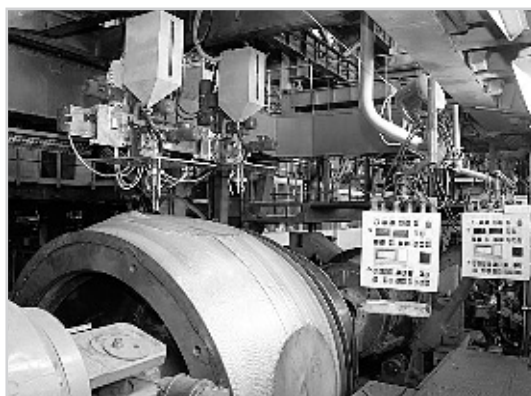


Рис. 7. Наплавка аппаратом А1569М1 (цех № 73)

- механизма поворота мундштука, имеющего в своей конструкции муфту предельного момента для предотвращения поломки мундштука о стенку свариваемой разделки.

Все механизмы приводятся в движение при помощи червячных мотор-редукторов фирмы NORD (Германия), подобранных и укомплектованных дополнительными опциями с учетом эксплуатационных особенностей оборудования.

Имеется система подачи флюса с ручной шибберной заслонкой. Аппараты укомплектованы сменными мундштуками, токоподводящими наконечниками и спиралями под разную глубину разделки и разный диаметр сварочной проволоки.

Конструктивно А1569М1 отличается от А1569М тем, что у сдвоенного аппарата две сварочные головки установлены на одной горизонтальной балке. У каждой из головок свои механизмы перемещения. Сдвоенный вариант предназначен для увеличения производительности путем сварки двух поворотных стыков одновременно.

Электрооборудование системы управления (СУ415) аппаратом А1569М размещено в отдельном стоящем шкафу управления, расположенном рядом с аппаратом. Управление осуществляют со стационарного главного пульта, расположенного на двери шкафа, и ручным пультом аппарата (рис. 4).

Электрооборудование системы управления (СУ410) сварочным аппаратом

Технические характеристики аппаратов А1569М и А1569М1

Глубина разделки, мм, не более	400
Ширина разделки, мм	24–36
Сила сварочного тока, А (ПВ=100%)	500
Диаметр электродной проволоки, мм	1,2–3,2
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	30–350
Величина подъема головки, мм, не более	500
Смещение головки вдоль оси изделия, мм, не менее	±75 (А1569М), ±170 (А1569М1)
Скорость подъема головки, м/мин:	
рабочая	0,05
маршевая	1,5
Скорость смещения вдоль оси изделия, м/мин:	
рабочая	0,05
маршевая	1,5
Заполнение разделки валиками (в автоматическом режиме), шт.	1–3
Температура предварительного нагрева свариваемого (наплавляемого) изделия, °С, не более	350
Напряжение питающей сети (50 Гц), В	3х380.

A1569M1 размещено в отдельно стоящем шкафу управления, расположенном отдельно от аппарата. Управление осуществляют с помощью двух главных пультов, расположенных рядом с аппаратом, а также ручных пультов (рис. 5). Система СУ410 обеспечивает комплексное управление всем оборудованием: сварочным аппаратом, приводами перемещения тележки портала, а также мощным (37 кВт) приводом стэнда вращения изделия.

Системы управления также дистанционно включают и регулируют напряжение источников сварочного тока типа ВДУ-1250.

Система управления обеспечивает вывод на дисплей требуемых параметров процесса, индикацию измеренных параметров сварки, вывод аварийных и технологических сообщений, а также звуковую и световую сигнализацию при нештатных ситуациях.

Предусмотрено три режима работы электрооборудования: «Наладка», «Полуавтомат» и «Автомат». Режим «Наладка» предназначен для проверки работы всех механизмов установки и выполнения установочных перемещений перед сваркой. Режим «Полуавтомат» предназначен для управления процессом сварки с ручным (по команде опера-

тора) поворотом мундштука для раскладки валиков и подъемом аппарата на следующий слой сварного шва. Режим «Автомат» используют для управления технологическим процессом многопроходной сварки с автоматической раскладкой валиков и подъемом аппарата на следующий слой.

Особое внимание при разработке системы управления было уделено эргономике и удобству работы оператора. Оператор вводит параметры процесса в реальных единицах измерения. Система автоматически поддерживает заданную линейную скорость сварки при изменении диаметра изделия. Обеспечивается контроль процесса, а также диагностика неисправностей системы с выдачей аварийных сообщений.

В настоящее время оборудование эксплуатируют в трехсменном режиме. В ходе эксплуатации оно зарекомендовало себя как надежное и безотказное. Процесс сварки (наплавки) некоторых изделий ведется непрерывно, в течение трех суток и более.

За последние месяцы на данном оборудовании было сварено и наплавлено множество штатных изделий: роторов низкого и среднего давления, а также рабочих колес гидротурбин (рис. 6, 7).

● #863

Качество продукции «ЗиО-Подольск» сертифицировано американскими аудиторам



ОАО «ЗиО-Подольск» (входит в машиностроительный дивизион Росатома — Атомэнергомаш) успешно прошел сертификационный аудит и подтвердил свою готовность к выпуску продукции, изготовленной в соответствии с требованиями Свода стандартов Американского общества инженеров механиков — ASME.

Сертификационный аудит проводили представители аудиторской группы в составе уполномоченного инспектора ABS Boiler and Marine Insurance Company Томаса Дуайера и представителей компании Quality Program Design Inc. под руководством независимого консультанта ASME Шандора Шомоди.

Для проверки соответствия требованиям ASME аудиторам был представлен пакет документации на двух языках, включающий в себя руководство по контролю качества и процедуры, конструкторскую и технологическую документацию, регламентирующую выполнение требований ASME, а также изготовленный в соответствии с нормами ASME демонстрационный образец и сопроводительная документация, подтверждающая качество его изготовления.

По итогам проведенного аудита заводу присвоены международные коды производства продукции. Код «S» — для энергетических котлов, код «U» — для сосудов, работающих под давлением и код «U2» — для сосудов высокого давления (свыше 200 атмосфер).

«Во время проверки специалисты «ЗиО-Подольск» убедили нас, что умеют работать выполняя нормы ASME. Успешное прохождение сертификации свидетельствует о высоком техническом развитии предприятия, подтверждает, что завод выпускает продукцию в соответствии с международными стандартами качества, которые предъявляет ASME», — отметил руководитель группы международных аудиторов Шандор Шомоди.

Новый сертификат получен сроком на три года и является подтверждением высокого качества российских технологий на международном рынке современного энергомашиностроения.

www.i-mash.ru





Центр трансфера технологий Института электросварки им. Е.О.Патона



ООО «Центр трансфера технологий Института электросварки им. Е.О.Патона» — представитель Института электросварки им. Е.О.Патона (Украина) в России. Основной вид деятельности — внедрение научно-технических разработок и достижений прикладной науки в реальное производство.

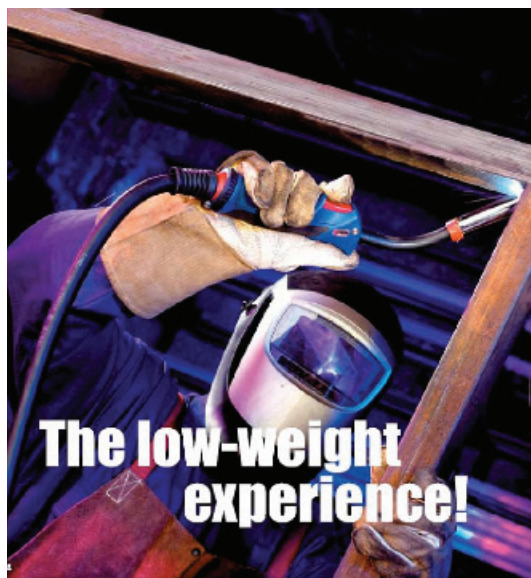
Институт электросварки им. Е.О.Патона в советское время являлся ведущим институтом в области сварки и родственных технологий и до сих пор остается крупнейшим в мире центром создания ресурсосберегающих и конкурентоспособных технологий сварки, наплавки, резки, восстановления, нанесения защитных покрытий и специальной металлургии. Более чем за 80-летнюю историю существования Института лучшими учеными страны создан и накоплен значительный интеллектуальный, научно-технический и производственный потенциал, позволяющий на самом высоком уровне создавать современные технологии, материалы и оборудование для всех отраслей промышленности.

ООО «Центр трансфера технологий Института электросварки им. Е.О.Патона» предлагает технологии и услуги, направленные на оптимальное решение технических проблем с максимальным экономическим эффектом в условиях реального производства:

- технологии восстановления и продления ресурса уникальных металлоконструкций;
- проектирование и изготовление специализированного оборудования для сварочных и наплавочных работ;
- технический аудит, консалтинг применения сварочных технологий, материалов, оборудования;
- издание производственно-практического журнала «Сварщик в России», книг и брошюр по сварке и родственным технологиям.

ABIMIG® GRIP — новое поколение MIG/MAG-горелок made by BINZEL

Уже в начале 2010 года рынок России и потребители сварочной техники смогли лично оценить новое поколение комплектующих BINZEL для MIG/MAG-сварки.



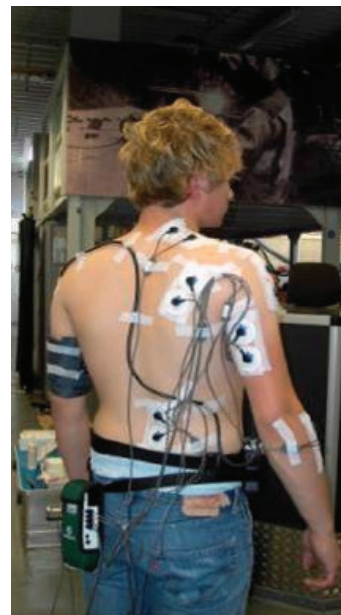
ABIMIG® GRIP. Благодаря инновационному использованию специальных компонентов «GRIP»-системы в конструкции рукоятки и различных вариантов модулей управления, сварочные горелки серии ABIMIG® GRIP (воздушного и жидкостного охлаждения) выгодно отличаются со-

вершенной эргономикой и идеальной фиксацией в руке.

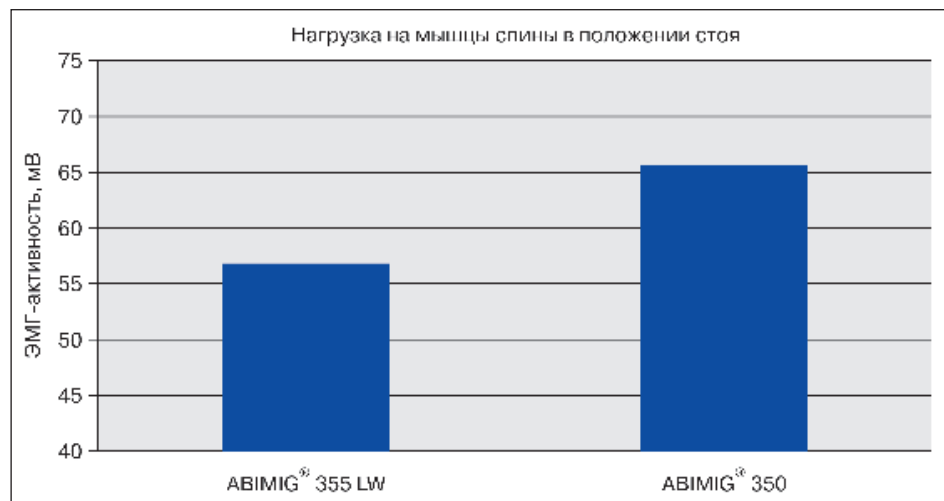
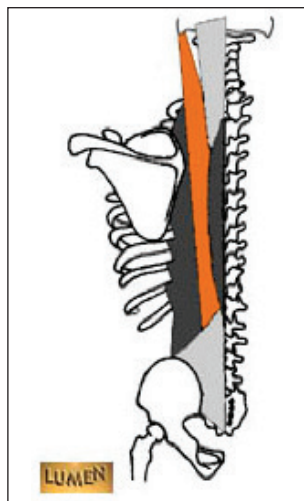
Наряду с «GRIP»-системой, конструкция рукоятки в месте перехода к шланговому пакету оснащена шарниром, что делает манипулирование горелкой более удобным.

Сварочные горелки ABIMIG® GRIP A с воздушным охлаждением мощностью до 320 А комплектуются шланговым пакетом нового поколения **Low-Weight Bikox®**, который обеспечивает идеальный баланс сварочной горелки и дает возможность снизить нагрузку на кисть, а также на мышцы спины сварщика.

ABIMIG® GRIP A 155- 455 LW. Уменьшение мышечной нагрузки подтверждено ЭМГ*-исследованиями. Измерение активности восьми мышц, наиболее нагружаемых в процессе сварки, проводилось ЭМГ-способом с одновременной видеозаписью. Процесс сварки проводился в трех пространственных положениях при участии 10 сварщиков. Нагрузка на мышцы спины сварщика при использовании сварочных горелок нового типа **ABIMIG® GRIP A 355 LW** уменьшается на 16%.



*Электромиограмма (ЭМГ) — электрическая активность мышцы, записанная при помощи поверхностных или внутримышечных электродов. Применяется в исследованиях управления движениями и в медицинской диагностике.



Технические данные согласно EN 60-974-7:

Тип (воздушное охлаждение)	ПВ, %	Сила сварочного тока, А		ПВ, %	Сила сварочного тока, А		Диаметр проволоки, мм
		CO ₂	M21*		CO ₂	M21*	
ABIMIG® GRIP A 155 LW	35	240	220	60	190	170	0,6–1,0
ABIMIG® GRIP A 255LW	35	270	240	60	240	210	0,8–1,2
ABIMIG® GRIP A 305 LW	35	315	300	60	270	240	0,8–1,2
ABIMIG® GRIP A 355 LW	35	350	320	60	300	270	1,0–1,6
ABIMIG® GRIP A 405 LW	35	430	350	60	370	300	1,0–1,6

* Газовая смесь M21

Сварочные горелки ABIMIG® GRIP W с жидкостным охлаждением.

ABIMIG® GRIP W 555-605 хорошо рекомендовали себя в процессе импульсной сварки, благодаря оптимальной двухконтурной системе охлаждения, которая спо-

собствует максимальному охлаждению и стойкости расходного материала.

Конструкции всех горелок продуманы до мельчайших деталей, что не оставляет места для сомнений при выборе профессионального продукта.

Технические данные согласно EN 60-974-7:

Тип (жидкостное охлаждение)	ПВ, %	Сила сварочного тока, А			Диаметр проволоки, мм
		CO ₂	M21*	Impuls M21	
ABIMIG® GRIP W 555 D	100	550	500	400	0,8–1,6
ABIMIG® GRIP W 555	100	575	525	400	0,8–1,6
ABIMIG® GRIP W 605	100	625	575	450	1,0–1,6
ABIMIG® GRIP W 605 D	100	600	550	450	1,0–1,6
ABIMIG® GRIP W 605 C	100	600	550	450	1,0–1,6

* Газовая смесь M21

Выше представлена лишь часть новых разработок ABICOR BINZEL.
 Более подробную информацию всегда можно получить у специалистов
 «Абикор Бинцель — Сварочная техника» или в сети официальных дистрибьюторов.



ООО «АБИКОР БИНЦЕЛЬ Сварочная техника»
 тел. (495) 221-84-81, 221-84-82
 факс 510-64-70
 e-mail: binzel-abicor@yandex.ru
 www.binzel-abicor.com

● #862
 Публикуется
 на правах
 рекламы.

- ▶ 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

ФИЛИАЛ: ООО «РИВАЛ- РУ»
109559, г. Москва, ул. Цимлянская 3, стр. 1, оф. 11
тел./факс: +7 495 358 75 56
моб.: +7 985 213 48 12
info@rywal.ru
www.rywal.eu

Дистрибьюторы:

ООО «НПП СварТехно»
398007 г. Липецк,
ул. Студенческая, 126
+7 (4742) 28-45-45,
27-37-36
info@svartehno.ru
svartehno@bk.ru

ООО «Профессионал групп»
г. Саратов,
ул. Соколова, 129/141
8 (8452) 33-07-01,
33-07-02, 33-28-18
office@s-svarka.ru,
3220177@mail.ru
s-svarka.ru

ООО «Изотерм»
г. Калининград,
ул. Орудийная, 105
+7 (4012) 59 75 81

ООО «Альфа Арс Групп»
8 (915) 102-80-39
+7 (49646) 5-05-76
+7 (49646) 5-01-16
Pys@metizi.ru1



«РИВАЛ-РХЦ» ул. Польна 140В,
87-100 Торунь, Польша,
т. +7 911 860 99 52
т. +48 56 66-93-820
ф. +48 56 66-93-805
export@rywal.com.pl
www.rywal.eu



**ВЕДУЩИЙ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ПОРОШКОВЫХ ПРОВОЛОК
ДЛЯ СВАРКИ, НАПЛАВКИ И НАПЫЛЕНИЯ**

Производственная база ООО «ТМ.ВЕЛТЕК» это единственный на Украине комплекс с полным технологическим циклом изготовления порошковых проволок мощностью до 5000 тн/год.



03680, г.Киев, Украина, ул.Боженко 15, оф.303,507
тел. (044) 200-86-97 факс(044) 200-84-85
office@veldtec.ua www.veldtec.ua

*Качество продукции
подтверждается
объемами поставок
и широким кругом
партнеров*

Представители:

ООО «ТМ.Велтек»
Российская федерация,
г.Белгород, ул.Сумская 20
тел.: +7(4722) 300-708
тел.: +7 (4722) 22-21-21

ООО «СМИТ»
Россия, 248009, г.Калуга,
ул.Габцевское шоссе, 60А
тел.: +7 (4842) 75-04-02
факс: +7 (4842) 77-02-86

ЗАО «ОСК»
Республика Беларусь, 220073
г.Минск, ул.Гусовского 2А, оф.4/1
тел.: +375 (017) 290-87-85

ООО «ПП-ТЕХНОЛОГИИ»
Россия, 241035, г.Брянск
ул.Литейная, 11
тел.: +7 (4832) 57-27-07

15-я Юбилейная
международная выставка
сварочных материалов,
оборудования и технологий

weldex
россварка

**6–9 октября
2015 года**

Москва

КВЦ «Сокольники»



Забронируйте стенд
www.weldex.ru



Тел.: +7 (495) 935 81 00
E-mail: weldex@ite-expo.ru

Официальная поддержка:



Российское
научно-техническое
сварочное общество



European Welding Association



Генеральный
информационный партнер:



Журнал
«Сварочное производство»

Импортозамещающие сварочные материалы производства ОАО «Межгосметиз-Мценск»

О. В. Колюпанов, ОАО «Межгосметиз-Мценск»/«Линкольн Электрик Россия»
(Мценск, Орловская область)

В 2010 году в состав корпорации «Линкольн Электрик» вошла компания ОАО «Межгосметиз-Мценск», известный производитель сварочных материалов на рынке России и СНГ. Завод специализируется на производстве покрытых электродов и проволок сплошного сечения для сварки в среде защитных газов и под слоем флюса.

Начиная с 2010 года, завод ОАО «Межгосметиз-Мценск» приступил к освоению новых марок сварочных материалов по рецептурам компании «Линкольн Электрик», что особенно актуально в сложившейся ситуации с замещением импортной продукции на аналогичные материалы отечественного производства.

Освоение производства сварочных материалов по рецептурам «Линкольн Электрик» началось с марки **Omnia 46** (тип Э46А по ГОСТ 9466-75 и ГОСТ 9467-75; альтернатива: ОК 46.00) — универсальных электродов общего назначения с рутиловым типом покрытия, предназначенных для сварки конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 460 МПа. Их не зря называют «Чемпионом по рутилу» в мире «Линкольн Электрик». Данные электроды обладают рядом важных преимуществ:

- отличаются легким поджигом дуги и стабильным процессом сварки во всех пространственных положениях;
- не склонны к залипанию даже у сварщиков с низкой квалификацией;
- удобны в работе благодаря мягкой дуге и умеренному разбрызгиванию;
- возможна сварка «на спуск» в вертикальном положении за счет достаточного форсирования дуги;
- облегченный повторный поджиг дуги, позволяющий вести сварку прихватками, используя всю длину электрода;
- особый состав покрытия электрода Omnia 46 позволяет работать на сварочных аппаратах с низким напряжением холостого хода;

- имеют аттестацию НАКС.

Одновременно с маркой Omnia 46 было принято решение начать выпуск еще одной марки сварочных электродов по рецептуре «Линкольн Электрик». На этот раз был выбран электрод с основным типом покрытия — **Basic One** (тип Э50А; альтернатива: ОК 48.08). Предназначение: сварка заполняющих и облицовочных слоев ответственных металлоконструкций с временным сопротивлением разрыву до 530 МПа и с высокими требованиями к ударной вязкости металла шва при температуре до -50°C .

Отличительная черта Basic One — отсутствие склонности к образованию «козырька» на кончике, даже при острых углах наклона электрода. Эта особенность позволяет вести сварку под любым углом, что способствует хорошей видимости сварочной ванны и кромок свариваемого изделия.

Основные преимущества:

- устойчивость к образованию трещин даже при сварке среднеуглеродистых сталей (с содержанием углерода до 0,4%);
- эффективность наплавки 120%;
- высокие сварочно-технологические свойства при сварке в сложных пространственных положениях;
- высокая ударная вязкость при низких температурах;



- хорошо подходят для создания промежуточных слоев на сталях с высоким содержанием углерода;
- широкое применение: для сварки трубопроводов различного назначения, мостовых сооружений, сосудов давления, металлоконструкций общего назначения, судостроение и др.
- имеют аттестацию НАКС.

После успешного внедрения освоенных марок электродов в 2014 году ОАО «Межгосметиз-Мценск» начал выпуск электродов для сварки трубопроводов марок **Conarc 52** (тип Э50А; альтернатива: LB-52U) и **Conarc 53** (тип Э50А; альтернатива: ОК 53.70, Böhler Fox EV Pipe), которые широко применяются за рубежом для выполнения корневого шва труб с классом прочности до K60 (нормативный/минимальный предел прочности 588 МПа) и для сварки всего стыка труб с классом прочности до K54 (нормативный/минимальный предел прочности 530 МПа). Минимальная гарантируемая величина ударной вязкости металла шва при сварке электродами **Conarc 52** и **Conarc 53** составляет 59 Дж/см² при –20 °С и –40 °С соответственно.

Отличительные особенности:

- Conarc 52** и **Conarc 53** включены в «Регистр сварочных материалов», технические условия которых соответствуют техническим требованиям ОАО «Газпром»;
- Conarc 52** и **Conarc 53** аттестованы НАКС;
- применяются для сварки сосудов, работающих под давлением, при сварке и ремонте изделий тяжелого машиностроения, а также для других ответственных металлоконструкций;
- Conarc 52** снижает затраты на подварку и ремонт, а также требования к сборке стыка.

В 2015 году на очереди новый проект — производство электродов **Conarc 74** (тип Э60; альтернатива: ОК74.70, Böhler Fox EV 65) для сварки высокопрочных сталей

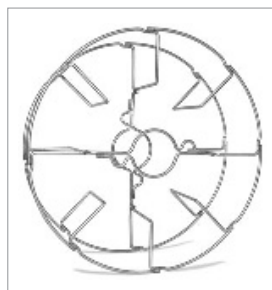
с временным сопротивлением разрыву до 588 МПа и с требованиями к ударной вязкости металла шва при температуре –60 °С. Основное назначение — сварка и ремонт заполняющих и облицовочных слоев шва труб прочностных классов K55-K60.

Ожидаемые характеристики:

- низкое содержание диффузионного водорода в наплавленном металле;
- эффективность наплавки 110–120 %

Проекты по импортозамещению коснулись и сварочных проволок. В частности, при сварке проволокой сплошного сечения в среде защитного газа рекомендуем применять омедненную проволоку марки **Lincoln SG2** (тип Св-08ГС) — альтернатива импортным проволокам, которые широко применяются в различных отраслях промышленности при строительстве и ремонте в механизированном, автоматическом и роботизированном процессах. Кроме того, в данном способе сварки хорошо показывают себя и проволоки отечественных марок — **Св-08Г2С** или **Св-08Г2С-О (омедненная)**, которые являются ключевым производственным продуктом ОАО «Межгосметиз-Мценск» уже более 10 лет.

В 2015 году производство перешло на намотку проволок малого диаметра на кассеты К-300АО по 18 кг, которые не требуют адаптера (имеют встроенный адаптер с отверстием 52 мм).



Кассета К-300АО

Преимущества новой упаковки для потребителя заключаются в меньших затратах времени на смену использованных кассет и отсутствии необходимости в дополнительной закупке адаптеров.

В качестве замены импортных проволок для сварки под флюсом ОАО «Межгосметиз-Мценск» предлагает проволоки сплошного сечения марок: **Св-08ГА**, **S2Mo** и **Св-10НМА**. ● #866

Публикуется на правах рекламы



По вопросам приобретения обращайтесь в отдел сопровождения продаж ООО «ТД «Межгосметиз»:

+7–48646–348–61, +7–48646–321–99

E-mail: Russia@lincolnelectric.eu

www.lincolnelectric.ru



ХІV МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2015

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ



**МЕТАЛЛО-
ОБРАБОТКА**

МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



**УКРПЛАСТ
TECH**

ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
И ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТМАСС



**ГИДРАВЛИКА
ПНЕВМАТИКА**



**УКРПРОМ
АВТОМАТИЗАЦИЯ**

ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ



**ОБРАЗЦЫ, СТАНДАРТЫ,
ЭТАЛОНЫ, ПРИБОРЫ**

КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ,
ЛАБОРАТОРНОЕ И ИСПЫТАТЕЛЬНОЕ
ОБОРУДОВАНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ



**БЕЗОПАСНОСТЬ
ПРОИЗВОДСТВА**

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ, БЕЗОПАСНОСТЬ
РАБОЧЕЙ ЗОНЫ



**УКРМАШ
TECH**

ПРОМЫШЛЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



**УКРВТОР
TECH**

КОМИССИОННАЯ ТЕХНИКА,
ОБОРУДОВАНИЕ



ПОДШИПНИКИ



УКРСВАРКА

ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ
И МАТЕРИАЛЫ



**ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ
СКЛАДСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**



УКРЛИТЬЕ

Генеральный
информационный партнер:

**ОБОРУДОВАНИЕ
ИНСТРУМЕНТ**

Технический партнер:

Rent media

ufi
Approved
Event



ОРГАНИЗАТОР

Международный выставочный центр

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

**Украинской Национальной Компании
"Укрстанкоинструмент"**

**24-27
НОЯБРЯ**



+38 044 201-11-65, 201-11-56, 201-11-58

e-mail: lilia@iec-expo.com.ua

www.iec-expo.com.ua

www.tech-expo.com.ua

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

Основные направления развития кислородной резки металлов больших толщин

В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко, С. А. Чумак, ООО «НИИПТмаш — Опытный завод»,
В. В. Капустин, ПАО «Энергомашспецсталь» (Краматорск)

В последнее время на предприятиях Украины и России количество работающих машин и агрегатов для газокислородной резки металлов больших толщин (МБТ) уменьшается. Это явление можно объяснить спадом экономики и сокращением производства, отсутствием финансирования на поддержание нормальной эксплуатации оборудования, которое по большей части морально и физически изношено, многократным повышением цен на энергоносители, а также другими причинами.

Специализация машин для кислородной резки МБТ осуществлялась по следующим направлениям:

1. Резка прибылей среднего и крупного литья.
2. Резка поковок и кузнечных слитков.
3. Резка слитков непрерывного литья.
4. Фигурная вырезка деталей из плоских поковок и плит.
5. Машинная кислородная резка крупного металлолома на габаритные куски.
6. Кислородная резка заготовок специального назначения.

Сокращение количества работающих машин и агрегатов для резки МБТ по направлениям происходит непропорционально. В течение последних десяти лет ООО «НИИПТмаш — Опытный завод» не выполнил ни одной работы по первому направлению, зато провел по одной работе во втором и третьем направлениях, выполнил три работы в четвертом направлении и внедрил шесть работ в пятом направлении.

После изучения на конкретных примерах особенностей кислородной резки МБТ и признания необходимости механизации процесса в каждом направлении можно прогнозировать развитие машинной кислородной резки МБТ в краткосрочной и долгосрочной перспективе.

Резка прибылей среднего и крупного литья. Машины для кислородной резки

среднего (толщина прибыли до 800 мм), крупного (800–1200 мм) и сверхкрупного (свыше 1200 мм) литья созданы с целью замены малопроизводительной и затратной резки кислородным копьём, которая была узким местом в технологической цепочке производства отливок, высокопроизводительной механизированной кислородной резкой с использованием дешевых кислорода и природного газа. В 1970-х годах широко внедряли установки для отрезки прибылей диаметром до 1200 мм (УОПП-1) и диаметром до 1800 мм (УОП-1, УОП-2), хорошо зарекомендовавшие себя в работе и эксплуатирующиеся до настоящего времени.

В последнее время были созданы мощные ручные газокислородные резаки (РЗ-ФЛЦ; ТОРН-Р и др.), которые позволяют отрезать прибыли толщиной до 600 мм за один проход, а с подрезкой и разводкой полости реза можно отрезать прибыли толщиной до 1200 мм. Эти резаки мало уступают по производительности машинным резакам, но расходуют значительно меньше энергоносителей, что важно при высоких ценах на кислород и горючий газ. Ручная кислородная резка прибылей литья толщиной до 1200 мм повсеместно вытесняет машинную резку как по экономическим соображениям, так и по санитарно-гигиеническим, а также экологическим соображениям. Это связано с тем, что при применении машинной резки не удалось создать достаточно эффективную систему вентиляции и очистки, ручная же резка отличается значительно меньшим количеством выделяющихся вредных аэрозолей тяжелых металлов, пыли и продуктов горения газов-энергоносителей.

Количество прибылей толщиной 1200–2400 мм, подлежащих кислородной резке, резко сократилось. Химический состав отливок усложнился. При машинной резке заготовок толщиной свыше 1200 мм используется очень мощное, больше 600 кВт,

пламя, в полости реза находится большое количество жидкого шлака и расплавленного металла, что приводит к неравномерному перегреву всей отливки и, как следствие, к возникновению в ее теле высоких термических напряжений. По этой причине для сталей многих марок отказались от машинной резки прибылей в пользу резки кислородным копьем, при которой подогревающее пламя отсутствует, а наличие жидкой фазы в полости реза минимально.

В краткосрочной перспективе следует ожидать появления агрегатов кислородной резки прибылей среднего и крупного литья, которые включают машину, позволяющую выполнять наклон резака в трех плоскостях, и поворотный стол с регулируемой скоростью вращения. В состав агрегата будет включен вытяжной зонт, расположенный над поворотным столом с возможностью его отвода в сторону, и система газоочистки. Резка будет осуществляться преимущественно горизонтально ориентированным резаком.

В долгосрочной перспективе агрегат кислородной резки прибылей среднего и крупного литья будет помещен в изолированную камеру, а управление им будет осуществляться из кабины, расположенной вне камеры.

Для удаления прибылей на сверхкрупном литье еще долго будет целесообразна резка кислородным копьем.

Резка поковок и кузнечных слитков. Машинную кислородную резку поковок осуществляют с целью замены операции «рубка топором», занимающей значительное время работы дорогостоящего в эксплуатации пресса, операцией «кислородная резка», которую выполняют на отдельном участке параллельно с работой пресса. Производительность пресса растет.

Поверхность реза при машинной резке перпендикулярна к оси поковки, ширина реза невелика. Поверхность торца заготовки при рубке топором наклонена к оси поковки под углом до 12° и имеет в центральной части большие заусеницы. Возникает необходимость оставлять большие припуски на последующую механическую обработку, для чего необходимо привлекать уникальные металлорежущие станки, при этом общая длина дорогостоящей поковки уменьшается, особенно при многократной рубке длинной поковки на мерные заготов-

ки. Рубка топором является финишной операцией, и температура поковки часто снижается ниже допустимой, поэтому необходимо дополнительно подогревать поковку до ковочных температур в печи, что не всегда возможно и всегда приводит к дополнительным затратам природного газа.

В ПАО «НKMЗ» в 2007 г. в кузнечно-прессовом цехе № 2 была внедрена машина кислородной резки поковок, нагретых до 800°C , с системой пылеулавливания и газоочистки (рис. 1). Разработчиком механической части машины был завод, разработчик кислородный резак, газовую часть машины и технологический процесс кислородной резки горячих поковок разработал ООО «НИИПТмаш — Опытный завод».

Машина газовой резки поковок была снабжена комбинированным отсосом — нижним и боковым, и системой газоочистки производительностью $20\,000\text{ м}^3/\text{ч}$. Однако, как показал опыт эксплуатации, использованная система вентиляции и газоочистки оказалась недостаточно эффективной. Коэффициент загрузки прессового оборудования уменьшался соответственно уменьшению объема выпускаемой заводом продукции, и машина кислородной резки поковок работала периодически, так и не выйдя на проектную мощность.

В ближайшем будущем внедрения новых машин для кислородной резки поковок, об-

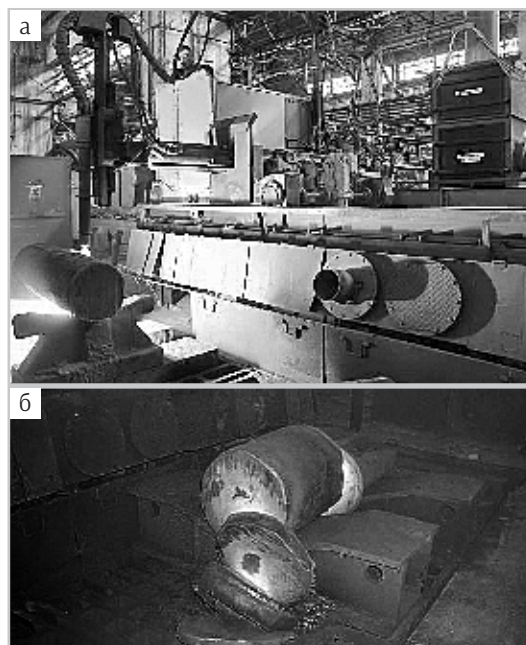


Рис. 1. Машина кислородной резки поковок в КПЦ-1 ПАО «НKMЗ» (а) и поверхность реза на поковках, нагретых до 800°C (б)

служивающих ковочные прессы, ожидать не приходится.

В более далекой перспективе в работающих и вновь строящихся кузнечно-прессовых цехах появятся специализированные изолированные камеры, в которых будут работать машины кислородной резки с дистанционным управлением и кабинами оператора, расположенными вне камеры.

Резка слитков непрерывного литья.

Кислородная резка на машинах непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) с поперечным сечением более чем 150×150 мм не имеет альтернативы. Поперечное сечение слитков непрерывного литья увеличивается, усложняется также их химический состав. Примером этого может служить разработанные авторами и внедренные на ДП «Завод утяжеленных бурильных и ведущих труб» (Сумы) газокислородные резаки для резки слитков непрерывного литья толщиной до 700 мм (рис. 2). В машине непрерывного литья заготовок есть два ручья. Два резака имеют горизонтальное расположение и установлены на двух машинах газовой резки в зоне слитков, имеющих температуру 800°C , два других резака установлены на машинах газовой резки в потоке на участке с температурой слитка до 400°C , они режут слитки на мерные части.

Газокислородные резаки, работающие в потоке МНЛЗ, должны иметь гарантированный запас мощности, должны стабильно работать в зоне высоких температур, при этом обеспечивать высокое качество поверхности реза. Всем этим требованиям удовлетворяет резак РГКМ-6С.

В краткосрочной перспективе ожидается замена устаревших отечественных и дорогих импортных резаков надежными и экономичными резаками серии РГКМ в потоке действующих МНЛЗ.

В долгосрочной перспективе развитие кислородной резки слитков непрерывного литья будет происходить одновременно с развитием непрерывной разливки стали, будут решаться новые задачи, связанные, в том числе, с появлением новых качественных сталей с заданными свойствами.

Фигурная вырезка деталей из плоских поковок и плит. Фигурная вырезка деталей из плоских поковок и плит на машинах кислородной резки — это наиболее динамично развивающееся направление. По сравнению с кузнечной ковкой и обработкой на ме-

таллорежущих станках при фигурной кислородной вырезке деталей многократно снижается трудоемкость их изготовления и уменьшается доля стружки за счет увеличения доли кусковых отходов, а также высвобождается время работы дорогостоящего оборудования для выпуска дополнительных изделий.

Три работы, выполненные совместно со специалистами ПАО «НКМЗ», достаточно подробно описаны в журнале «Сварщик» (№ 6. — 2012 и № 5. — 2014).

В близкой перспективе для фигурной резки заготовок толщиной до 500 мм будут модернизироваться переносные машины кислородной резки «Радуга» и ей подобные с целью увеличения потолка разрезаемых толщин. Для этого необходимо установить машинный резак с возможностью резки заготовок толщиной до 500 мм, например ТОРН-М, и заменить запорно-регулирующую арматуру и коммуникации, входящие в состав переносных машин, другими с увеличенной пропускной способностью. Необходимо также предусмотреть защиту самоходной тележки переносной машины от повышенных термических нагрузок — теплоотражающие экраны.

Если на предприятии количество заготовок, которые можно перевести с опера-

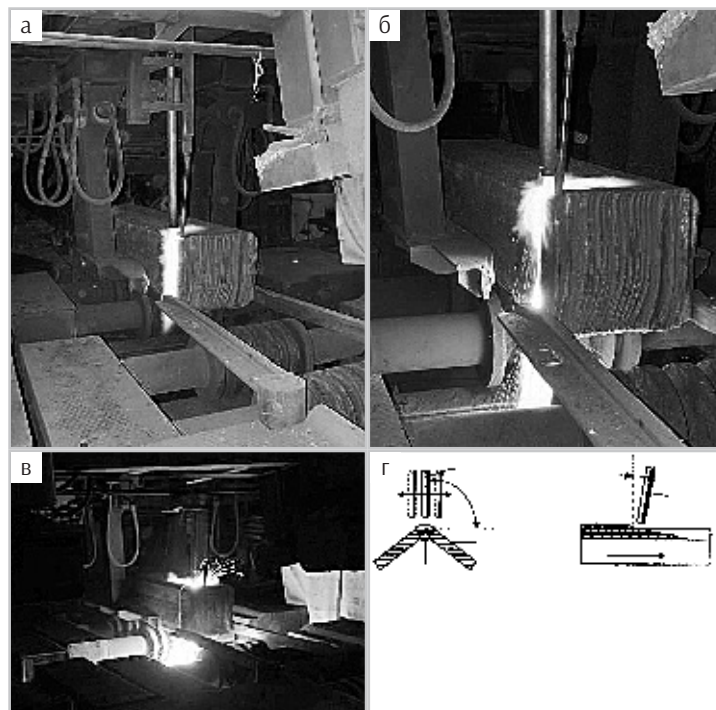


Рис. 2. Резка слитка непрерывного литья сечением 400×400 мм в потоке МНЛЗ кислородным резаком РГКМ-6С: а — прогрев слитка по всей толщине; б — врезание; в — резка; г — поверхность реза на фоне факела резака

ций «ковка» и «обработка на металлорежущих станках» на операцию «фигурная кислородная резка» значительно, будут модернизироваться отработавшие срок гарантии машины для кислородной резки листового металлопроката с ЧПУ, например Omnimat. Кроме изменений, предусмотренных для переносных машин, возникает необходи-

мость дополнительно поднять портал машины над заготовкой на 200 мм.

При фигурной кислородной резке используют чистые, однородные заготовки, часто после удаления корки механическим путем, поэтому количество вредных выделений при резке невелико. Участки для фигурной кислородной резки можно создавать на площадях цехов металлоконструкций и механосборочных цехов.

В далекой перспективе будут созданы специализированные порталные машины с ЧПУ для фигурной резки заготовок толщиной до 500 мм и мощные столы к ним, оборудованные системой пылеулавливания и отсоса.

Машинная кислородная резка крупного металлолома на габаритные куски. Машинную кислородную резку крупного металлолома на габаритные куски для подготовки шихты используют на металлургических комбинатах и на предприятиях, имеющих сталелитейное производство, повсеместно. Кислородной резке подвергают отходы (прибыли литья и слитков, концы поковок) и брак, при этом процесс резки сопровождается повышенным выделением пыли, аэрозолей тяжелых металлов и продуктов горения, в связи с этим участки подготовки шихты располагаются, как правило, на открытом воздухе на значительном расстоянии от других рабочих мест. Для обслуживающего персонала предусмотрены индивидуальные средства защиты от вредных выделений, и дорогостоящая система пылеулавливания и вентиляции необязательна. При разделке металлолома не предъявляют высоких требований к точности соблюдения размеров и качеству поверхности реза, поэтому машины кислородной резки металлолома всегда проще и дешевле, чем аналогичные машины для резки прибылей литья или чем машины для резки слитков, поковок и т.д. Годовой объем кислородной резки металлолома на порядок выше, чем суммарный годовой объем кислородной резки прибылей литья, слитков, поковок и фигурной резки заготовок. В этом направлении работает основное количество машин кислородной резки, которые обслуживают непрерывное производство (литье, поковки и т.д.), поэтому большое значение имеет своевременная замена изношенного оборудования новым.

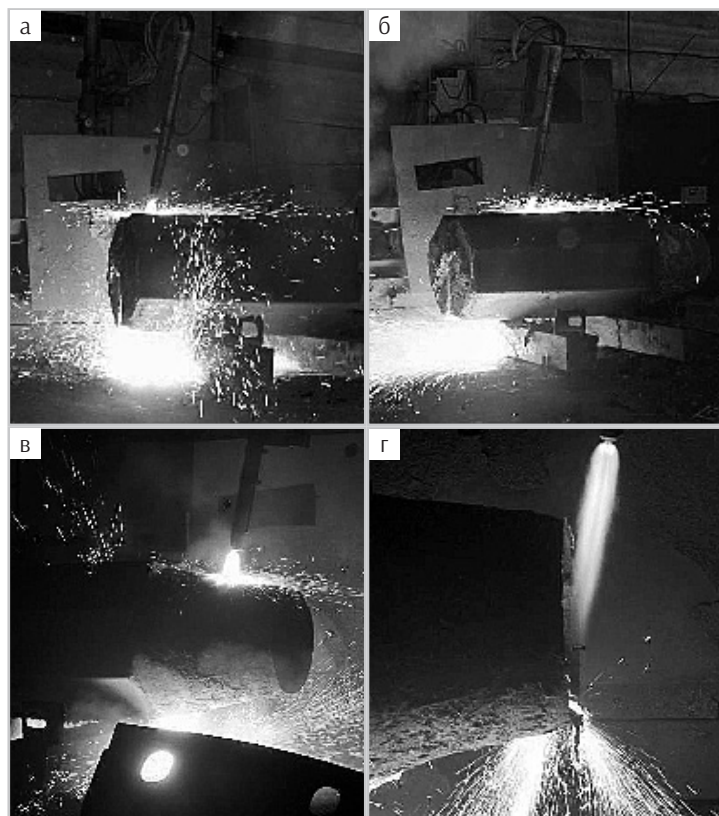


Рис.3. Продольная резка 10-тонного передельного слитка на шихтовом дворе ЗАО «АзовЭлектроСталь»: а – врезание; б – резка тела слитка; в – резка прибыли по усадочной раковине; г – окончание резки

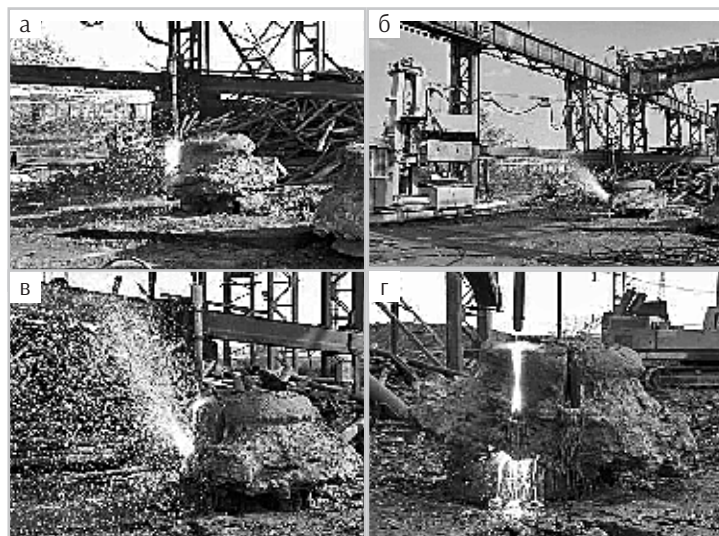


Рис. 4. Кислородная резка скрапины в ОАО «Интерпайп НТЗ» с помощью машины «Стрела» после ее капитального ремонта и модернизации

За последние 10 лет ООО «НИИПТмаш — Опытный завод» внедрил новые машинные резаки РГКМ-3 и РГКМ-5 для резки металлолома в ПАО «НКМЗ», ПАО «ЭМСС» (Краматорск) и ЗАО «АзовЭлектроСталь» (Мариуполь). На *рис. 3* представлен процесс продольной кислородной резки 10-тонного слитка через его донную и прибыльную части в ЗАО «АзовЭлектроСталь», выполненный резаком РГКМ-3, установленным на заводской машине. На *рис. 3, в, г* хорошо видно, что усадочная раковина, расположенная в прибыльной части слитка, не прерывает процесс резки, не прерывают процесс резки также проложки, на которых установлен слиток. Внедрение этого процесса позволило обеспечить необходимым количеством шихты 60-тонную электропечь завода.

В 2006 г. был заключен договор на капитальный ремонт и модернизацию машины газовой резки металлолома «Стрела» с ОАО «Интерпайп НТЗ» (Днепропетровск). Были отремонтированы некоторые узлы механической части машины и усовершенствована конструкция тележки для перемещения резака по направляющей с рабочей и маршевой скоростью. Электрическая часть машины была полностью восстановлена, газовая часть машины — полностью обновлена. Внедрен экономичный и надежный кислородный резак РГКМ-3.

На *рис. 4* показан сложный процесс кислородной резки скрапины толщиной 1 м. В нижней части скрапины хорошо видна «юбка» из механической смеси шлака, земли и мусора, скрепленная металлическими включениями. Эта часть не горит в кислородной струе и должна быть расплавлена и убрана из полости реза, что усложняет процесс резки. На *рис. 4, а* показано, как происходит прогрев тела скрапины и «юбки», на *рис. 4, б* — врезание. Пробивка отверстия в «юбке» с помощью расплавленного шлака, полученного в начальной стадии резки скрапины, и с помощью режущей струи изображена на *рис. 4, в*, процесс резки тела скрапины — на *рис. 4, г*.

Капитальный ремонт и модернизация машины газовой резки «Стрела» увеличил срок ее службы и расширил ее технологические возможности. Увеличен предел разрезаемой толщины с 800 до 1200 мм, появилась возможность машинной резки заго-

товок, которые раньше разрезались с помощью кислородного копья.

В 2009 г. в ОАО «Металлургический завод им. А.К. Серова» (Серов) был внедрен манипулятор газовой резки крупного металлолома МГР-1400 (*рис. 5*). Разработчиками механической части манипулятора были специалисты ООО «Спецмонтажмо-

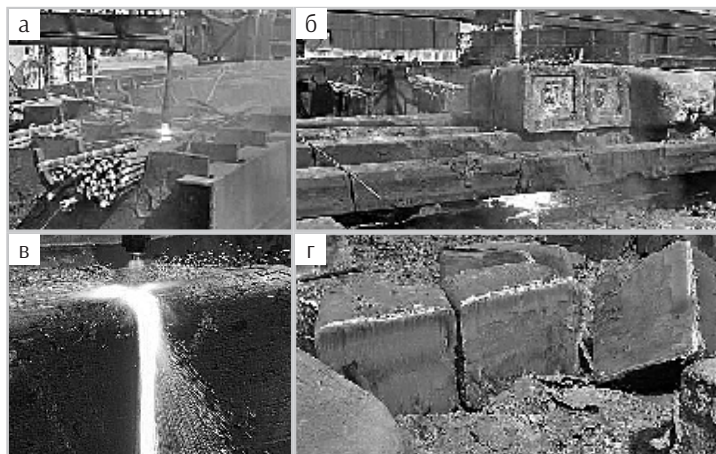


Рис. 5. Резка металлолома манипулятором МГР-1400 в ОАО «Металлургический завод им. А. К. Серова»: а — резка пучка арматуры на мерные длины; б — резка передельных слитков квадратного поперечного сечения со стороной 800 мм, выложенных в один ряд, за один проход; в — процесс резки; г — поверхность реза

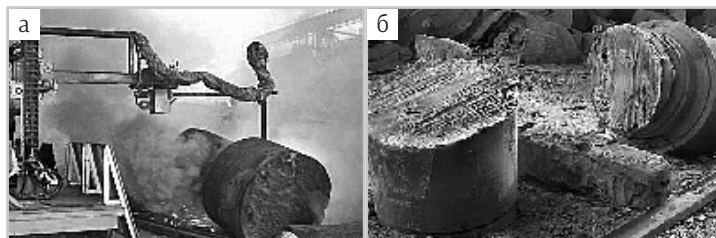


Рис. 6. Машинная кислородная резка поковки вертикальным резаком в ОАО «Уралмашзавод»: а — резка поковки круглого сечения вертикальным резаком при его перемещении к машине; б — поверхность реза поковки

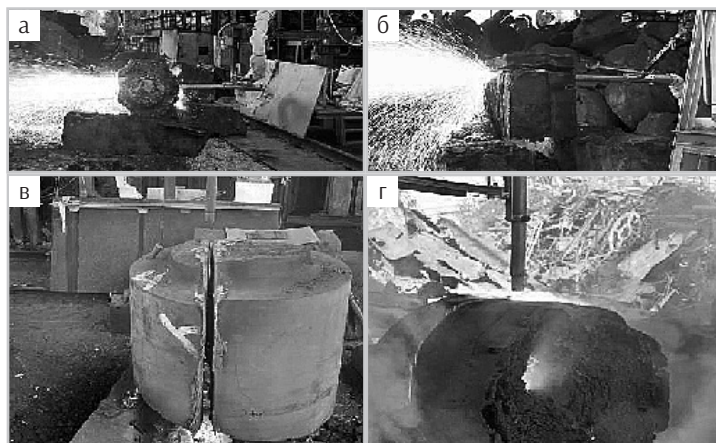


Рис. 7. Машинная кислородная резка различных заготовок вертикальным и горизонтальными резаками в ОАО «Уралмашзавод»: а — резка слитка горизонтальным резаком при его перемещении снизу вверх; б — резка горизонтальным резаком при его перемещении слева направо; в — резка шайбы вертикальным резаком при его перемещении к машине; г — резка прибыли с усадочной раковиной вертикальным резаком при его перемещении от машины

дуль» (Марганец). Самоходная платформа перемещается по рельсовому пути. На платформе установлена поворотная колонна с крестовиной, траверсой и кареткой с резаком, которая перемещается по ней. На платформе расположена также изолированная кабина с кондиционером для летнего времени и с нагревателями для зимнего времени.

Газовая часть манипулятора состоит из блока подготовки кислорода, блока подготовки природного газа, пульта управления, системы транспортировки резиноканевых рукавов с газами-энергоносителями от блоков подготовки газов к газовому пульту управления в кабине манипулятора, системы транспортировки резиноканевых рукавов от пульта управления по манипулятору к кислородному резаку, и резака. В газовом пульте управления впервые была предусмотрена перемычка между трубами для режущего кислорода и трубами для подогревающего кислорода с игольчатым вентилем. Это было сделано для того, чтобы в режиме нагрева можно было создавать в канале режущего мундштука регулируемые слабые потоки кислорода. Пламя не засасывает в канал режущего мундштука, и резак не перегревается.

В 2011 г. в копровом цехе ОАО «Уралмашзавод» (Екатериненбург) была внедрена машина газовой резки крупного металлолома «Комета-1К» (рис. 6), разработанная ОАО «Зонт» (Одесса). Разработчиком газовой части машины, резака и технологии является ООО «НИИПТмаш — Опытный завод». С целью расширения технологиче-



Рис. 8. Поверхность реза поковки толщиной 1600 мм и длиной 5000 мм. Резка производилась с тремя переустановками машины УОПП-1 в ПАО «ЭМСС»

ских возможностей машины при внедрении на заводе были отработаны режимы для различных приемов резки (рис. 7). Резка горизонтальным резаком снизу вверх, слева направо и справа налево показала такую же прорезаемость заготовки, как и резка вертикальным резаком. При резке горизонтальным резаком пыль, искры и капельки шлака уносятся в сторону от машины газовой резки, и она подвергается незначительным тепловым воздействиям. При резке вертикальным резаком значительная часть шлака и продуктов горения попадает на машину, перегревая ее. При резке горизонтальным резаком большая часть шлака рассеивается в стороны от места реза, гранулируясь при полете, при этом не требуется регулярная уборка шлака, как при резке вертикальным резаком.

В 2015 г. в ПАО «ЭМСС» (Краматорск) был внедрен газокислородный резак РГКМ-5, установленный на переносной машине УОПП-1 с продольным ходом резака до 1200 мм. Когда возникла необходимость разрезать поковку длиной 5000 мм и высотой 1600 мм, машину газовой резки пришлось три раза переустанавливать, так как не хватало хода резака. Поэтому процесс резки приходилось три раза прерывать, переустанавливать машину, и три раза возобновлять процесс резки. Этим объясняется наличие на поверхности реза (рис. 8) трех глубоких вертикальных бороздок.

В настоящее время закончен капитальный ремонт двух стационарных машин кислородной резки УОП-1 с рабочим ходом резака 2400 мм силами завода. Газовая часть машин и резаки РГКМ-5 разработаны и изготовлены на ООО «НИИПТмаш — Опытный завод».

Несмотря на кризисные явления, некоторые предприятия находят возможность проводить капитальный ремонт старых машин газовой резки или заменять отслужившие свой срок машины современными установками. В Украине и в России работало свыше 50 машин газовой резки металлов больших толщин, большая часть которых была предназначена для кислородной резки крупногабаритного металлолома. За 35–40 лет все они изношены и морально устарели. Поэтому с ростом экономики следует ожидать увеличения количества новых машин газовой резки.

● #864



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.

Техника выполнения сварных швов*

При сварке на прямой полярности, как правило, не возникает проблем с подрезами. При сварке на обратной полярности могут появляться подрезы. Эту проблему можно решить путем более длительной выдержки сварочной дуги в крайних точках поперечных перемещений, а также путем выполнения данных перемещений с амплитудой, не превышающей требуемую для получения нужной ширины наплавленного валика. Выпуклость сварного шва будет меньше, чем при сварке на прямой полярности, проплавление — более глубоким. Количество шлака несколько меньше, он менее текучий и кристаллизуется немного быстрее, чем при сварке на прямой полярности.

На вертикальной поверхности узкие горизонтальные валики наплавляются, как правило, на обратной полярности, при этом сварочный ток не должен быть слишком большим.

Сварка должна выполняться на короткой дуге. При сварке следует уделять внимание тому, чтобы металл сварочной ванны не вытекал вниз или не образовывал наплыв на нижней кромке. Для этого необходимо совершать возвратно-поступательные движения электродом в направлении оси сварного шва. Каждый новый валик должен перекрывать ранее наплавленный соседний с ним валик не менее чем на 45-55%. Для предотвращения образования подрезов необходимо производить колебания электрода в пределах выпуклости сварного валика. В большинстве случаев сварку в вертикальном положении выполняют снизу вверх, особенно для ответственных стыков. Данная техника сварки широко используется при строительстве трубопроводов высо-

кого давления, в кораблестроении, при сооружении сосудов высокого давления и при строительных работах.

Наплавку узких валиков на поверхность, находящуюся в вертикальном положении, при сварке снизу вверх выполняют на обратной полярности сварочного тока, при этом сварочный ток не должен иметь слишком высокое значение. Положение электрода должно соответствовать положению, изображенному на рис. 4. Необходимо использовать возвратно-поступательные перемещения электрода. Наплавку валиков следует производить при короткой дуге, в верхней части траектории колебаний электрода, дугу необходимо растягивать, но нельзя допускать ее обрыва в данной области.

Подобный тип перемещений электрода позволяет наплавленному металлу кристаллизоваться и образовывать ступеньку, на которую наплавливают следующую порцию электродного металла. Некоторые сварщики предпочитают поддерживать постоянную сварочную ванну, которую они медленно выводят снизу вверх, применяя при этом небольшие колебательные движения электродом. Данный способ сварки приводит к наплавке валика с большой выпуклостью, а также к появлению вероятности трещин металла сварного шва.

Методика выполнения сварки с продольными колебаниями электрода позволяет получить более плоский с невысокой выпуклостью сварной шов, а также уменьшает опасность возникновения шлаковых включений.

Сварка в вертикальном положении сверху вниз достаточно редко встречается в промышленности, особенно при обычных работах. Область применения данного способа ведения сварочного процесса обычно ограничивается сварочными работами при строительстве магистральных тру-

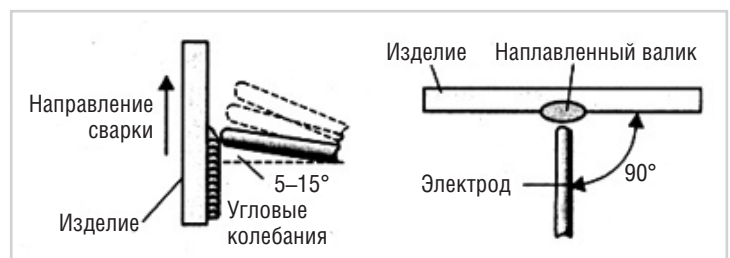


Рис. 4. Положение электрода при наплавке узких валиков без поперечных колебаний электрода в вертикальном положении снизу вверх

* Продолжение. Начало в № 1, 2 – 2015

бопроводов и при сварке тонколистового проката. При наплавке на плоскую поверхность данный способ сварки приводит к получению не очень глубокого проплавления, существует также опасность появления шлаковых включений.

Наплавку узких валиков в вертикальном положении сверху вниз выполняют на обратной полярности, при этом следует обратить особое внимание на установку сварочного тока. Положение электрода должно соответствовать положению, изображенному на *рис. 5*.

В процессе сварки необходимо поддерживать очень короткую дугу с тем, чтобы шлак не затекал в головную часть сварочной ванны. Поперечные колебания электрода, как правило, не применяют, поэтому скорость перемещения достаточно велика. Этим и объясняется малая ширина наплавленных таким образом валиков, а также их малая выпуклость. Подрезы почти не встречаются.

Сварку с поперечными колебаниями электрода в вертикальном положении очень часто применяют при сооружении трубопроводов высокого давления, сосудов высокого давления, при изготовлении судовых конструкций и металлоконструкций. Данную технику часто применяют для сварки многопроходных швов в разделку, а также угловых швов, находящихся в вертикальном положении.

Наплавку валиков с поперечными колебаниями электрода в вертикальном положении, как правило, выполняют снизу вверх на обратной полярности сварочного тока. Сварку на прямой полярности в данном положении используют крайне редко. Еще реже производят сварку в положении сверху вниз.

При наплавке валиков с поперечными колебаниями электрода в вертикальном положении сварочный ток не должен быть слишком велик, однако он должен быть достаточным для хорошего проплавления. Положение электрода должно приблизительно соответствовать положению, изображенному на *рис. 6*.

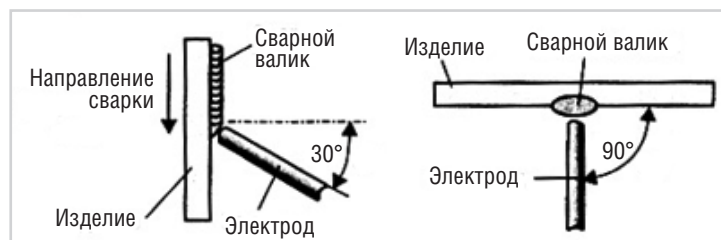


Рис. 5. Положение электрода при наплавке узких валиков без поперечных колебаний электрода в вертикальном положении сверху вниз.

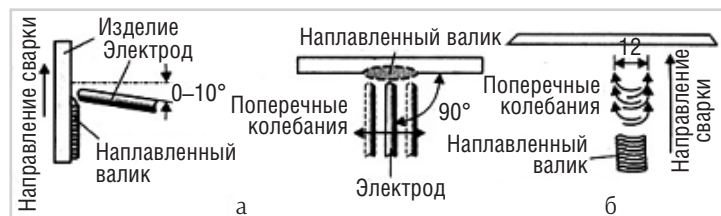


Рис. 6. Положение электрода при наплавке валиков в вертикальном положении снизу вверх с поперечными колебаниями электрода (а) и траектория движения электрода (б)

В нижней части соединения наплавляют полку шириной не более 12 мм, при этом смещение электрода от оси сварного шва не должно превышать 3 мм. Электрод должен перемещаться по определенной траектории (*рис. 6, б*). Для предотвращения появления подрезов необходимо делать кратковременные остановки электрода во время выхода его на боковые кромки сварного шва.

Сварку можно также выполнять путем поддержания постоянного перемещения сварочной ванны, при этом нужно быть очень осторожным, чтобы не допустить вытекания расплавленного металла сварочной ванны. При соблюдении этого условия электрод может перемещаться вверх по любой из сторон сварного соединения, при этом необходимо производить «растяжение» сварочной дуги, но не допускать ее обрыва. Нельзя держать сварочную дугу слишком долго вне кратера — это может привести к охлаждению кратера и вызовет избыточное разбрызгивание металла перед швом.

При наплавке валиков на прямой полярности сварочный ток должен быть несколько выше, чем при сварке на обратной полярности. Поскольку при сварке на прямой полярности производительность наплавки выше, а количество шлака больше, скорость перемещения электрода должна быть выше. Подрезы не составляют сколь-нибудь значительной проблемы, поэтому отпадает необходимость задержки электрода на боковых поверхностях свариваемых кромок.

Наплавку валиков в вертикальном положении с поперечными колебаниями электрода в вертикальном положении сверху вниз выполняют на обратной полярности, при этом следует обратить особое внимание на установку сварочного тока. Положение электрода должно соответствовать положению, изображенному на *рис. 7*. В процессе сварки необходимо поддерживать очень короткую дугу, с тем, чтобы шлак не затекал в головную часть сварочной ванны. Для предотвращения появления подрезов нужно делать кратковременные остановки электрода во время выхода его на боковые кромки сварного шва.

Несмотря на то, что в настоящее время в промышленности взят курс на полное исключение сварки в потолочном положении

за счет соответствующего позиционирования, каждый сварщик должен уметь вести сварочные работы в этом пространственном положении. Сварка в потолочном положении распространена при строительстве трубопроводов, в судостроении и при строительно-монтажных работах.

Наплавку узких валиков в потолочном положении можно выполнять как на обратной, так и на прямой полярности. Сила сварочного тока при обратной полярности такая же, как при сварке в вертикальном положении. При сварке на прямой полярности эта величина несколько выше. Положение электрода должно соответствовать положению, изображенному на рис. 8. Сварщик должен находиться в таком положении, чтобы иметь возможность наблюдать за наплавкой металла и за сварочной дугой. Особенно это важно при сварке труб, однако часто бывает так, что направление сварки должно быть направлено на сварщика.

Во время сварки на обратной полярности необходимо поддерживать короткую дугу, сварочная ванна не должна быть слишком сильно перегрета. При сварке на прямой полярности дуга должна быть длиннее. Небольшие колебания электрода вперед-назад относительно направления сварки служат для предварительного подогрева сварного шва, кроме того, они способствуют предотвращению подтекания расплавленного шлака в головную часть сварочной ванны. Некоторые сварщики при сварке на прямой полярности предпочитают перемещать электрод во время сварки очень маленькими участками, при этом необходимо обращать внимание на опасность получения сварного шва с большой выпуклостью, а также на образование толстой корки шлака. При сварке на прямой полярности опасность появления подрезов практически исключена.

Во многих случаях при выполнении сварных соединений в потолочном положении возникает необходимость в наплавке валиков с поперечными колебаниями электрода. Это значительно сложнее, чем наплавка узких валиков.

Наплавку валиков с поперечными колебаниями электрода в потолочном положении выполняют на обратной полярности. Величина сварочного тока не должна быть слишком большой. Положение элект-

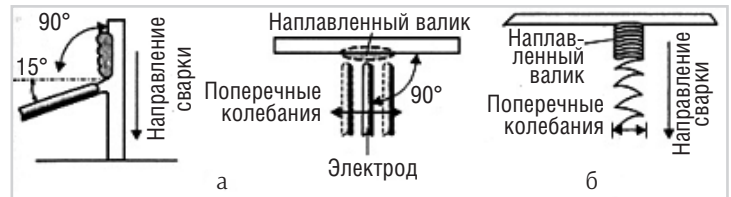


Рис. 7. Положение электрода при наплавке валиков в вертикальном положении сверху вниз с поперечными колебаниями электрода (а) и траектория движения электрода (б)

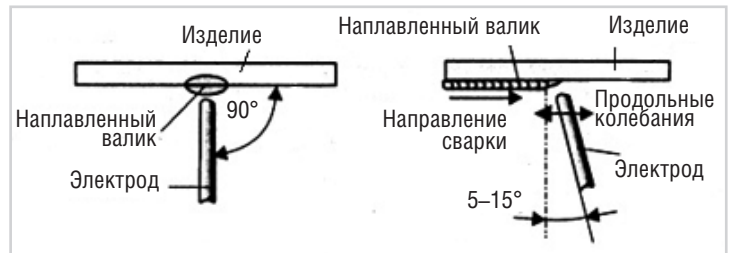


Рис. 8. Положение электрода при наплавке узких валиков в потолочном положении

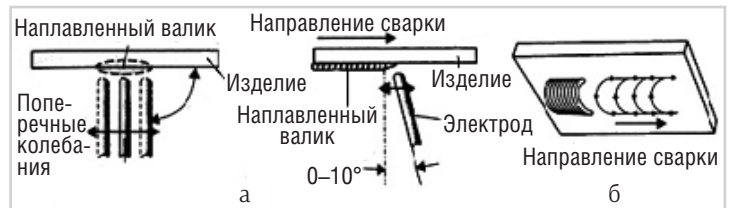


Рис. 9. Положение электрода при наплавке валиков с поперечными колебаниями электрода в потолочном положении (а) и траектория перемещения электрода (б)

трод должен соответствовать положению, изображенному на рис. 9, а. Большое значение имеет поддержание короткой дуги, а также стабильности дугового промежутка по всей ширине наплавляемого валика.

Наплавку можно производить путем перемещения всей сварочной ванны, однако при этом необходимо быть очень осторожным, чтобы не допустить приобретения расплавленным металлом сварочной ванны слишком высокой текучести, что, в конечном счете, приведет к вытеканию сварочной ванны. Если данное препятствие будет устранено, то электрод можно перемещать вперед вдоль любой из свариваемых кромок (рис. 9, б). При этом допускается удлинение дуги, без ее обрыва.

Нельзя допускать, чтобы сварочная дуга находилась в кратере больше времени, чем необходимо для его полной заварки. Электрод должен быстро перемещаться поперек лицевой стороны сварного шва с тем, чтобы не допустить избыточного перегрева металла, наплавленного в средней части сварного шва.

При сварке в потолочном положении могут возникнуть проблемы, связанные с подрезами. Они решаются с помощью задержек электрода на боковых кромках соединения. Рекомендуется не превышать ширины сварного шва более чем 20 мм.

● #865

Продолжение в следующем номере

Состояние и тенденции развития производства и рынка сварочной техники России

О. К. Маковецкая, канд. экон. наук, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

В статье приведены основные показатели состояния и тенденции развития производства и рынка сварочного оборудования и сварочных материалов в России в период 2010–2013 гг.

Анализируя состояние и тенденции развития национальной экономики, российские эксперты отмечают, что за последние 20 лет в РФ объемы выпуска всех обрабатывающих производств, включая производство сварочного оборудования, неуклонно снижались, несмотря на положительные сдвиги в периоды 2000–2008 гг. и 2010–2012 гг. В 2013 г. индекс промышленного производства упал с 102,6 до 99,9%. В 2015 г., по оценке экспертов, промышленное производство России сократится на 3% [1].

Нынешний уровень промышленности и промышленного потенциала России составляет всего лишь половину высшего уровня, достигнутого в стране к концу 1980-х годов. Доля страны в мировом промышленном потенциале опустилась до отметки ниже довоенных лет (1937 г. — 7%, 2013 г. — 3,6% в мировом объеме ВВП). Доля промышленности в ВВП за 20 лет сократилась с 37 до 26%. Удельный вес машиностроения и металлообработки (вместе с военно-промышленным комплексом) в структуре промышленного производства сократился в два раза и не превышает 20%, в то время как в развитых странах, таких как США, Германия и Япония, машиностроительной отраслью создается 30–35% ВВП, а доля машиностроения в промышленном производстве составляет порядка 50% [2].

Ресурс технологической базы российской экономики (машины и оборудование) выработан более чем на 45% (в электроэнергетике — на 60%) и достиг критического уровня: степень износа основных фондов на конец 2012 г. в целом по стране составляла 48,6%, а на предприятиях, относящихся к обрабатывающим производствам, —

46,8%. Удельный вес полностью изношенных основных фондов составляет порядка 10–15% [3–5].

Аналогичная ситуация в области сварочного производства: 85% используемого оборудования устарело и не отвечает принятым в мире стандартам безопасности, экологичности и производительности, почти 80% всех сварочных работ в строительной отрасли производится в ручном режиме, в автомобиле- и станкостроении этот показатель составляет около 30% [1, 2].

В стране уже много лет существует высокая потребность в обновлении парка сварочного оборудования, при этом его производство постоянно сокращается [6, 7]. Сокращение производства сварочной техники обусловлено значительным снижением объема промышленного производства в металлообрабатывающих отраслях промышленности, отсутствием инвестиций и низкой конкурентоспособностью отечественной сварочной техники на внутреннем и мировом рынке.

На протяжении последних 20 лет был значительно сокращен как производственный, так и научный потенциал сварочной отрасли России — ликвидирован ряд научных учреждений и промышленных предприятий, осуществлявших разработку и производство сварочного оборудования [8]. Например, перестали существовать и функционировать единственный межотраслевой российский НИИ по сварочным технологиям — Институт сварки России (создан в 1992 г. на базе всемирно известного ВНИИЭСО); старейший Петербургский завод «Электрик» (был создан в 1892 г.).

К числу крупнейших специализированных предприятий, осуществляющих в настоящее время производство сварочного оборудования сегодня, относятся:

- ЗАО «УРАЛТЕРМОСВАР». На предприятии работают 400 человек. Вы-

пускает линейку сварочных агрегатов дуговой сварки, выпрямители для автоматической дуговой сварки, инверторные выпрямители;

- завод электросварочного оборудования «ИСКРА». Выпускает автономные сварочные агрегаты, сварочные генераторы, трансформаторы, автоматы, машины контактной сварки (точечные, стыковые, шовные);
- ООО НПП «ТЕХНОТРОН». Выпускает оборудование для различных способов дуговой сварки;
- ООО «ВЕЛДЕР» создано в 2003 г. Выпускает инверторные аппараты для ручной дуговой сварки ММА на постоянном токе: однофазные до 200А, трехфазные до 350А;
- «ПСКОВЭЛЕКТРОСВАР». Выпускает оборудование для всех способов контактной сварки. Тяжелые машины для контактно-стыковой сварки оплавлением. В последние годы выпущена серия стационарных рельсосварочных машин МСР 6301А для Российской железной дороги.

Помимо этих, относительно крупных на сегодняшний день предприятий (на каждом из них заняты по несколько сот человек), в России существует множество мелких предприятий, производящих и обслуживающих сварочное оборудование в основном для ручной и полуавтоматической дуговой сварки. На них работают от нескольких человек до нескольких десятков человек.

В 1992 г. количественный объем производства сварочного оборудования в РФ составлял 98,4 тыс. шт. В 1998 г. произошел первый значительный — 73% спад производства. В дальнейшем в период 2000–2008 гг. был отмечен рост производства сварочного оборудования в 3,5 раза с 29,9 до 104,6 тыс. шт. соответственно. Однако вследствие кризиса 2008–2009 гг. на всех предприятиях выпуск продукции в натуральном выражении упал в несколько раз, а то и на порядок. Общий объем производства электросварочного оборудования российскими заводами в 2010 г. составил 63,7% к уровню наилучшего 2008 г. и продолжает снижаться [9, 10].

За 20 лет в РФ произошли также существенные изменения в структуре производства электросварочного оборудования. Если в 1995 г. доля источников питания в структуре производства сварочного оборудова-

ния составляла более 70%, то в 2010 г. этот показатель не превышал 15%. Вследствие этого более 50% производства сварочного оборудования составляет оборудование для дуговой сварки и наплавки, не укомплектованное источниками питания, тогда как в 1995 г. этот показатель не превышал 9%. Отмечено также почти двукратное сокращение производства оборудования для специальных способов сварки [10].

Отсутствие инвестиций в отрасль привело к тому, что предприятия сварочной индустрии даже на внутреннем рынке не могут уже конкурировать с иностранными компаниями, которые к тому же имеют значительные преференции на российском рынке: с 01.01.2010 г. были отменены ввозные пошлины на импортное сварочное оборудование. При этом на уровне 10% сохранены ввозные пошлины на комплектующие изделия к сварочному оборудованию, производящемуся в России.

Рынок сварочного оборудования России растет, но при этом все больше ориентируется на товары зарубежного производства. Так, доля импорта в общем потреблении сварочного оборудования в РФ в 2006 г. составляла 60%, в 2007 г. — 70%, в 2008 г. — 75%, в 2009 г. — 85%, в 2010–87%, а в 2012 г. достигла почти 90% [8].

Доля СНГ, включая Россию, в структуре мирового рынка сварочного оборудования не превышает 5%. Так, согласно данным японского издания The Japan Welding News for the World, в 2012 г. натуральный объем рынка сварочного оборудования (оборудование для дуговой и контактной сварки) стран СНГ (включая Россию) достиг 65 тыс. шт. В табл. 1 и 2 приведены данные объема и структуры потребления и сварочного оборудования в России и СНГ в 2011 и 2012 гг. [11, 12].

Таблица 1. Объем потребления сварочного оборудования в России и СНГ и его доля в структуре мирового потребления сварочного оборудования в 2012 г.

Сварочное оборудование	Мир		Россия и СНГ	
	тыс. шт.	%	тыс. шт.	%
Машины для дуговой сварки	1 301,7	100	63,3	4,8
Машины для контактной сварки	53,85	100	1,7	4,0
Всего	1 355, 55	100	65,0	4,8

Таблица 2. Объем потребления сварочного оборудования в России и СНГ и его структура в 2011–2012 гг.

Сварочное оборудование	2011		2012	
	тыс. шт.	%	тыс. шт.	%
Машины для дуговой сварки	55,0	97,5	63,3	97,4
Машины для контактной сварки	1,4	2,5	1,7	2,6
Всего	56,4	100,0	65,0	100,0

Наибольшую долю (более половины) рынка сварочного оборудования РФ в период 2011–2013 гг. составляли аппараты для ручной дуговой сварки (ММА). В промышленности наиболее распространенным видом сварки является полуавтоматическая сварка (MIG/MAG). Оборудование для этого вида сварки составляет примерно 1/4 часть ввозимого в Россию сварочного оборудования. Его основными поставщиками являются Европа, США и Китай.

Китайское оборудование для полуавтоматической сварки составляет примерно 20 % импорта. Его основным потребителем являются предприятия малого бизнеса, частные предприниматели и индивидуальные потребители. Доля потребления китайских полуавтоматов в промышленности постепенно снижается и в настоящее время составляет порядка 5–7 %. Лидерами продаж сварочного оборудования на рынке России в период 2012–2013 гг. стали китайские компании SHENZHEN JASIC TECHNOLOGY и SHENZHEN HUAYILONG ELECTRIC.

США — второй по объему поставщик сварочного оборудования. Доля поставляемого в РФ оборудования в 2013 г. составляла 25 %. Но в отличие от китайского, все оборудование из США идет в промышленность. Основными поставщиками сварочного оборудования из США являются компании Lincoln Electric и Miller. Их конечные потребители — это, главным образом, предприятия нефтегазовой промышленности.

Основными поставщиком сварочных полуавтоматов в Россию в 2013 г. были страны ЕС. Их доля на рынке сварочного оборудования России составила более 50 %. Из них частными потребителями используется 15–20 %, в основном это аппараты недорогие, простые и надежные (сила тока

до 200 А) производства Италии (Telwin) и Франции (GYS).

Основными поставщиками промышленных сварочных полуавтоматов на рынке России являются фирмы Fronius, CLOOS, Lincoln Electric, Kemppi, EWM, ESAB, Lorch, Migatronic. В структуре импорта растет количество аппаратов, построенных по инверторной технологии в первичной цепи [13, 14].

По оценке аналитических фирм России, в 2013 г. тенденция роста рынка сварочного оборудования сохранялась, однако в 2014 г. этот рост приостановился и начался спад [15].

Аналогичные процессы происходят в области производства и потребления сварочных материалов: продолжается снижение объема производства и рост рынка за счет увеличения импорта сварочных материалов.

По оценке Федеральной службы государственной статистики России и российских аналитических компаний, производство сварочных материалов в стране за последние 15 лет сократилось почти в 3 раза. По данным сварочной ассоциации «Электрод», объем производства сварочных материалов в России в 2001 г. составлял 245 тыс. т, а в 2006 г. — 306 тыс. т. При этом объем потребления стали (в эквиваленте готовой стальной продукции) соответственно составлял 27 млн. т и 35 млн. т. В 2013 г. объем потребления стали в России составил 43 млн. т, а объем производства сварочных материалов — всего 97 тыс. т, то есть сократился практически в 3 раза. Отмечается также ухудшение качества сварочных электродов — основного вида производимых в стране сварочных материалов. Как одну из основных причин нынешнего положения в электродной промышленности России эксперты отмечают отсутствие сырья требуемого качества [16].

Сварочные электроды составляют около 80 % в общем объеме производства сварочных материалов России (табл. 3). (Для сравнения в Японии — 10 %, Германии — 9 %, Украине — 52 %, Китае — 58 %).

Таблица 3. Производство сварочных электродов в России в 2007–2013 гг., т

Тип электродов	2007	2010	2011	2012	2013
Покрываемые электроды	183 600	101 543	107 005	105 914	97 331

Среди электродов общего назначения российские предприятия в наибольших объемах выпускают электроды с рутиловым (марки МР-3, АНО-21, ОЗС-12) и ильменитовым (марка АНО-6) покрытием. Доля таких электродов составляет около 60% от общего объема производства. Они пользуются на рынке наибольшим спросом, так как пригодны для сварки как на переменном, так и на постоянном токе, практически во всех положениях, сварку может выполнять даже сварщик с невысокой квалификацией. В меньших объемах выпускают электроды с покрытием основного вида (марки УОНИ-13/45, УОНИ-13/55), их доля составляет около 36%. Эти электроды применяют для сварки особо ответственных конструкций и требуют от сварщика высокой квалификации.

На сегодняшний момент в России насчитывается большое количество производителей и поставщиков сварочных электродов. По разным оценкам, их число приближается к 200. Точную цифру определить крайне сложно, так как многие из них работают полуплегально, очень нерегулярно и поставляют свою продукцию в основном на «местный» рынок.

Вместе с тем, многие хорошо известные производители электродов уходят с рынка, закрывают производство. Так, за последние годы закрылись крупные производства: «Кранэкс» в Иванове, на Череповецком сталепрокатном предприятии, входящем в состав «Северстали», на Раменском механическом, на Волгоградском заводе «Атоммаш», «Спецмонтажизделие» в Щелково, в Подмоскowie, на металлургическом за-

воде «Красный Сулин» в Ростовской области, на «Кировском заводе» в Санкт-Петербурге, на Западно-Сибирском металлургическом заводе в Новокузнецке Кемеровской области. По существу, закрылось производство электродов на «Артемьевском механическом» в Свердловской области, на «Шадринском электродном заводе» в Курганской области, на «Ижорском заводе» в Санкт-Петербурге.

На сегодняшний день сохранили производство сварочных электродов и расширили объемы московские предприятия: «Спецэлектрод», мощности которого выросли до 80 тыс. т. в год, а номенклатура — самая широкая в России, более 190 марок электродов; Московский электродный завод, Лосиноостровский электродный завод.

В отрасли наметилась тенденция экспансии зарубежных компаний на российском рынке. Шведская фирма «ЭСАБ» — транснациональный концерн, работающий в сфере сварки по всему миру, приобрел предприятие по производству сварочных электродов «СВЭЛ» в Санкт-Петербурге; у Газпрома приобретен «Сычевский электродный завод», также «ЭСАБ». «Линкольн Электрик» — международный американский транснациональный концерн приобрел Мценский завод «Межгосметиз», производящий электроды и сварочную омедненную проволоку. В настоящее время производство на этих предприятиях заморожено.

В последние годы для российского рынка сварочных материалов характерна тенденция увеличения импортных поставок сварочных материалов (*рисунк*). Если в 2001 г. доля импорта сварочных матери-

Рисунок.
Динамика
всего объема
импорта сва-
рочных мате-
риалов и сва-
рочных эле-
ктродов в РФ
в натуральном
выражении,
2001–2013 гг.
(по данным
БД UN
COMTRADE)



алов была невелика и составляла не более 3% от производимой продукции, то в 2013 г. этот показатель достиг почти 40%. В 2001 г. объем импорта сварочных материалов составлял 7,3 тыс. т при объеме производства 245 тыс. т, а в 2013 г. он составил уже 38,6 тыс. т. при объеме производства около 120 тыс. т.

Начиная с 2011 г., существенно вырос также объем импорта сварочных материалов в стоимостном выражении. В 2007–2010 гг. этот показатель составлял порядка 51–53 млн. дол., в 2012 г. он увеличился по отношению к этому периоду на 37% до 70,1 млн. дол., а в 2013 г. ежегодный прирост составил уже 15% и стоимостный объем импорта составил 80,6 млн. дол. В структуре импорта сварочных материалов доминируют сварочные электроды, поставки которых составляют 86% от всего импорта сварочных материалов. Более 30% импорта сварочных материалов приходится на Китай.

Экспорт сварочных материалов невелик и составлял в 2012 и 2013 гг. 13 тыс. т и 15,4 тыс. т соответственно, то есть около 30% объема импорта. Большая часть экспортируемой продукции в эти годы приходилась на страны Таможенного союза — Казахстан

и Беларусь. В структуре экспорта 90% составляют сварочные электроды [17].

Доля России и СНГ в структуре мирового рынка сварочных материалов не превышает 3,5%. Согласно данным японского издания The Japan Welding News for the World, в 2013 г. объем рынка сварочных материалов в натуральном выражении в СНГ (включая Россию) составил 220 тыс. т. В табл. 4 и 5 приведены данные об объеме и структуре потребления сварочных материалов в России и СНГ в 2011–2013 гг. [18–21].

В структуре производства, импорта-экспорта и в итоге потребления сварочных материалов в России доминируют сварочные электроды, что соответствует отраслевой структуре потребления стального проката в РФ. На долю строительства — основного потребителя сварочных электродов, приходится 53% потребления листового проката и 76% потребления сортового проката [22].

По мнению экспертов, перспективы развития российского рынка сварочных материалов в ближайшей и среднесрочной перспективе связаны с дальнейшим ростом объема рынка электродов в абсолютных показателях. При этом их доля в общем объеме производства и потребления сварочных материалов будет сокращаться. Продолжится рост потребления сплошной и порошковой проволоки, но доминирующее положение на рынке будут занимать сварочные электроды.

Список литературы

1. Аналитики: дно спада экономики России придется на 2 квартал 2015 года [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.ria.ru>.
2. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.gks.ru>.
3. Россия. Статистический справочник [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.gks.ru>.
4. Фурсов С. В. Анализ состояния промышленного производства России на современном этапе // Молодой ученый. — 2014. — № 5. — С. 332–335.
5. В. А. Цветков, Л. А. Аносова К. Х. Зоидов и др. Мониторинг экономического развития России в период с 1991 по 2010 гг.: опыт циклического анализа макроэкономической динамики // Annual Report on BRICS» Social-Economic Development. — 2011. — 132 p.

Таблица 4. Объем потребления сварочных материалов в мире и России (включая СНГ) в 2013 г.

Сварочные материалы	Мир		Россия и СНГ	
	тыс. т	%	тыс. т	%
Покрытые электроды	2 389,3	100	105,6	4,4
Порошковая проволока	863,7	100	17,6	2,0
Проволока для сварки под флюсом	706,2	100	30,8	4,4
Сплошная проволока	2 324,4	100	66,0	2,8
Всего	6 283,6	100	220,0*	3,5

Таблица 5. Объем потребления сварочных материалов в России (включая СНГ) в 2011–2013 гг.

Сварочные материалы	2011		2012		2013	
	тыс. т	%	тыс. т	%	тыс. т	%
Покрытые электроды	112,2	51	112,7	49	105,6	48
Порошковая проволока	13,2	6	18,4	8	17,6	8
Проволока для сварки под флюсом	30,8	14	32,2	14	30,8	14
Сплошная проволока	63,8	29	66,7	29	66,0	30
Всего	220,0	100	230,0	100	220,0	100

6. В 2014–2015 гг. рост рынка сварочного оборудования приостановится [Электронный ресурс] — Режим доступа: http://marketing.rbc.ru/news_research.
7. Сварочное оборудование России. Сегодня и завтра [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.equipnet.ru>
8. Лукин М. А. Научно-технический уровень сварочного производства в современной России // Вестник ПсковГУ. — 2014. — № 4. — С.134–142
9. Материалы Института сварки России. — С. — Петербург: ИСП. — 1993. — 3 с.
10. Промышленность России-2005 // Федеральная служба государственной статистики Росстат [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.gks.ru>.
11. Worldwide demand for welding machines // The Japan Welding News for the World. — N64. — 20133.
12. General Description for Welding Machine's Market // The Japan Welding News for the World. — 2011. — N 55. — P. 5–6.
13. Обзор рынка импортных сварочных полуавтоматов в России [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.svarshov.ru>.
14. Маркетинговое исследование и обзор рынка сварочного оборудования 2011–2012 гг. [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://http://marketing.rbc.ru>.
15. В 2014–2015 гг. рост рынка сварочного оборудования приостановится [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://marketing.rbc.ru>.
16. Полищук Г.И Влияние сырьевого рынка на качество сварочных электродов // Новости теплоснабжения. — 2001. — № 6 (10) 2001, С. 46–47.
17. UN COMTRAD [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://comtrade.un.org>.
18. General Description for Welding Consumables // The Japan Welding News for the World. — 2014. — N 67. — P. 4–5.
19. Економіко-статистичний огляд зварювального виробництва і ринку зварювальної техніки України в 1990–2013. — К.: Вид-во ІЕЗ ім. Є. О. Патона. — 2014. — 71 с.
20. General Description for Welding Consumables Market // The Japan Welding News for the World. — 2013. — N 63. — P. 4–5.
21. General Description for Welding Consumables Market // The Japan Welding News for the World. — 2012. — N 59. — P. 5–6.
22. Прогноз металлопотребления // Металл Эксперт Консалтинг [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.metalexpert-group.com>.

● #867



Арматура НЛМК-Калуга сертифицирована для поставок в страны Европы

Электрометаллургический НЛМК-Калуга (входит в сортовой дивизион Группы НЛМК) сертифицировал арматурный прокат класса B500B диаметром от 10 до 25 мм по национальному стандарту Германии DIN 488-1.

Испытания материала провел Технический Университет Мюнхена. По итогам НЛМК-Калуга выдан сертификат соответствия сроком действия до 2020 года.

Сертификат позволяет использовать арматуру НЛМК-Калуга в строительной индустрии не только Германии, но и в других странах Европы.

«Приоритет всех предприятий Группы НЛМК — производство стальной продукции, отвечающей самым высоким требованиям. Сертификат подтверждает соответствие арматурного проката требованиям DIN 488-1, гарантирует высокий уровень качества продукции НЛМК-Калуга и открывает предприятию новые возможности для расширения рынка сбыта», — отметил директор по сортовому прокату и метизам Группы НЛМК Александр Бураев.

www.steelland.ru

Использование компьютерных технологий в обучении сварщиков

С. Кайтель, С. Ахренс, Х. Молл (Германия)

Идеи улучшения профессиональной подготовки в области сварки тесно связаны с глобальным прогрессом в вычислительной технике. На основе руководящих документов МИС был поставлен вопрос о внедрении новых компьютерных технологий в программы обучения сварщиков разных уровней квалификации. Компьютеризированная подготовка инженеров-сварщиков началась в 2003 г. До настоящего времени было подготовлено приблизительно 1000 специалистов сначала с помощью компьютерного самообразования, а затем с помощью учебных интернет-платформ.

При подготовке сварщиков использовали разработанную виртуальную систему сварочной подготовки с применением реальной короткой дуги (аналогично современным методам тренировки спортсменов). Процесс обучения сварщиков был постепенным, шаг за шагом, с постоянными инструкциями, поступающими от компьютерного устройства управления, для корректировки занятий, чем обеспечивалась постоянная информационная связь между виртуальной системой сварочной подготовки и реальной сваркой в сварочной кабине.

Необходимость профессиональной подготовки и продолжения образования. В современном обществе образование и профессиональная подготовка наиболее важны для продвижения по социальной лестнице. В развитых странах, а также в странах с развивающейся экономикой эти требования являются важным условием развития личности.

Профессиональная подготовка и дальнейшее образование стимулируют производство, поскольку потребность в квалифицированных работниках постоянно растет, так как только с помощью хорошо обученного персонала возможен выпуск более сложных изделий. Это относится как к квалифицированным рабочим, так и к инженерам. Таким образом, дальнейшее развитие разработок в области методологии подготовки с полным раскрытием ее потенциала имеет большое значение.

Одной из значительных движущих сил развитых обществ в течение последних 20 лет является компьютеризация, а также интернет. Сварочная технология и, в частности, программы подготовки будущих квалифицированных сварщиков также должны развивать преимущества, получаемые от применения информационных технологий.

Благодаря новому целевому центру обучения, созданному в 2012 г. Немецким сварочным обществом и Немецкой ассоциацией сварки и родственных процессов (рис. 1), компьютеризированные методы обучения теперь сочетают с тра-

диционными для формирования концепции, охватывающей, кроме сварки, весь сектор металлообработки.

Применение современных информационных технологий для подготовки профессионального сварочного персонала. В отношении практической подготовки сварщиков или подготовки операторов-сварщиков авторы выделяют следующие области сварки, где активные изменения происходят благодаря компьютеризации:

- выбор и регулирование параметров сварки в источниках питания;
- мониторинг работы сварщика при управлении сварочным процессом;
- эргономика проектируемого оборудования;
- положение тела сварщика при сварке (техническая оценка);
- обучение сварщика (развитие координации движения рук).

При этом основное внимание следует уделять процессам, описанным ниже.

Практическая подготовка сварщиков.

Источники питания. В настоящее время невозможно представить прогрессивную тех-



Рис. 1. Новый учебный центр BZ RR, г. Гельзенкирхен, Шальке (Рейнско-Рурский регион)

нологию без использования компьютеров. Современные источники питания способны сохранять в памяти всю технологию сварки в виде завершенных программ и обеспечивать сварщику возможность эффективного управления и выбора оптимальных параметров сварки. В частности, современные источники питания в зависимости от их механизма регулирования могут анализировать процесс сварки и настраивать его параметры. Благодаря разработке импульсной технологии контролируется перенос капель, что в итоге позволяет сварщику сконцентрироваться на ручной работе.

Таким образом, источник питания выполняет задачи, которые ранее зависели от навыков сварщика. Однако упрощенная работа с источниками питания не должна приводить к тому, что сварщик будет заниматься только ручными работами. Наоборот, необходимо больше внимания уделять теоретическим знаниям. Именно сварщик является тем лицом, которое определяет прерывание процесса сварки и (или) выбор параметров. Однако он может это сделать только при полном понимании процесса сварки. Кроме того, необходимо глубокое знание технологии управления, так как иногда приходится осваивать как автоматические, так и полуавтоматические процессы управления.



Рис. 2. Виртуальная система VWTS



Рис. 3. Полувиртуальная система VWTS с реальной электрической дугой малой мощности

Новые методы обучения. Возрастающие инвестиции в создание компьютеризированных учебных рабочих мест меняют организацию обучения технологии сварки. Рассматриваемое ниже оборудование — виртуальная система сварочной подготовки (VWTS) — поддерживает работу инструктора-сварщика тем, что непрерывно контролирует и корректирует движение ученика.

В настоящее время можно реализовать две методологии: виртуальные и полувиртуальные системы.

На рис. 2, 3 приведены примеры применения системы, формирующей виртуальный шов на мониторе и отслеживающей движения сварщика. Эта и сопоставимые с ней системы учат студентов-сварщиков решать реальные проблемы, различные по уровню трудности. В зависимости от типа сварочного оборудования виртуальные движения отличаются в большей или меньшей степени от реальных. Однако они вполне приемлемы для приобретения профессиональных навыков.

В отличие от виртуальных в полувиртуальных системах используют электрическую дугу малой мощности. При этом реальный шов отсутствует, но можно проследить движения сварщика в виде линии плавления на металлической пластине. Во время занятий записывается последовательность движений сварщика, и он получает визуальные и (или) звуковые инструкции для корректировки действий. После сварки такие параметры, как положение горелки, скорость сварки, расстояние от горелки до изделия и общий оценочный отчет, либо выводятся на монитор, либо распечатываются.

Преимущества этих систем заключаются в том, что для занятий может быть использовано стандартное сварочное оборудование, например, сварочная горелка с шлангокабельным пакетом. От электрической дуги подается небольшой ток в соответствии с параметрами реального противобликового щитка в виде шлема сварщика. На рис. 3 в качестве примера показана такая система.

Навыки ручной дуговой сварки. Конечный этап обучения — обычный сварочный процесс, так как энергетическое воздействие электрической дуги и динамику сварочной ванны трудно моделировать. Это означает, что в настоящее время VWTS составляет только 20–30 % всех обучающих программ.

В будущем предполагается использовать сочетание описанных методов с постепенным усложнением задач, что повысит эффективность обучения сварщика в зависимости от его индивидуальных способностей.

Для обучения можно использовать дифференцированные системы VWTS, например, их можно комбинировать или применять последовательно. Установлена эффективность совмещения чисто виртуальных систем с полувиртуальными. Однако в конце обучения приоритетным должно стать использование приобретенных навыков и применение их при различных способах сварки металлических пластин различной толщины. Этот метод обучения

выдержал испытание временем и подтвержден директивами МИС 089-12.

Применение сварочных кабин и камер. Типовая сварочная кабина для обучения показана на рис. 4. Обычно обучение сварщиков проводят в сварочной кабине, чтобы защитить не участвующих в сварке от излучения и дыма, преподаватель должен быть в защитном шлеме. В настоящее время обучение технике сварки проходит в «темной комнате», где можно видеть только сварочную ванну, «наведенную» сварщиком (и инструктором).

Системы VWTS впервые дают возможность перенести процесс обучения в специализированные, подобные цеху, комнаты для обучения и сварочные кабины, где можно контролировать учеников-сварщиков и корректировать стабильность их движений при сварке, а также наблюдать за действиями инструктора или упражнениями, выполняемыми учениками, и оценивать их.

Роль инструктора-сварщика. Компьютеризированные методы профессиональной подготовки в области сварки с применением VWTS обогащают процесс обучения. Они дополняют, но не заменяют обычного инструктора-сварщика. Именно человеческие качества и опыт ручной работы обеспечивают молодым людям достижение высокой планки при обучении. Инструктор-сварщик демонстрирует только теоретические навыки и основную последовательность движений, необходимую при сварке. Он принимает решение о том, какие методы и в какой последовательности необходимо использовать.

Способности инструктора позволяют развить у молодых людей творческое отношение к профессии. Именно поэтому занятия с инструктором-сварщиком так важны. Они действуют как усиливающий «множитель» в процессе обучения и определяют конечный успех (рис. 5).

Комплексные занятия в области металлообработки. Если требуется обширная и фундаментальная подготовка молодых людей, можно использовать комплексные занятия в области металлообработки, где основное внимание уделяется сварке. Хороший пример — цеха центров обучения GSI в Рейнско-Рурском регионе (рис. 6), которые занимаются обучением сварке с применением новых методов VWTS в сочетании с металлообработкой.

Обучение может проводиться не только в стационарном, но и в мобильном цехе. На рис. 7 показана такая мобильная учебная станция.

Обучение инженеров-сварщиков. Инженер-сварщик считается центральной фигурой при решении всех вопросов, связанных с контролем качества сварки. Таким образом, технологическая квалификация инженеров важна при определении качества сварных конструкций и изделий. Именно поэтому при подготовке контролеров-сварщиков квалификация инженеров-сварщиков имеет такое большое значение.

В последние годы в Германии ежегодно обучается приблизительно 1000 инженеров-сварщиков МИС. Подготовка квалифицированных конструкторов-сварщиков яв-



Рис. 4. Сварщик в процессе обучения в типовой сварочной кабине



Рис. 5. Экспертная оценка результатов сварки



Рис. 6. Учебные центры BZ RR (а), GSI и DVS (б)



Рис. 7. Мобильная учебная станция

ляется весьма позитивным явлением, так как закладывает фундамент для производства новых конструкций, а также применения современных сварочных процессов при создании новой техники. Успешное повышение квалификации можно объяснить, в частности, применением новых методов обучения, поскольку GSI в год готовит приблизительно 350 человек через компьютеризированное или «смешанное обучение».

Курсы дистанционного обучения требуют от участников высокого уровня самомотивации. Независимое усвоение учебного материала облегчено благодаря использованию визуальных средств (рис. 8).

Вариант курсов «Смешанное обучение», который был специально внедрен для подготовки инженеров-сварщиков, включает по 50% самостоятельной работы и посещения лекций. В последнем случае участники могут задавать возникающие вопросы непосредственно инструкторам и руководителям, при этом последние имеют возможность добавлять актуальную информацию (например, технические стандарты) в курс обучения.

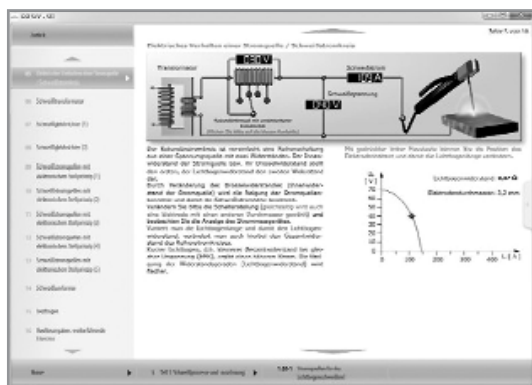


Рис. 8. Экран с анимацией (пример из курса дистанционного обучения)



Рис. 9. Современный планшетный ПК, используемый как терминальное устройство для процесса непрерывного обучения

Увеличение значения дистанционного обучения можно объяснить возможностью получения квалификации с применением высокопрофессиональных программ, что соответствует современной тенденции повышения уровня образования в течение всей жизни. В этом контексте необходимо учитывать влияние интернета, поскольку вопросы учеников направляются непосредственно руководителям и инструкторам. Этому способствует также применение современных терминальных устройств (рис. 9).

Таким образом, примеры практической подготовки сварщиков и непрерывного обучения инженеров-сварщиков свидетельствуют о совершенствовании методологии передачи знаний в области сварочных технологий, а также о положительном влиянии новых технологий с применением компьютеров и интернета. С их помощью можно добиться дополнительного эффекта: более гибкого обучения, индивидуализации подготовки, структурирования обучения. В то же время это также важно с точки зрения сохранения ресурсов, например, уменьшения времени на поездки, снижения потребления энергии, расхода бумаги и т.д.

Компьютеризация обучения может оказать долгосрочное воздействие на весь процесс подготовки, что следует учитывать при планировании и инвестировании в новые учебные центры. Кроме того, компьютеризированные методологии подготовки формируют основу для надежной интернационализации сварочных технологий.

От редакции. К сведению читателей, в Украине и России за последние 25–30 лет проведены многочисленные работы по разработке теоретических, дидактических и практических основ применения информационных технологий в обучении и повышении квалификации сварочного персонала. Приоритет в этой области принадлежит ученым и специалистам ИЭС им. Е. О. Патона и Института проблем моделирования в энергетике им. Г. Е. Пухова НАН Украины. Этими коллективами создана гамма компьютеризированных технических средств обучения сварочного персонала, в частности сварочные тренажеры типа МДТС и ТСДС, получившие признание в России, Китае, Казахстане и других странах. Только в Россию за период с 2003 до 2013 гг. были поставлены и внедрены в учебный процесс более 1000 сварочных тренажеров различных модификаций, разработанных в ГП «НИЦ СКАЭ ИЭС им. Е. О. Патона» НАН Украины.

● #868

Статья была опубликована в журнале «Автоматическая сварка». — 2014. — № 10.

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: **119049, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 6, стр. 7, оф.19, «Сварщик в России».**

856 857 858 859 860 861 862 863 864 865 866 867
868 869 870 871 872 873 874 875 876 877 878 879
880 881 882 883 884 885 886 887 888 889 890 891
892 893 894 895 896 897 898 899 900 901 902 903
904 905 906 907 908 909 910 911 912 913 914 915
916 917 918 919 920 921 922 923 924 925 926 927
928 929 930 931 932 933 934 935 936 937 938 939

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Подробный почтовый адрес: _____

« _____ » _____ 2015 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 2015 г.

На внутренних страницах

Площадь	Размер, мм	Стоимость, руб.
1 полоса	210×295	20000
1/2 полосы	180×125	10000
1/4 полосы	88×125	5000

На страницах основной обложки

Страница	Размер, мм	Стоимость, руб.
1 (первая)	215×185	45000
8 (последняя)	210×295 (после обрезки 205×285)	30000
2		28000
7		26000

На страницах внутренней обложки

Стр. (площадь)	Размер, мм	Стоимость, руб.
3, 1 полоса	210×295	25000
4, 1 полоса,	210×295	23000
3 и 4, 1/2 полосы	180×125	12000
5 и 6, 1 полоса)	210×295	22000
5 и 6, 1/2 полосы	180×125	11000

Изготовление оригинал-макета

- 10% стоимости рекламной площади

Статья на правах рекламы

- 1 стр. — 7500 руб.

Прогрессивная система скидок

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

Тарифы на рекламу универсальные для журналов «Сварщик в России» и «Сварщик» (Украина).

При размещении рекламно-информационных материалов одновременно в журналах «Сварщик» и «Сварщик в России» предоставляется скидка **15%**.

Требования к оригинал-макетам

Для макетов «под обрез»: формат издания после обрезки 205×285 мм; до обрезки 210×295 мм; внутренние поля для текста и информативных изображений не менее 15 мм. **Файлы принимаются в форматах:** PDF, AI, INDD, TIF, JPG, PSD, EPS, CDR, QXD с прилинкованными изображениями и шрифтами. Изображения должны быть качественными, не менее 300 dpi, цветные палитру CMYK, текст в кривых, если нет шрифтов.

Сопроводительные материалы: распечатка файла обязательно, для цветных макетов — цветная, с названием файла, размерами макета и подписью заказчика. Размеры макета должны точно соответствовать указанным редакцией.

Носители: CD, DVD, или флэш-диск.

Подача материалов в очередной номер — до 15-го числа нечетного месяца (например, в № 6 — до 15.11).

Руководитель рекламного отдела: **В. Г. Абрамишвили**
тел./ф.: +380 44 **200-80-14**, +380 50 413-98-86 (моб.)
e-mail: welder.kiev@gmail.com
www.welder.kiev.ua

Заполняется печатными буквами