



2 (102) 2015

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

Журнал награжден Почетной грамотой и Памятным знаком Кабинета Министров Украины

Сварщик®

Технологии
Производство
Сервис

2-2015

СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологий	4
Производственный опыт	
Опыт применения высокочастотной механической проковки рам и узлов тележек пассажирских вагонов. <i>В. И. Приходько, Н. В. Высоколян, С. Г. Калантыря</i>	6
Кислородная резка крупногабаритного металлолома из высоколегированных сталей и чугуна. <i>В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко, С. А. Чумак, В. В. Капустин, С. Л. Василенко</i>	9
Наши консультации	14
Технологии и оборудование	
TPS 600i — новый мощный источник в линейке Fronius TPS/I	18
Сварочные электроды для ответственных конструкций	19
Ультразвуковые технологии в сварочном производстве. <i>Г. И. Лащенко</i>	21
Лазерная термообработка с оплавлением поверхности с целью повышения эксплуатационных свойств инструмента. <i>В. Г. Буров, А. Г. Маликов, А. М. Оришич, А. Г. Тюрин, А. Н. Черепанов</i>	27
Разработка технологии ремонта и восстановления особо ответственных деталей с применением лазерной наплавки. <i>С. В. Кандалов, В. И. Панов</i>	30
Сварочный аппарат для автоматической дуговой сварки под флюсом кольцевых поворотных стыков в глубокую разделку A1569M и A1569M1. <i>В. С. Романюк, С. И. Великий, А. В. Семененко, А. К. Полищук, М. И. Дубовой</i>	33
Зарубежные коллеги	36
Охрана труда	
Функції управління охороною праці на виробництві. <i>О. Г. Левченко</i>	37
Выставки и конференции	
Календарь выставок на 2015 г.	42



ВНИМАНИЕ!

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

Подписные индексы: «Сварщик» — **22405**; «Все для сварки. Торговый Ряд» — **94640**
в каталоге «Укрпошта». На **электронную версию** журнала «Сварщик» можно подписаться
в редакции: Тел./факс: +380 44 200 8014, 200 8018. E-mail: welder.kiev@gmail.com

Новини техніки й технологій	4
Виробничий досвід	
• Досвід застосування височастотного механічного проковування рам і вузлів візків пасажирських вагонів. <i>В. І. Приходько, Н. В. Високолян, С. Г. Калантиря</i>	6
• Кисневе різання великогабаритного металобрухту з високолегованих сталей і чавуну. <i>В. М. Литвинов, Ю. Н. Лисенко, С. А. Чумак, В. В. Капустін, С. Л. Василенко</i>	9
Наші консультації	14
Технології й устаткування	
• TPS 600i — нове потужне джерело в лінійці Fronius TPS/I	18
• Зварювальні електроди для відповідальних конструкцій	19
• Ультразвукові технології у зварювальному виробництві. <i>Г. І. Лашенко</i>	21
• Лазерна термообробка з оплавленням поверхні з метою підвищення експлуатаційних властивостей інструмента. <i>В. Г. Буров, А. Г. Маліков, А. М. Оришич, А. Г. Тюрін, А. Н. Черепанов</i>	27
• Розробка технології ремонту й відновлення особливо відповідальних деталей із застосуванням лазерного наплавлення. <i>С. В. Кандалов, В. І. Панов</i>	30
• Зварювальний апарат для автоматичного дугового зварювання під флюсом кільцевих поворотних стиків у глибоке оброблення A1569M і A1569M1. <i>В. С. Романюк, С. І. Великий, А. В. Семененко, А. К. Поліщук, М. І. Дубовий</i>	33
Зарубіжні колеги	36
Охорона праці	
• Функції управління охороною праці на виробництві. <i>О. Г. Левченко</i>	37
Виставки й конференції	
• Календар виставок на 2015 р.	42

CONTENT

News of technique and technologies	4
Production experience	
• Experience of application high-frequency mechanical maeling of frames and units of carriages. <i>V. I. Prihod'ko, N. V. Visokolyan, S. G. Kalantirya</i>	6
• Oxygen cutting large-sized metal breakage from high-alloy steel and pig-iron. <i>V. M. Litvinov, Yu. N. Lisenko, S. A. Chumak, V. V. Kapustin, S. L. Vasilenko</i>	9
Our advices	14
Technologies and equipment	
• TPS 600i — new powerful source in a ruler Fronius TPS/I	18
• Welding electrodes for responsible structures	19
• Ultrasonic technologies in welding manufacture. <i>G. I. Lashenko</i>	21
• Laser heat treatment with liquid phase surface with the purpose of increase of operational properties of the tool. <i>V. G. Burov, A. G. Malikov, A. M. Orishich, A. G. Tyurin, A. N. Cherepanov</i>	27
• Development of technology of repair and restoration of especially responsible details with application of a method laser cladding. <i>S. V. Kandalov, V. I. Panov</i>	30
• The welding device for automatic arc welding under flux of ring rotary joints in deep splicing of edges A1569M and A1569M1. <i>[V. S. Romanyuk], S. I. Velikiy, A. V. Semenenko, A. K. Polishchuk, M. I. Dubovoy</i>	33
The foreign colleagues	36
Labour protection	
• Functions of management of labour protection on manufacture. <i>O. G. Levchenko</i>	37
Exhibitions and conferences	
• Calendar of exhibitions on 2015	42

Свидетельство о регистрации №13094-1978 Пр от 27.08.07

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

Издатель ООО «Экотехнология»

Издание журнала поддерживают

Общество сварщиков Украины,
Национальный технический
университет Украины «КПИ»Журнал издается
при содействии UNIDO

Главный редактор В. Д. Позняков

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

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

Редакционный совет В. Г. Фартушный (председатель),
Н. В. Высоколян, П. А. Косенко,
М. А. Лактионов, Я. И. Микитин,
В. Н. Проскудин

Маркетинг и реклама О. А. Трофимец

Верстка В. П. Семенов

Адрес редакции 03150 Киев, ул. Горького, 62Б

Телефон +380 44 200 5361

Тел./факс +380 44 200 8018, 200 8014

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

URL <http://www.welder.kiev.ua/>

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

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

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

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

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

За достоверность информации и содержание рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели.
Мнение авторов статей не всегда совпадает с позицией редакции.

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

Подписано в печать 06.04.2015. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

Гарнитура PetersburgC. Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 5,2.
Зак. № 0013 от 06.04.2015.Печать: ООО «Полиграфический центр «Принт 24», 2014.
Киев, ул. Шахтерская, 9. Тел./ф. (044) 591 1012, 591 1013.

© ООО «Экотехнология», 2015

Опыт применения высокочастотной механической проковки рам и узлов тележек пассажирских вагонов



В. И. Приходько, Н. В. Высоколян, С. Г. Калантыря

Приведены результаты исследований по повышению циклической долговечности сварных соединений на ПАО «КВСЗ» и сравнительных испытаний по влиянию различных видов обработки на усталостную выносливость различных марок стали, используемой для изготовления продольных балок рамы тележки пассажирских вагонов. Рассмотрен эффективный метод повышения усталостной прочности сварной тележки пассажирского вагона — ультразвуковая ударная обработка сварных соединений.

Кислородная резка крупногабаритного металлолома из высоколегированных сталей и чугуна

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

Описан новый способ кислородной резки металлов больших толщин и разработанный для него газокислородный резак РГКМ-5. Приведены параметры резки резаками РГКМ-5НЖ и РГКМ-3. Установлено, что применение нового способа резки позволило резать заготовки толщиной до 1500 мм, а в некоторых случаях и до 1800 мм за один проход при сохранении прежнего расхода энергоносителей.

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.

Лазерная термообработка с оплавлением поверхности с целью повышения эксплуатационных свойств инструмента

В. Г. Буров, А. Г. Маликов, А. М. Оришич, А. Г. Тюрин, А. Н. Черепанов

Приведены результаты исследования лазерной сварки титана и низкоуглеродистой стали с нанопорошками, лазерной сварки титана и нержавеющей стали, а также лазерной закалки углеродистых сталей. Даны прочностные характеристики сварных швов, полученные в ходе испытаний.

Функции управления охраной труда на производстве

О. Г. Левченко

Описаны основные функции управления охраной труда, этапы процесса планирования мероприятий по охране труда. Рассмотрены функция прогнозирования и планирования работы по охране труда, функция системы охраны труда относительно организации и координации работ. Освещены вопросы учета, анализа и оценки показателей охраны труда, контроля за состоянием охраны труда и функционированием системы охраны труда, стимулирования охраны труда и др.

Досвід застосування високочастотного механічного проковування рам і вузлів візків пасажирських вагонів



В. І. Приходько, Н. В. Високолян, С. Г. Калантіря

Наведено результати досліджень по підвищенню циклічної довговічності зварних з'єднань на ПАО «КВСЗ» і порівняльних випробувань по впливу різних видів обробки на втомленісну витривалість різних марок стали, використовуваної для виготовлення поздовжніх балок рами візка пасажирських вагонів. Розглянуто ефективний метод підвищення втомленосної міцності зварного візка пасажирського вагона — ультразвукову ударну обробку зварних з'єднань.

Кисневе різання великогабаритного металобрухту з високолегованих сталей і чавуну

В. М. Литвинов, Ю. Н. Лисенко, С. А. Чумак, В. В. Капустін, С. Л. Василенко

Описано новий спосіб кисневого різання металів великих товщин і розроблений для нього газокисневий різак РГКМ-5. Наведено параметри різання резаками РГКМ-5НЖ і РГКМ-3. Встановлено, що застосування нового способу різання дозволило різати заготовки товщиною до 1500 мм, а в деяких випадках і до 1800 мм за один прохід при збереженні витрат енергосиїв.

Ультразвукові технології у зварювальному виробництві

Г. І. Лащенко

Розглянуто ультразвукове зварювання, обробка в процесі зварювання металів плавленням, післязварювальна обробка зварних з'єднань. Дано узагальнені результати випробувань зварних з'єднань деяких марок сталей на втомленісну міцність. Наведено дані про ефективність підвищення опору втомлюваності зварних з'єднань при високо-частотному механічному проковуванні.

Лазерна термообработка з оплавленням поверхні з метою підвищення експлуатаційних властивостей інструмента

В. Г. Буров, А. Г. Маліков, А. М. Оришич, А. Г. Тюрін, А. Н. Черепанов

Наведено результати дослідження лазерного зварювання титану й низьковуглецевистої сталі з нанопорошками, лазерного зварювання титану й нержавіючої сталі, а також лазерного загартовування вуглецевистих сталей. Дані міцнісні характеристики зварних швів, отримані під час випробувань.

Функції управління охороною праці на виробництві

О. Г. Левченко

Описані основні функції управління охороною праці, етапи процесу планування заходів з охорони праці. Розглянуті функція прогнозування та планування роботи з охорони праці, функція системи охорони праці щодо організації та координації робіт. Висвітлені питання обліку, аналізу та оцінки показників охорони праці, контролю за станом охорони праці та функціонуванням системи охорони праці, стимулювання охорони праці та ін.

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.

● #1477

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 толстолистового 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.

● #1478

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/40 °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.

● #1479

www.sammit.dp.ua



Защитные экраны для бронетехники от КПИ

Инициативная группа сотрудников и студентов Сварочного факультета НТУУ «КПИ» под руководством кандидата технических наук А. А. Сливинского с сентября 2014 г. ведет работы по изготовлению и монтажу защитных противоккумулятивных экранов для бронетехники сил АТО.

Благодаря сотрудничеству с ЦНИИ Вооружений и Военной техники ВСУ в конструкцию экранов и технологию их изготовления был внесен ряд усовершенствований. Экраны успешно прошли баллистические испытания на полигоне Министерства Обороны Украины. Оформлена заявка на патент и ведутся работы по принятию экранов данного типа на вооружение.

Сегодня единичное производство в механической мастерской Сварочного факультета НТУУ «КПИ» силами студентов переросло в серийный выпуск экранов на одном из предприятий Киева. На данный момент факультет осуществляет полное конструкторско-технологическое сопровождение производства экранов, разработан комплект технической документации по экранам для основных образцов легкобронированной техники ВСУ — БТР-80 и БМП-2.

Специалисты Сварочного факультета изготовили и установили защитные экраны на бронетехнику подразделений 95-й Отдельной аэромобильной бригады, 101-й Отдельной бригады охраны Генштаба и 140-го Центра сил специальных операций.



Недавно получен большой заказ на экраны для БМП-2 от командования 30-й Отдельной механизированной бригады — героев Дебальцевского выступа. Первые пять комплектов экранов уже изготовлены и доставлены в зону проведения АТО. Финансирование производства осуществляется за счет спонсорской поддержки компании «WebMoney Украина».

● #1480

Опыт применения высокочастотной механической проковки рам и узлов тележек пассажирских вагонов

В. И. Приходько, президент ПАО «КВСЗ», **Н. В. Высоколян**, главный сварщик ПАО «КВСЗ», **С. Г. Калантыря**, зам. главного сварщика ПАО «КВСЗ» (Кременчуг)

ПАО «Крюковский вагоностроительный завод» является одним из крупнейших предприятий-производителей железнодорожной техники на постсоветском пространстве.

На предприятии работают высококвалифицированные специалисты в области разработки конструкторской документации для новой техники, инженерно-технический персонал, который разрабатывает и внедряет в производство новые и прогрессивные технологии.

Начиная с конца 1990-х годов специалисты ПАО «КВСЗ» разработали около 30 моделей пассажирских вагонов, вагонов-метро, вагонов в габарите RIC, скоростных межрегиональных поездов локомотивной тяги и электропоездов, дизель-поездов, а также пассажирские тележки различных модификаций к различным вагонам и поездам.

На сегодняшний день пассажирские вагоны различного назначения эксплуатируют на железных дорогах Украины, Белоруссии, Казахстана, Таджикистана.

Ходовые части транспорта социального назначения оборудованы сварными тележками собственного производства. Для изготовления рам тележек и комплектующих к ним на заводе организован участок, оснащенный специальной технологической оснасткой и новым сварочным оборудованием.

Для снятия остаточных внутренних напряжений после сварки и для повышения усталостной прочности рамы тележек подвергают высокому отпуску при нагреве до температуры 680 °С с последующей выдержкой и остыванием в печи до температуры 100 °С.

Данная технология имеет целый ряд недостатков:

- большие энергозатраты, на отжиг рамы расходуется около 1000 кВт/ч электроэнергии;
- время отжига включает в себя нагрев и остывание печи — около 24 ч;
- возможна потеря геометрических параметров в процессе отжига, что в свою очередь требует дополнительной термической правки.

Расчет прочности рамы тележки, а также результаты усталостных испытаний показывают, что максимальные эквивалентные напряжения возникают в раме тележки в местах приварки кронштейнов в нижней части балки. Усталостные разрушения при испытании рамы возникали именно по данному кронштейну (рис. 1).

Результаты, полученные при исследовании повышения сопротивления усталости показывают, что целесообразность высокого отпуска не всегда рациональна, а иногда и усиливает отрицательное воздействие на сопротивление усталости.

На основании последних исследований, выполненных в ИЭС им. Е. О. Патона, и работ д-ра техн. наук В. В. Кныша по повышению циклической долговечности сварных соединений на ПАО «КВСЗ» были проведены сравнительные испытания по влиянию различных видов обработки на усталостную выносливость продольных балок рамы тележки пассажирских вагонов (натурные образцы).

Сборку и сварку макетов (рис. 2) выполняли в полном соответствии с имеющейся технологией изготовления балок рам тележек, которая существует в ПАО «КВСЗ».

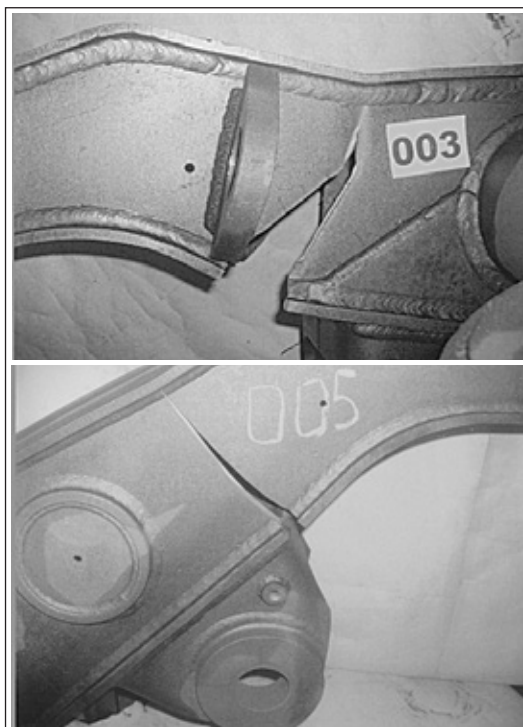


Рис. 1. Участки рам, разрушенные во время испытаний

Контроль качества сварных соединений проводили методом УЗК в соответствии с действующими в вагоностроении нормами.

Для проведения усталостных испытаний были изготовлены макеты из двух различных материалов, которые широко используют при производстве железнодорожных вагонов, в том числе и рамы тележки:

1. *Сталь 20*. Конструкционная качественная сталь имеет незначительную прочность, но отличается высокими показателями пластичности по ГОСТ 19903-74 и ГОСТ 1577-93 (табл. 1).

2. *Сталь S355J2*. Высокопрочная сварочная конструкционная сталь имеет низкое содержание углерода (менее 0,2%). Высокую прочность этой стали обеспечивают легирующие элементы, преимущественно Mn (табл. 2)

Для проведения усталостных испытаний были изготовлены макеты по разным технологиям обработки металлоконструкций, а именно:

- из стали 20 с последующим отжигом после сварки и проведением усталостных испытаний до разрушения;



Рис. 2. Внешний вид макета



Рис. 3. Установка USTREAT-2

- из стали 20 без отжига после сварки с проведением усталостных испытаний до разрушения;
- из стали 20 без отжига с высокочастотной механической проковкой (ВМП) зоны сплавления сварного шва приварки кронштейна с проведением усталостных испытаний до разрушения;
- из стали 20 без отжига с проведением усталостных испытаний в объеме 1 млн. циклов, а также ВМП зоны сплавления сварного шва приварки кронштейна и продолжением усталостных испытаний до разрушения;
- из стали S355J2 без отжига с проведением усталостных испытаний до разрушения.

Высокочастотную механическую проковку сварных соединений проводили на установке USTREAT-2 (рис. 3) стержневыми бойками диаметром 3 мм в количестве трех единиц в один ряд на следующих режимах: усилие обработки 80 %; скорость обработки 3,5–4 мм/с.

Метод контроля визуальный по наличию углублений в зоне сплавления.

Разработчиком установки является Институт металлофизики им. Курдюмова НАН Украины.

Техническая характеристика установки USTREAT-2

Напряжение сети, В	220
Частота выходного напряжения, кГц	22 ± 0,3
Амплитуда исходного напряжения, В	400–800
Амплитуда ультразвуковых колебаний на конце концентратора, мкм	20–35
Масса генератора, кг	5,6
Габаритные размеры ультразвукового генератора, мм	228×225×90
Масса инструмента, кг	2,3
Габаритные размеры ручного инструмента, мм	42×140×75

Таблица 1. Химический состав и механические свойства Ст20

Химический состав, мас. %						
C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni
0,2	0,47	0,19	0,009	0,015	0,043	0,01
Механические свойства						
σ_T (+20 °C), МПа		σ_B (+20 °C), МПа		δ , %		
282		434		29		

Таблица 2. Химический состав и механические свойства стали S355J2

Химический состав, мас. %												
C	Mn	Si	S	P	Cr	Ni	Cu	Al	N	Mo	Ti	V
0,18	1,44	0,44	0,0011	0,001	0,035	0,016	0,018	0,039	0,0044	0,0027	0,0023	0,023
Механические свойства												
σ_T (+20 °C), МПа				σ_B (+20 °C), МПа				δ , %				
415				577				25				

Таблица 3. Результаты испытаний образцов

Материал и предварительная обработка	Маркировка	Количество циклов до разрушения, млн. циклов	Среднее значение количества циклов до разрушения, млн. циклов
Ст20 с отжигом 750 °С	101	2,52	2,62
	102	2,65	
	103	2,7	
Ст20 без отжига	201	2,14	1,83
	202	1,8	
	203	1,54	
Ст20 без отжига ВМП швов	301	4,65	4,67
	302	3,85	
	303	5,5	
Ст20, режим обработки: предварительная нагрузка 1 млн. циклов ВМП швов испытания до разрушения	401	3,31	3,52
	402	3,15	
	403	4,11	
S355J2 без отжига	501	1,1	1,13
	502	1,25	
	503	1,05	

Такие технологии применяют для повышения эксплуатационных свойств разнообразных изделий и конструкций, которые работают в условиях циклических нагрузок и в агрессивной среде.

Усталостные испытания макетов проводили на установке ПЦА-100, режим испытаний 50/5 т. Для проведения испытаний были изготовлены по три образца каждого вида макетов по разным технологиям обработки металлоконструкций. Результаты испытаний приведены в табл. 3, рис. 4 и 5.

Проведенные испытания показали, что для конструкции рам тележек пассажирских вагонов применяемая на заводе технология снятия внутренних напряжений является оправданной, так как повышает сопротивление усталостному разрушению в 1,43 раза за счет релаксации внутренних напряжений, вызванных сваркой.

Наиболее эффективным методом повышения усталостной прочности сварной тележки пассажирского вагона является ВМП сварных соединений приварки кронштейна, который является основным концентратором напряжений. Эффект достигается за счет снижения растягивающих напряжений и образования в поверхностном слое полезных остаточных напряжений сжатия, снижения концентрации напряжений и появления эффекта деформационного упрочнения. Данный способ позволил увеличить сопротивление усталостной прочности балки в 1,78 раза по сравнению с термообработкой.

Следует отметить, что на результаты испытаний существенно влияет форма сварного шва и особенно переходная

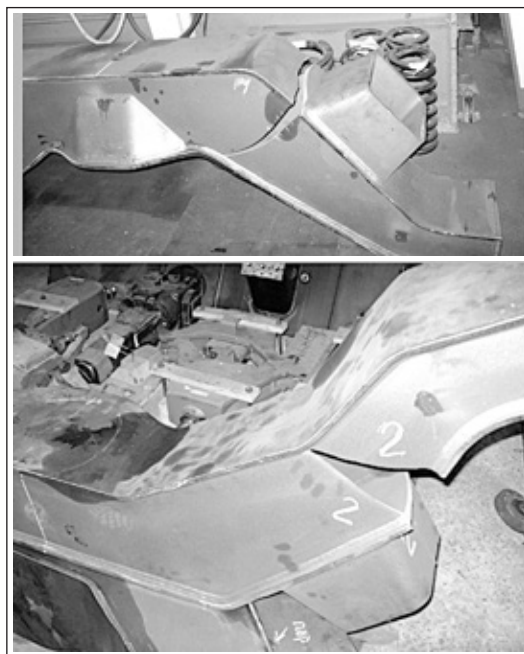


Рис. 4. Разрушенные макеты

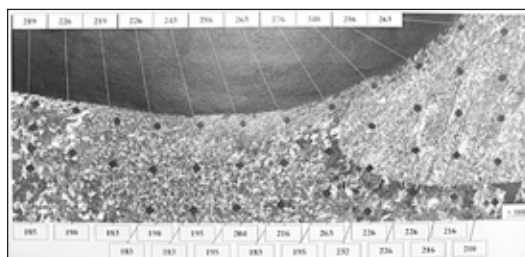


Рис. 5. Макрошлиф образца после ВМП (указана твердость измеренная по методу Виккерса)

зона шва к основному металлу. Упрочнение сварных швов кронштейна после 1 млн. циклов (50 % долговечности от исходного состояния) повышает циклическую долговечность узла, однако данный показатель на 25 % ниже, чем обработка исходного материала.

Стали повышенной прочности S355J2, имеющие высокие показатели предела текучести, уступают по усталостной выносливости стали 20.

Таким образом, высокочастотная механическая проковка повышает сопротивление усталостному разрушению в 3 раза по сравнению с сопротивлением необработанных балок и в 1,8 раза по сравнению с этим показателем для балок, прошедших высокий отпуск. Данный способ можно успешно применять и для упрочнения других ходовых частей вагонов, которые находятся в эксплуатации и имеют «слабые» места, склонные к образованию усталостных трещин.

● #1481

Кислородная резка крупногабаритного металлолома из высоколегированных сталей и чугуна

В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко, С. А. Чумак, ООО «НИИПТмаш-Опытный завод»,
В. В. Капустин, ПАО «ЭМСС», **С. Л. Василенко**, ПАО «НКМЗ» (Краматорск)

На Краматорских заводах ПАО «Новокраматорский машиностроительный завод» (НКМЗ) и ПАО «Энергомашспецсталь» (ЭМСС) широко применяют машинную кислородную резку металлических заготовок из углеродистых и низколегированных сталей толщиной до 1200 мм с помощью резаков РГКМ-3. С внедрением в 2013–2014 гг. резака РГКМ-5 на этих заводах стала возможна резка за один проход заготовки толщиной до 1500 мм, а в некоторых случаях и до 1800 мм при сохранении прежнего расхода энергоносителей.

Такой эффект был получен благодаря новому способу кислородной резки металлов больших толщин (Пат. Украины 92865, кл. F23C 7/00, 10.09.2014. Бюл. № 17), для осуществления которого и был разработан газокислородный резак РГКМ-5 (рис. 1).

Этот способ заключается в том, что в сплошном потоке горючего газа в одном направлении с ним перемещается кислород основной режущей струи, вокруг которой расположены несколько дополнительных режущих струй. Кислород дополнительных режущих струй перемещается также в сплошном потоке горючего газа, скорость которого меньше скорости кислорода основной режущей струи не более чем на 10 %.

Сплошной поток горючего газа заполняет все пространство между основным и вспомогательными потоками режущего кислорода, а также образует внешнюю оболочку. Поскольку горючий газ перемещается в одном направлении с потоками режущего кислорода и имеет плотность в несколько раз ниже, чем плотность окружающего воздуха, он позволяет сохранить скорость и чистоту кислорода на значительном расстоянии от торца мундштука, то есть позволяет сохранить режущие свойства кислорода на значительном расстоянии от торца мундштука.

На рис. 2 показан факел пламени и режущие струи кислорода. Видно, что вокруг основной режущей струи располагаются вспомогательные струи кислорода, они не перемешиваются и надежно защищены горючим газом.

При использовании ранее применяемых способов кислородной резки металлов больших толщин имеют место три фактора, тормозящих процесс резки:

1. Режущая струя кислорода постоянно «наезжает» на переднюю кромку реза, которая деформирует и возмущает эту струю, снижая ее режущие свойства;

2. Кислород режущей струи вступает в реакцию горения металла сразу на верхней кромке реза, при этом он загрязняется продуктами горения и начинает терять свою скорость сразу на верхней кромке реза;

3. Недостаточное количество перегретого шлака, образующегося на верхней кромке реза, и недостаточная мощность факела подогревающего пламени, попадающего в полость реза, слабо прогревают глубокие слои металла и нижнюю кромку полости реза.

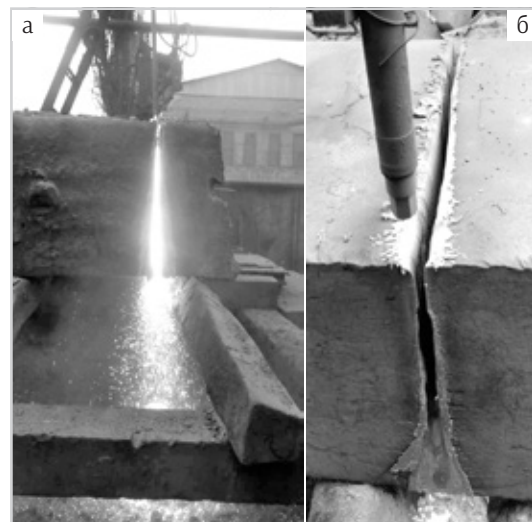


Рис. 1. Процесс резки груза толщиной 1500 мм, сталь 20 (а) и полость реза (б)



Рис. 2. Факел резака РГКМ-5 с включенными дополнительными режущими струями и основной режущей струей

При использовании способа кислородной резки металлов больших толщин по Пат. 92865 фронтальную поверхность и боковые поверхности реза на верхней части заготовки образуют вспомогательные режущие струи, в образовавшуюся полость (воронку) попадает основная режущая струя, не касаясь заготовки ни с фронта, ни по бокам. В данном случае первый фактор, тормозящий процесс резки, не имеет места.

В верхней части заготовки в реакцию горения с металлом вступает кислород вспомогательных режущих струй, сохраняя чистоту и скорость кислорода основной режущей струи, затем, по мере ослабления вспомогательных струй, в реакцию горения металла вступает кислород основной режущей струи в глубинных слоях заготовки.

При этом количества перегретого шлака, уносимого из полости реза, вполне достаточно для прогрева заготовки вблизи нижней кромки реза. В данном случае второй и третий факторы, тормозящие процесс резки, также отсутствуют.

Описанное выше можно увидеть на *рис. 3*, где хорошо видна полость реза, образованная вспомогательными режущими струями кислорода (сужение полости реза в передней части заготовки), и видна полость реза, образованная основной режущей струей кислорода (рез с параллельными стенками в глубине заготовки).

После внедрения резака РГКМ-5 на НКМЗ и ЭМСС была решена задача разделки на scrap кусковых отходов из углеродистых и легированных сталей любой толщины. Однако резка крупного лома из высоколегированных сталей, например 08X18H10T, и чугуна оставалась узким местом в технологической цепочке подготовки шихты для электросталеплавильных печей.

До недавнего времени заготовки из высоколегированных сталей и чугуна резали с помощью кислородного копья или ручными резаками с параллельным вводом в полость реза стальных прутков. От использования способа кислородно-флюсовой резки на НКМЗ и ЭМСС отказались по причине его дороговизны и нестабильности процесса.

Было решено проверить эффективность применения нового способа (Пат. 92865) при кислородной резке высоколегированных сталей и чугуна. На участке подготовки шихты ЭМСС была выполнена экспериментальная резка корпусной детали из чугуна переменного сечения от 200 до 400 мм (*рис. 4*) и прибыльных частей слитков из стали 08X18H10T диаметром 1300–1400 мм и толщиной 500–700 мм (*рис. 5*).

Результаты экспериментов доказали эффективность применения способа кислородной резки металлов больших толщин, описанного в настоящей статье, при разделке кусковых отходов из высоколегированных сталей и чугуна. По полученным данным был модернизирован резак РГКМ-5, которому была присвоена марка РГКМ-5НЖ. Он отличается более мощным пламенем и успокоенной режущей кислородной струей низкого давления.

На *рис. 5* показаны все важные моменты кислородной резки концевой части слитка из стали 08X18H10T. Заготовка имеет диаметр 1300 мм, толщина от 500 до 600 мм. Вместе с заусеницей толщина заготовки составляет 750 мм. Масса заготовки 5,5 т. Присадку из металлического прутка использовали только в момент врезания кислородной струи в заготовку. Это практикуют и при резке обычных сталей: для сокращения времени нагрева и экономии газознергоносителей. Рез длиной 1300 мм был выполнен за 26 мин. Средняя скорость резки составила 50 мм/мин. Средняя ширина реза (в просвете) составила 30 мм. Расстояние между резаком и изделием поддерживали в пределах от 120 до 160 мм.

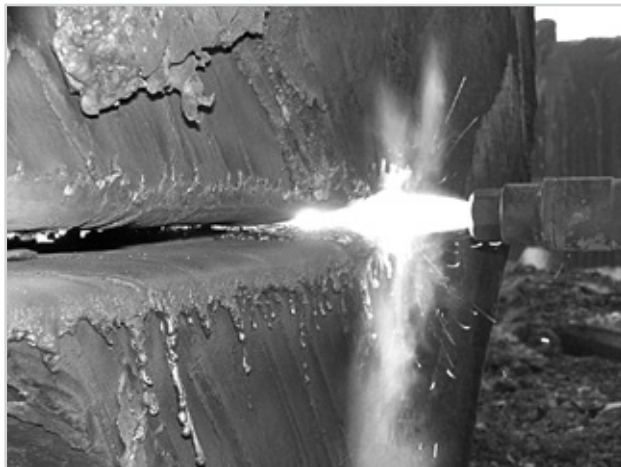


Рис. 3. Процесс кислородной резки запатентованным способом



Рис. 4. Экспериментальная резка чугунного корпуса на металлолом

Угол наклона резака от вертикали, равный 15° , был выбран из соображений безопасности (в случае выброса расплава вверх — мунштук резака не пострадает). Параметры резки приведены в *таблице*.

Из *рис. 6* видно, что две половины заготовки в результате тепловых подвижек сомкнулись друг с другом. Значит, рез получился сквозным по всей его длине.

При кислородной резке высоколегированной стали 08X18H10T толщиной 500 и 700 мм были получены качественные разделительные резы (*рис. 6, 7*). Себесто-

имость резки не превышает себестоимости резки обычных сталей. Железный порошок или присадочный пруток в процессе резки не применяли.

Анализ поверхностей реза (*рис. 8*) позволил сделать вывод о том, что способ кислородной резки металлов больших толщин (Пат. 92865) с успехом можно применять при фигурной вырезке деталей из толстых плит высоколегированных, и нержавеющей сталей.

Углеродистые и низколегированные стали имеют температуру воспламенения ниже, чем температура их плавления. Этим обуславливается процесс кислородной резки. Сталь в твердой фазе нагревают до температуры воспламенения, на место нагрева пускают кислородную струю и начинают

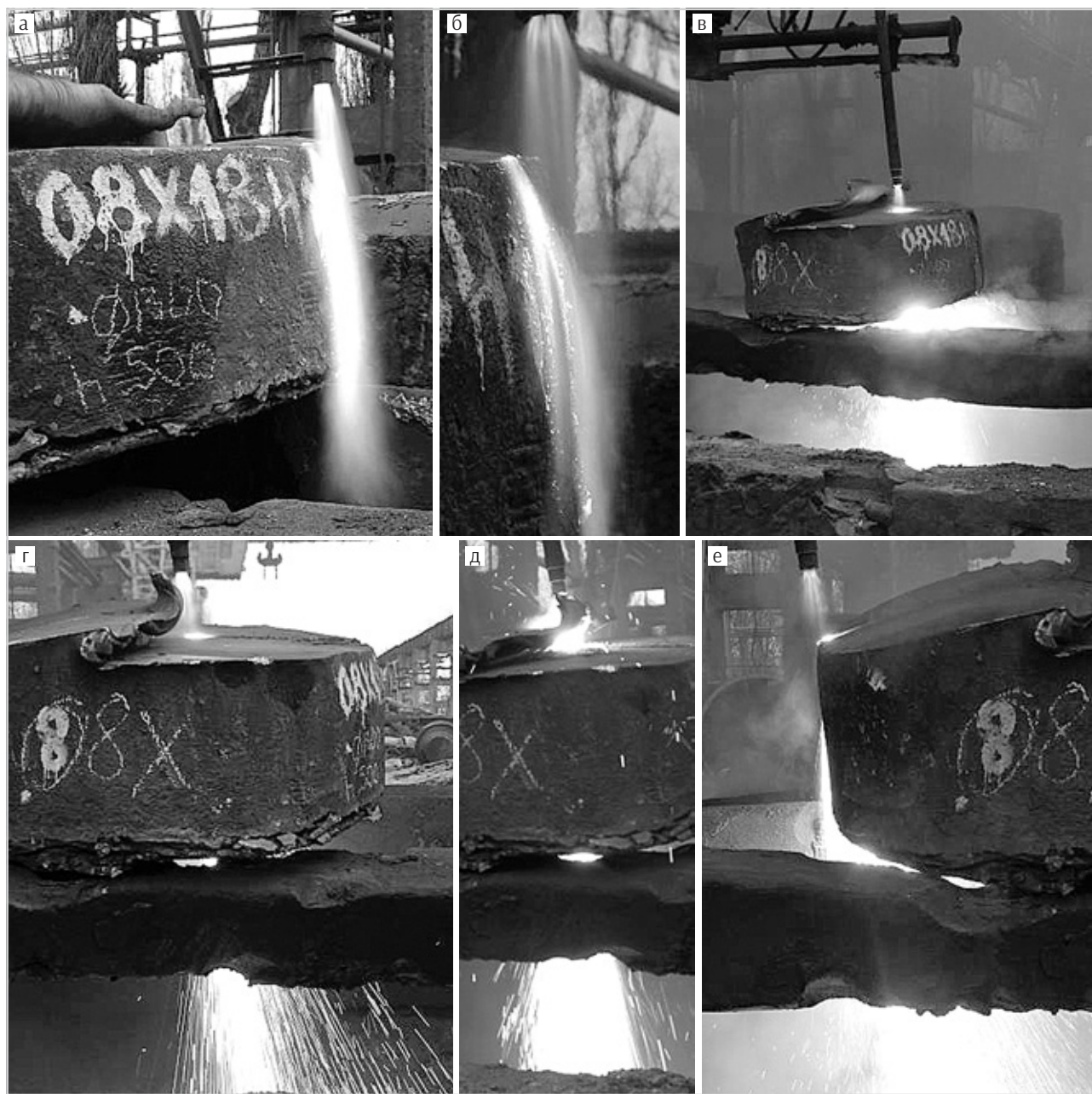


Рис. 5. Процесс резки прибыльной части слитка из стали 08X18H10T. Диаметр заготовки 1300 мм, высота 500–600 мм: а — прогрев нижней части заготовки; б — момент пуска основной режущей струи, врезание; в — резка заготовки в ее центральной части; г — резка над заусеницей; д — резка через заусеницу высотой 150 мм; е — выход кислородной струи из заготовки, окончание резки

Таблица. Параметры резки резаками РГКМ-5НЖ и РГКМ-3

Параметр	Резак РГКМ-5НЖ	Резак РГКМ-3
Толщина разрезаемого металла, мм	500–1200	500–1200
Материал разрезаемой заготовки	Высоколегированные стали и чугун	Углеродистые и низколегированные стали
Давление в цеховой магистрали, МПа, не менее: кислорода природного газа	0,75 0,065	
Давление перед резаком, МПа: режущего кислорода подогревающего кислорода природного газа	0,15–0,25 0,1–0,25 0,02–0,04	0,35–0,45 0,25–0,45 0,02–0,04
Расходы, м ³ /ч, не более: режущего кислорода подогревающего кислорода природного газа	60–190 6–22 8–26	65–200 7–25 9–30

перемещение резака. Основная часть шлака, образовавшегося в процессе горения железа, уносится кислородной струей, образуя полость реза, а оставшая часть шлака выдавливается на поверхность разрезаемой заготовки и растекается там во все стороны.

Высоколегированные стали и чугун имеют температуру воспламенения выше, чем температура их плавления. Металл в месте нагрева сначала плавится, и в жидкой фазе расплав уносится из зоны действия подогревающего пламени, не успев воспламениться. Необходимо постоянно воспламенять металл на передней кромке реза извне. Если кислород подают в зону резки через горящую трубку, то это копьевая резка. Если кислород поступает в зону

Рис. 6. Полость реза со стороны начала резки (а), и со стороны окончания резки (б). Диаметр прибыльной части слитка 1300 мм, высота от 500 до 600 мм. Сталь 08Х18Н10Т



Рис. 7. Полость реза прибыльной части слитка из стали 08Х18Н10Т диаметром 1400 мм и высотой 700 мм



Рис. 8. Поверхность реза. Прибыльная часть слитка из стали 08Х18Н10Т диаметром 1300 мм и высотой 500–600 мм разрезана на четыре части

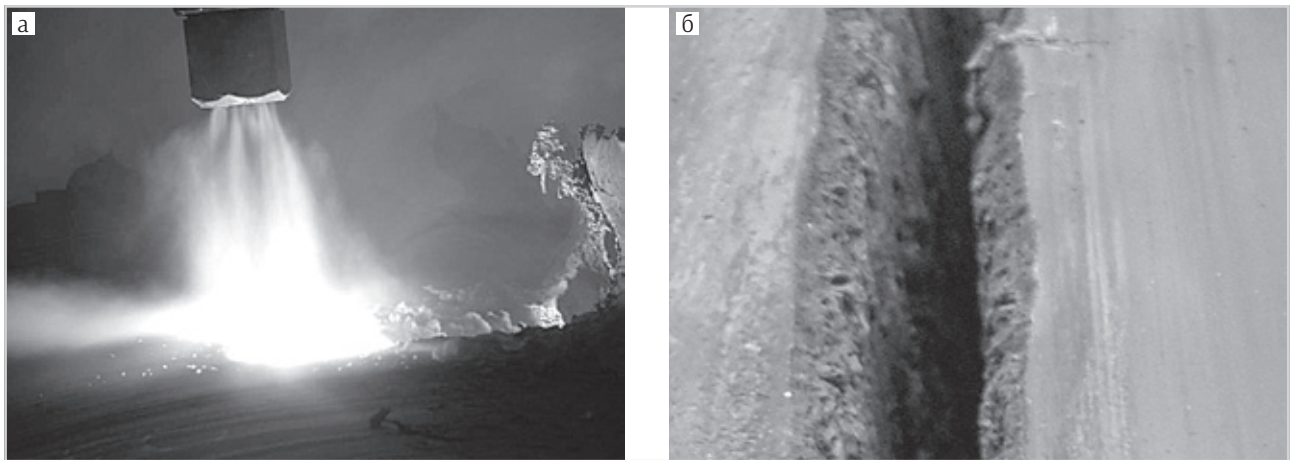


Рис. 9. Кадр киносъемки верхней кромки реза (а) и эта же кромка реза после окончания резки (б)

резки через мундштук резака, а на верхнюю кромку реза отдельно подают железный порошок, то это кислородно-флюсовая резка.

При резке нержавеющей стали и чугуна экспериментальным резаком РГКМ-5НЖ яркость шлаковой дорожки и ее температура намного выше, чем при резке углеродистых и низколегированных сталей. Значит, сталь горит, и из полости реза уносится шлак, а не расплав.

Покадровое изучение снятого на пленку процесса резки (рис. 9, а) раскрыло механизм кислородной резки нержавеющей стали и чугуна с использованием вышеописанного способа. Расплав на верхней кромке, выдавленный из полости реза, не растекается во все стороны по поверхности заготовки, а задерживается на участке между основной режущей струей и дополнительными режущими струями, расположенными вокруг основной струи. Этот участок подвергается наиболее интенсивному воздействию подогревающим пламенем и металл уже в жидкой фазе подогревается до температуры воспламене-

ния в струе кислорода. Горящий металл и продукты горения уносятся в полость реза, подогревая до температуры воспламенения глубинные слои заготовки. Этим обеспечивается непрерывность процесса резки.

На рис. 9, б на верхней кромке реза отчетливо видна двухсторонняя фаска, которая образовалась в результате воспламенения металла в жидкой фазе основной и дополнительными режущими струями кислорода. Металл этих фасок и играет роль железного порошка или присадочного прутка при кислородной резке нержавеющей стали и чугуна.

При кислородной резке крупных кусков металлолома на шихту имеет значение уменьшение ширины реза, так как уменьшается количество безвозвратных потерь, но не имеет значения состояние поверхности реза (наличие закалочных структур, трещины), поскольку все идет на переплав. Поэтому заготовки из любых сталей режут в холодном состоянии, как правило, на открытых эстакадах, зимой и летом. Высокое качество поверхности полученного реза гарантировано и при фигурной кислородной вырезке деталей из поковок и плит из высоколегированных марок сталей. Режимы предварительного и последующего подогрева заготовки с целью уменьшения образования закалочных структур и поверхностных трещин на НКМЗ и ЭМСС отработаны для каждой марки стали.

● #1482

ПОЗДРАВЛЯЕМ!



Редакционная коллегия, редакция журнала, Совет Общества Сварщиков Украины поздравляют заведующего отделом «Сварка легированных сталей» доктора технических наук, главного редактора журнала «Сварщик» **Валерия Дмитриевича Познякова** с избранием в члены-корреспонденты Национальной академии наук Украины.

Желаем Валерию Дмитриевичу здоровья и новых творческих успехов.



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 № 1-2015

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.

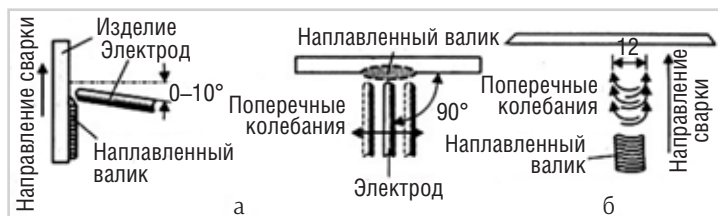


Рис. 6. Положение электрода при наплавке валиков в вертикальном положении снизу вверх с поперечными колебаниями электрода (а) и траектория движения электрода (б)

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 скольнибуть 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)

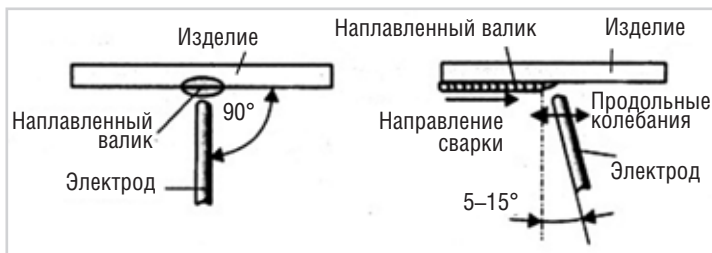


Рис. 8. Положение электрода при наплавке узких валиков в потолочном положении

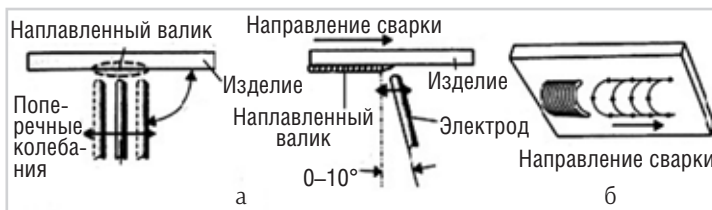


Рис. 9. Положение электрода при наплавке валиков с поперечными колебаниями электрода в потолочном положении (а) и траектория перемещения электрода (б)

рода должно 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.

● #1483

Продолжение в следующем номере

XIV 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**



УКРЛИФТЕ

Генеральный
информационный партнер:



Технический партнер:



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"

TPS 600i — НОВЫЙ МОЩНЫЙ ИСТОЧНИК в линейке Fronius TPS/i

В настоящее время линейку устройств TPS/i от Fronius возглавил самый мощный источник — TPS 600i. Новый источник позволяет выполнять сварку на токах до 600 А, при этом продолжительность включения составляет 60 %.

Мощный источник TPS 600i особенно успешно может быть использован для механизированной и роботизированной сварки в машиностроении и при производстве крупных стальных конструкций, а также во всех других сферах, где необходимо обеспечить высокую производительность наплавки и минимальные перерывы производственного цикла.

Блок охлаждения CU 1400i Pro оптимально адаптирован для использования с источником TPS 600i. Он имеет бесщеточный двигатель, конструкция которого не предусматривает уплотнителей, что гарантирует бесперебойную работу и исключительную надежность системы. CU 1400i Pro обеспечивает высокую мощность охлаждения, а это очень важно для высокопроизводительной сварки.

При использовании соответствующих сварочных горелок с жидкостным охлаждением для полуавтоматической и автоматической сварки система работает настолько эффективно, что горелка охлаждается до комнатной температуры всего за несколько секунд даже после продолжительной сварки.

Комплект дополняют два новых механизма подачи проволоки — WF 30i и WF 15i, разработанные специально для новой сварочной системы. В составе этих механизмов подачи проволоки используются высокодосто-



Рис. 1. Новый источник TPS 600i от Fronius обеспечивает сварку на токах до 600 А, при этом продолжительность включения составляет 60 %

нажные бесщеточные трехфазные моторы. Модель WF 30i рассчитана на подачу сварочной проволоки диаметром до 1,6 мм со скоростью 30 м/мин и идеально подходит для автоматической сварки. Модель WF 15i обеспечивает больший крутящий момент и может точно подавать даже проволоку диаметром 2,4 мм с максимальной скоростью 15 м/мин. Это идеальный вариант для ремонтной сварки и наплавки.

Fronius International — австрийское предприятие с главным офисом в Петтенбахе и отделениями в Вельсе, Тальхайме, Штайнхаусе и Заттледте. Предприятие специализируется на системах для зарядки батарей, сварочном оборудовании и солнечной электронике. Всего штат компании насчитывает 3344 сотрудников. Доля экспорта составляет 93 %, что достигается благодаря 20 дочерним компаниям, а также международным партнерам по сбыту и представителям Fronius более чем в 60 странах. Благодаря первоклассным товарам и услугам, а также 1008 действующим патентам, Fronius является лидером в области технологий на мировом рынке.

● #1484

Публикуется на правах рекламы

Fronius

РАСШИРЯЯ ГРАНИЦЫ

ООО «Фрониус Украина»
07455 Киевская обл., Броварской р-н,
с. Княжичи, ул. Славы, 24

тел. +38 0 44 277 21 41
факс +38 0 44 277 21 44

sales.ukraine@fronius.com
www.fronius.ua

Сварочные электроды для ответственных конструкций

ООО «Фрунзе-Электрод» как дочернее предприятие ПАО «Сумское научно-производственное объединение им. М.В. Фрунзе» является традиционным производителем сварочных электродов специального назначения еще с 1930 г.

Высокое качество сварочных электродов, их соответствие международным стандартам обеспечивают высокий уровень и надежность оборудования, выпускаемого Объединением им. М.В. Фрунзе, которое эксплуатируется в самых экстремальных условиях: на предприятиях химической промышленности, нефтегазовой отрасли, при строительстве магистральных газопроводов, в военно-промышленном комплексе, на атомных электростанциях и т.д.

Тесное сотрудничество с ведущими научными центрами в области сварки и высокий профессионализм специалистов позволили предприятию в совершенстве отработать стабильную технологию изготовления более 80 марок сварочных электродов, 44 из которых сертифицированы («Сварщик» № 1–2015 г., с. 40).

Сегодня предприятие оснащено швейцарским оборудованием замкнутого технологического цикла и современной лабораторно-исследовательской базой, позволяющей проводить весь комплекс исследований и испытаний в соответствии с требованиями НТД на выпускаемую продукцию.

Электродное производство имеет сертификат на систему управления качеством по ДСТУ ISO 9001:2009, а

также разрешение на поставку сварочных материалов для ГП НАЕК «Энергоатом». Наши сварочные электроды включены в основной перечень продукции аттестации системы качества НПО им. М.В.Фрунзе по ISO 9001:2008 фирмой «Бюро ВЕРИТАС». Они упакованы в картонные коробки и вакуумные пакеты из прочных полимерных пленок, выпускаемых ведущими производителями. Такая упаковка позволяет значительно увеличить срок хранения электродов без ухудшения их первоначальных сварочно-технологических свойств, снизить требования к складским помещениям и транспортировке, использовать электроды непосредственно со склада без повторного прокаливания. Кроме того, это дает существенные преимущества при проведении монтажных работ в сложных климатических условиях и значительно повышает качество выполнения сварочных работ.

Благодаря отсутствию в процессе хранения неконтролируемой адсорбции атмосферной влаги в покрытии электродов, удается устранить такие негативные явления, как разложение сухого остатка жидкого стекла, снижение прочности покрытия, коррозия стержня электрода, повышенное разбрызгивание металла сварочной ванны при сварке, увеличение диффузионного водорода в металле шва и т.д.

Предприятие готово принять и выполнить любой заказ на изготовление сварочных электродов, провести полный цикл их сертификационных испытаний, обеспечить соответствие всех требований НТД и гарантировать высокое качество своей продукции.

ООО «Фрунзе-Электрод» открыто к сотрудничеству и будет радо новым долгосрочным деловым партнерам.

● #1485

Публикуется на правах рекламы



ООО «ФРУНЗЕ-ЭЛЕКТРОД»
Украина, 40004, г. Сумы, ул. Горького, 58
Тел./факс: +38 (0542) 22-13-42, 22-54-38
Тел.: +38 (0542) 68-60-31

 **FRUNZE** Сумы
ЭЛЕКТРОД

E-mail: frunze@i.ua
www.frunze.com.ua

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 01 00
E-mail: weldex@ite-expo.ru

Официальная поддержка:



Российское
научно-техническое
сварочное общество



European Welding Association



Генеральный
информационный партнер:



Журнал
«Сварочное производство»

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 в 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 поджа-

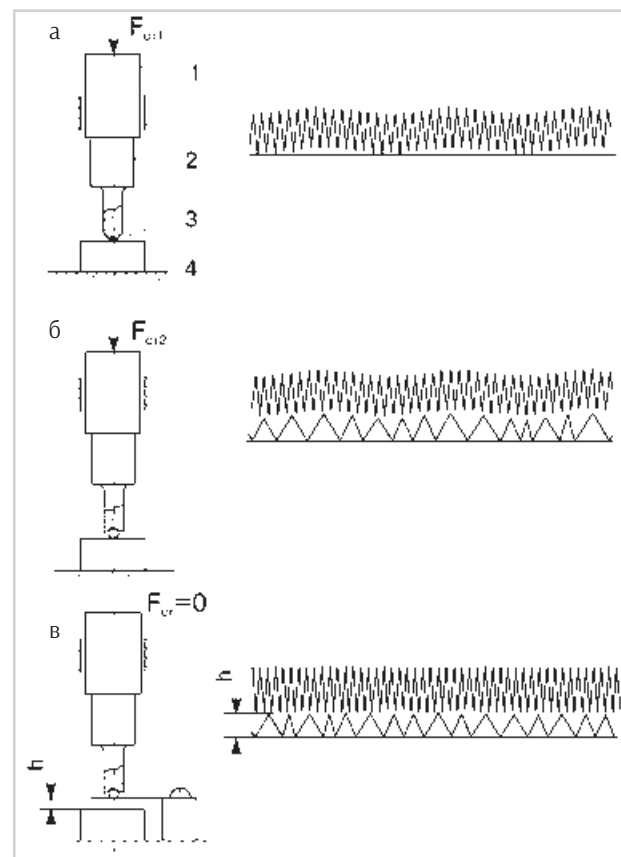


Рис. 24. Схемы выполнения ВМП металлов: а — жесткое закрепление деформирующего элемента статическим усилием $F_{ст1}$ (1 — излучатель; 2 — концентратор; 3 — деформирующий элемент; 4 — обрабатываемая деталь); б — с поджатием акустической системы усилием $F_{ст2}$ и пассивным деформирующим элементом; в — 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 — 2015

тием 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 деформирующего 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

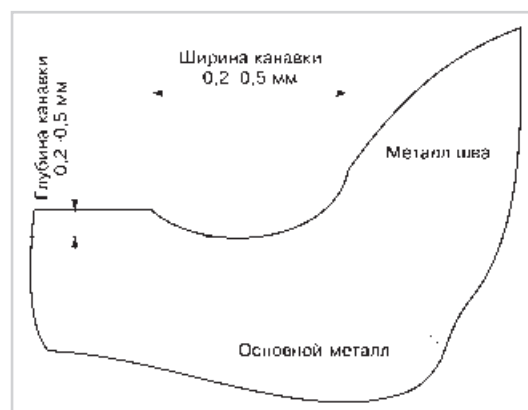


Рис. 25. Профиль сварного шва после упрочнения ВМП зоны сплавления шва с основным металлом (Кныш В. В., Кузьменко А. З. Повышение сопротивления усталости сварных соединений высокочастотной механической проковкой // Сварщик.— 2005.—№ 2.— С.19–21)

Таблица 4. Эффективность повышения сопротивления усталости сварных соединений ВМП

Марка стали	Предел прочности, МПа	Толщина, мм	Тип соединения	Условия испытаний		Предел выносливости, (N = 2 · 10 ⁶), МПа		Повышение предела выносливости	
				Циклическое нагружение	Коэффициент асимметрии цикла	в исходном состоянии	после обработки	МПа	%
СтЗсп	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
Аустенитная	Более 1000	80	С поперечным ребром	Изгиб	0	110	205	95	86
			С продольной планкой			100	190	90	90
			Тавровое	Изгиб	0,1	135	397	260	192
Е690	823–876	10	Стыковое	Растяжка		129	224	95	74
Е460	589		Тавровое	Изгиб		168	290	122	73

переменных напряжений — на 30–200%. При этом достигаемое увеличение циклической долговечности и повышение пределов выносливости сварных соединений при применении 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.

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 истощения 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 истощения 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 тавро-

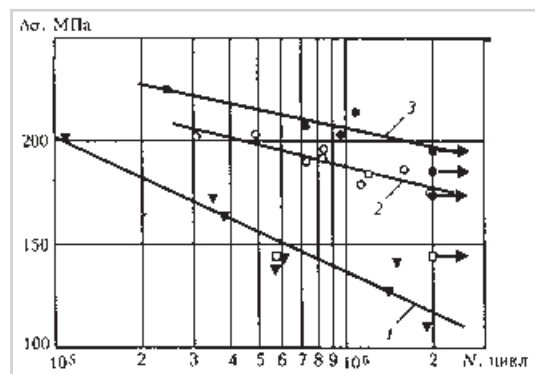


Рис. 26. Кривые усталости сварных соединений низкоуглеродистой стали СтЗсп, полученные для образца в исходном состоянии (1), обработанного ВМП сразу после сварки (2) и после истощения им 50% долговечности (3) (□ — результаты испытания после истощения образцом приблизительно 95% долговечности). (Кныш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

вых 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 ремонты 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.

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 со-

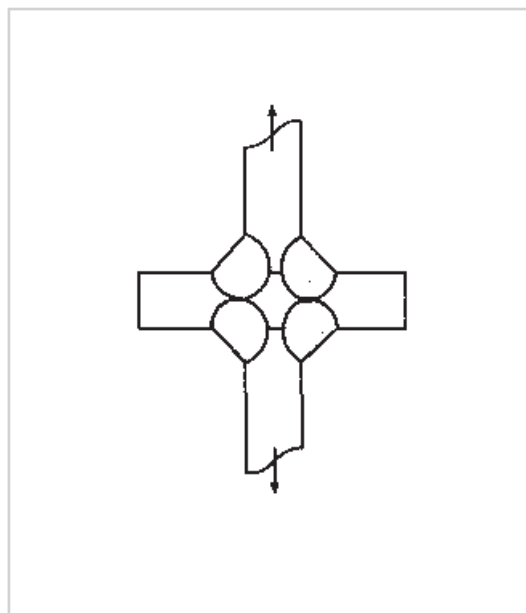


Рис. 27. Схема фрагмента таврового сварного соединения с нумерацией ЗТВ (Кныш В. В., Кузьменко А. З., Соловей С. А. Повышение циклической долговечности сварных тавровых соединений с поверхностными трещинами // Автомат. сварка. — 2009. — № 1. — С. 38–43)

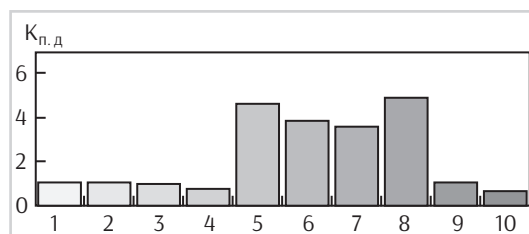


Рис. 28. Коэффициенты повышения долговечности $K_{п.д}$ сварных соединений стали 09Г2С: 1 — исходное состояние; 2–4 — соответственно первый, второй и третий ремонт сваркой; 5–7 — соответственно первый, второй и третий ремонт сваркой и проковка неупрочненных соединений; 8 — сварка и проковка соединений 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)

единений 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 соединения 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

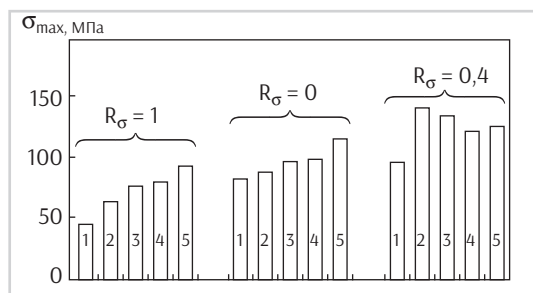


Рис. 29. Изменение значений предела ограниченной выносливости $\sigma_{\max}$ при $N = 1 \times 10^6$ в зависимости от технологии обработки соединения и асимметрии цикла переменных напряжений: 1 – без обработки; 2 – обработанные механически; 3–5 – соответственно обработанные на режимах 1–3 (Применение 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)

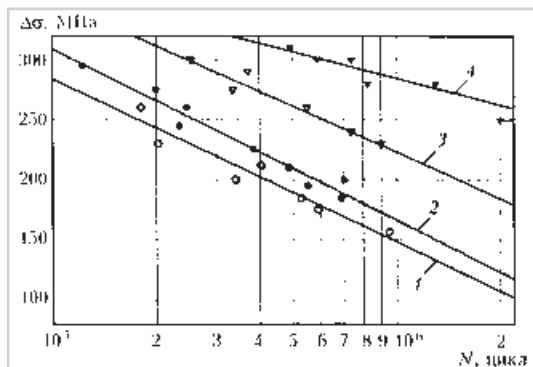


Рис. 30. Кривые усталости тавровых сварных соединений низколегированной стали 10ХСНД: 1, 2 – в исходном состоянии после сварки соответственно в коррозионной среде и на воздухе; 3, 4 – после упрочнения технологией ВМП соответственно в коррозионной среде и на воздухе (Сопротивление коррозионной усталости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

го 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, наименьшее (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 коррозионному 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 корро-

зионной 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. ● #1486

145 лет со дня рождения Евгения Оскаровича Патона

5 марта в Институте электросварки им. Е. О. Патона НАНУ состоялось торжественное собрание по случаю 145-летия со дня рождения выдающегося ученого, основателя института Евгения Оскаровича Патона.

В конференц-зале института собрались ученики Евгения Оскаровича, многочисленные последователи, маститые ученые и студенты сварочного факультета НТУУ «КПИ», директора и ведущие специалисты многих академических институтов НАН Украины, представители предприятий и учебных заведений.

Собрание открыл академик Б. Е. Патон. Он предоставил слово академику НАН Украины С. И. Кучуку-Яценко для доклада о жизненном пути в науке Евгения Оскаровича. Докладчик привел множество фактов, свидетельствующих о трудолюбии, таланте, неиссякаемой энергии и целеустремленности Е. О. Патона.

С сообщением выступил также вице-президент НАН Украины академик А. Г. Наумовец. Он отметил, что авторитет академика Е. О. Патона среди сотрудников НАН Украины был исключительно высок. Поэтому неудивительно, что в 1945 году его избрали вице-президентом АН УССР.

Ректор НТУУ «КПИ» М. З. Згуровский в своем выступлении остановился на периоде жизни Евгения Оскаровича, связанном с Киевским политехническим институтом. Здесь в 1904 г. он возглавлял кафедру мостов, избирался деканом, тщательно подбирал кадры, создал научно-педагогическую школу, основал проведение в КПИ знаменитых Патоновских семинаров. В 1935 г. Евгений Оскарович организовал кафедру сварки в КПИ, переросшей впоследствии в сварочный факультет.

Своими впечатлениями о сотрудничестве с Евгением Оскаровичем поделились его ученики академик НАН Украины Б. А. Мовчан и докт. техн. наук А. Г. Потапьевский — лауреаты Ленинской премии.

Лейтмотив всех выступлений на собрании можно кратко выразить следующими словами: «Евгений Оскарович — выдающийся ученый, талантливый инженер и педагог, организатор науки, человек редчайшего трудолюбия и самозабвенной влюбленности в свое дело, высокой требовательности к себе и к своим сотрудникам, суровой доброты и справедливости, могучей целеустремленности и непоколебимой принципиальности. Таким всегда будет для нас Евгений Оскарович Патон».



Лазерная термообработка с оплавлением поверхности с целью повышения эксплуатационных свойств инструмента

В. Г. Буров, Новосибирский государственный технический университет,
А. Г. Маликов, А. М. Оришич, А. Г. Тюрин, А. Н. Черепанов, ФГБУН Институт теоретической и прикладной механики им. С. А. Христиановича Сибирского отделения РАН (Новосибирск)

С появлением лазеров технологии получили новое средство для очень быстрого локального поверхностного нагрева, которое может быть использовано для термической обработки металлов. Температурный режим нагрева материала определяется плотностью мощности излучения лазера. При низкой плотности мощности (примерно до 10^3 – 10^4 Вт/см²) происходит нагрев материала без его плавления или испарения. С повышением этой величины примерно до 10^6 – 10^7 Вт/см² материал плавится, а при плотности мощности излучения, превышающей 10^7 Вт/см², материал разрушается вследствие испарения. В ИТПМ СО РАН в течение последних нескольких лет развиваются следующие направления исследований: лазерная металлургия, лазерная сварка несвариваемых материалов, лазерная закалка сельскохозяйственных инструментов.

Эксперименты проводили на созданном в ИТПМ СО РАН автоматизированном лазерном технологическом комплексе серии «Сибирь», включающем непрерывный СО₂-лазер мощностью до 8 кВт и параметром качества пучка $K = 0,7$ (рис. 1), двухкоординатный технологический стол портального типа и компьютерную систему управления лазером и столом. В лазере используется самофильтрующий оптический резонатор.

Лазерное излучение фокусировалось на поверхности металла с помощью ZnSe-линзы с фокусным расстоянием 254 мм. Соосно с лучом подавалась струя инертного газа. Для защиты закалочного шва использовали защитное сопло, из которого подавался газ He или Ar. Отраженное

излучение попадало на экран, охлаждаемый водой (рис. 1). Заготовка оставалась неподвижной, происходило перемещение луча.

Лазерная сварка титана, низкоуглеродистой стали с нанопорошками. Были проведены экспериментальные исследования процесса сварки титанового сплава ВТ20 и стали Ст20 с применением нанопорошковых инокуляторов (НПИ). В качестве НПИ использовали тугоплавкие соединения TiN, Y₂O₃, плакированные хромом, а также их смесь. Концентрация модифицирующей композиции, вводимой в сварочную ванну, составляла не более 0,05 % от массы расплавленного металла. Подготовленную композицию наносили в виде суспензии на поверхность свариваемых пластин. Толщина свариваемых пластин составляла 2 мм; мощность лазерного луча 2,0 кВт, скорость сварки 2 м/мин. Результаты экспериментов свидетельствуют, что применение НПИ позволяет повысить скорость сварки при той же мощности луча за счет увеличения коэффициента поглощения интенсивности лазерного излучения. При этом улучшается качество соединения (морфология и структура шва), существенно возрастают его механические характеристики. Так, использование НПИ указанных выше тугоплавких соединений при

Рис. 1. АЛТК «Сибирь-1» и технологическая схема термообработки



сварке пластин из сплава ВТ20 дало такие показатели: относительное удлинение сварного соединения повысилось в 2–4,9 раза, предел прочности в 1,23–1,35 раза, а предел текучести в 1,8–2,0 раза (рис. 2).

Влияние модифицирующих наноинокуляторов на основе порошковой композиции $\text{TiN} + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{Cr}$ на структуру сварного соединения стальных пластин (сталь Ст20) показано на рис. 3. Как видно, применение порошковой обмазки резко изменяет морфологию и дисперсность зерна. Вместо игольчато-дендритной она становится квазиравноосной и мелкодисперсной. Уменьшается размер неметаллических включений. Соответственно повышаются механические свойства (прочность и пластичность) металла шва.

Сварку проводили на листовых материалах встык. Выбор стыкового типа шва был сделан из соображений наибольшей чувствительности стыковых сварных швов к структурным дефектам, возникающим в процессе сварки. Сварке подвергались образцы из нержавеющей стали 08Х18Н9Т и титана ВТ1-0 размером $50 \times 100 \times 3$ мм вдоль длинной стороны. Между свариваемыми стыками пластин размещали медную пластину толщиной 1 мм и высотой 3,5 мм. Оптимальными режимами сварки являлись: мощность излучения 2,2 кВт; скорость перемещения луча 1 м/мин.

Металлографические исследования структуры проводили на поперечных шлифах без травления, с применением травящего раствора. На рис. 4 представлены поперечные шлифы стыковых сварных швов, полученных на оптимальных режимах. Применение медной вставки позволяет снизить уровень напряжений, возникающих вследствие значительного коэффициента термического линейного расширения стали и титана.

Качество сварных швов определяли при испытаниях на разрыв и на ударный изгиб. Лучшие результаты показали образцы, сваренные на оптимальных режимах с расположением лазерного излучения непосредственно по торцу стальной пластины. Появление локальной зоны расплавления нержавеющей стали приводит к оплавлению меди и ее взаимодействию с титаном (таблица). Разрушение сварных швов начинается с достижением напряжений, превышающих предел текучести нержавеющей стали, который составлял 247,2 МПа. Предел текучести тита-

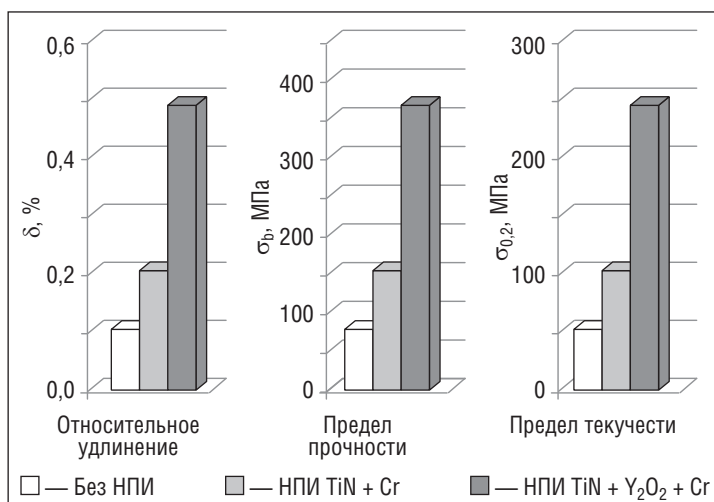


Рис. 2. Механические характеристики сварного соединения из сплава ВТ20 без добавок НПИ и с добавками НПИ

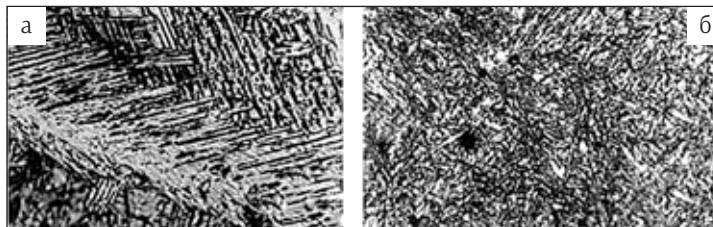


Рис. 3. Микроструктура металла сварного соединения, выполненного лазерной сваркой: а – без использования НПИ; б – с использованием НПИ на основе композиции $\text{TiN} + \text{Y}_2\text{O}_3 + \text{Cr}$

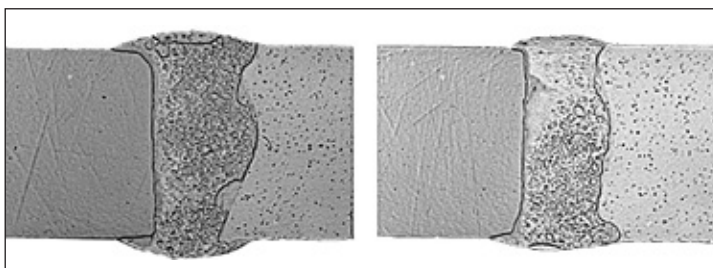


Рис. 4. Поперечные шлифы сварных швов титан ВТ1-0 – медь – сталь 08Х18Н9Т

на – 407 МПа. В то же время пределы прочности стали и титана составляли 646 МПа и 509 МПа соответственно.

Основной причиной разрушения сварных швов, полученных на оптимальных режимах, является их разрушение на границе нержавеющей стали – медь, связанное с началом пластической деформации нержавеющей стали.

Лазерная закалка углеродистых сталей. Вследствие поверхностного разрушения при изнашивании выходят из строя 60–80% промышленных изделий. Например, потери металла вследствие абразивного изнашивания деталей сельхозмашин, предназначенных для различных видов обработки почвы и грунтов, ежегодно составляют несколько сотен тысяч тонн. Высокая интенсивность разрушения трущихся частей деталей машин обуславливается многократным воздействием на металл абразивных частиц. Один из путей решения проблемы – применение технологии лазерного термоупрочнения. Рассмотрим данную технологию на приме-

ре сельскохозяйственной техники. Деталь почвообрабатывающих агрегатов — стреловидная лапа культиватора — изготовлена из низкоуглеродистой стали. Из-за специфики работы данного устройства к стали предъявляются определенные требования. Металл должен быть «мягкий» и в тоже время прочный. Традиционные методы повышения прочности приводят к увеличению хрупкости материала.

На первоначальном этапе обрабатывали режимы лазерной закалки для низкоуглеродистой стали Ст45 и 65Г. На образцах размером 50×100×5 мм оптимизировали систему фокусировки лазерного излучения, глубину проплавления

ния, мощность излучения, скорость перемещения луча. Твердость измеряли методом Роквелла на динамическом твердомере ТДМ 1.

На рис. 5 показана зависимость твердости стали Ст45 и 65Г от скорости перемещения луча лазера. Максимальная твердость стали Ст45 в результате закалки — 50–59 HRC. Твердость основного материала 15 HRC. Твердость после лазерной закалки увеличилась в четыре раза. Как видно из графика, увеличение мощности излучения на 1 кВт не увеличивает твердость. Максимальная твердость стали 65Г в результате закалки — 66 HRC. Твердость основного материала 25 HRC. Твердость после лазерной закалки увеличилась в 3,5 раза.

Важной характеристикой лазерной закалки является коэффициент перекрытия

Таблица. Результаты испытаний

Прочностные характеристики сварных швов			
Предел текучести, МПа	Относительная деформация в точке разрыва, %	Предел прочности, МПа	Модуль Юнга, МПа
246 ± 15	6,9 ± 0,7	345,7 ± 12	16 648 ± 1217

Рис. 5. Зависимость твердости от скорости закалки: а — сталь Ст45; б — Ст65Г

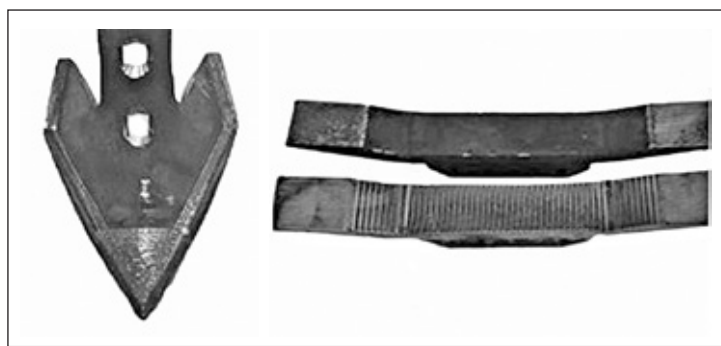
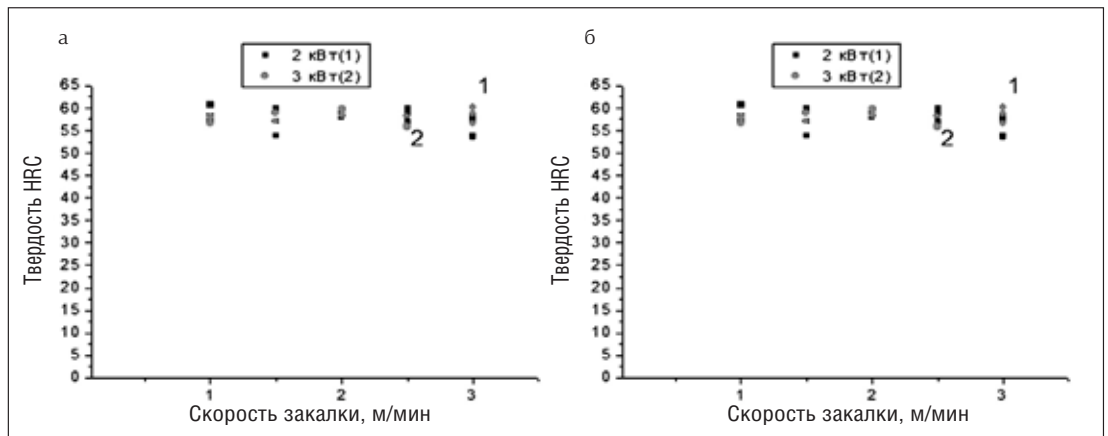


Рис. 6. Лапа культиватора и глубокорыхлитель

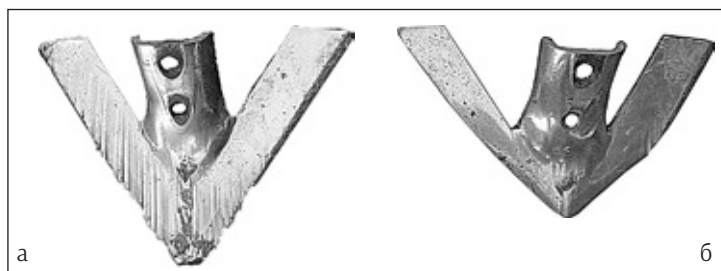


Рис. 7. Лапа культиватора с лазерной закалкой (а) и без закалки (б)

тия дорожек. Были определены оптимальные режимы лазерной закалки. Далее при этих режимах был оптимизирован коэффициент перекрытия. Оптимальное расстояние между дорожками составило 2–2,2 мм. При этом твердость уменьшилась в среднем 5–10 %.

Практическое применение. ИТПМ СО РАН сотрудничает с фирмой НПФ «Агромаш» (Новосибирск), ЗАО «Ярославич» (Ярославль), а также с сельхозкооперативами Алтайского края и Новосибирской области для проведения испытаний инструментов и оборудования. Технология лазерной закалки была применена для изделий машиностроения. Лазерную закалку использовали для упрочнения лап культиватора «СЭ-ФОРД» (рис. 6). Ресурс работы лапы увеличился в два раза по сравнению с ресурсом лапы без поверхностной обработки (рис. 7).

● #1487

Разработка технологии ремонта и восстановления особо ответственных деталей с применением лазерной наплавки

С. В. Кандалов, Уральский федеральный университет им. первого Президента РФ Б. Н. Ельцина,
В. И. Панов, д-р техн. наук, Уральский завод тяжелого машиностроения (Екатеринбург)

Неотъемлемой частью машиностроительной отрасли и металлургического производства является восстановление и упрочнение выпускаемой продукции, а также проведение сервисного обслуживания узлов после их эксплуатации. Наиболее распространенным и известным способом восстановления геометрии деталей является наплавка.

На ведущих предприятиях тяжелого машиностроения в России и странах СНГ наплавка выполняется с применением дугового способа. В ряде случаев при использовании этого способа для ремонта и восстановления особо ответственных и нагруженных деталей (металлургическое, дробильно-размольное, горнодобывающее и энергетическое оборудование) трудно обеспечить требуемые характеристики, предъявляемые к восстанавливаемой продукции. Невозможность выполнения данных операций связана со спецификой дугового воздействия на основной металл восстанавливаемого или упрочняемого узла.

В рамках данной статьи рассмотрим восстановление узлов по альтернативной технологии на примере валков холодной и горячей прокатки из инструментальных сталей 9Х2МФ, 8ХЗСМФА, 45Х5МФА, 60ХН, 75ХЗМФ и др.

Наиболее сложной технологической задачей представляется восстановление валков на стадиях окончательной термической (закалка) и механической (под шлифовку) обработки.

Ниже приведены исследования влияния инновационной технологии восстановления деталей методом лазерной наплавки на структуру основного металла валка и определение соответствия механических свойств наплавленного металла техническим требованиям, предъявляемым к поверхностям валков.

Лазерную наплавку выполняли на образцах (рис. 1) из термически упрочненных валковых марок стали (закалка с отпуском) 9Х1, 8ХЗСМФА и 9Х2МФ, по два образца на каждую марку стали.

Исследование полученных сварных соединений на образцах и оценку их соответствия требованиям к поверхности валков проводили по следующей методике:

1. Визуальный осмотр.
2. Неразрушающий контроль наплавленной поверхности.
3. Лабораторные исследования:
 - металлографические исследования с определением макро- и микроструктуры сварных соединений и околошовной зоны;

- замеры твердости металла сварных соединений, околошовной зоны;
- определение химического состава наплавленного и основного металла.

Первые полученные образцы из инструментальной валковой стали 9Х2МФ

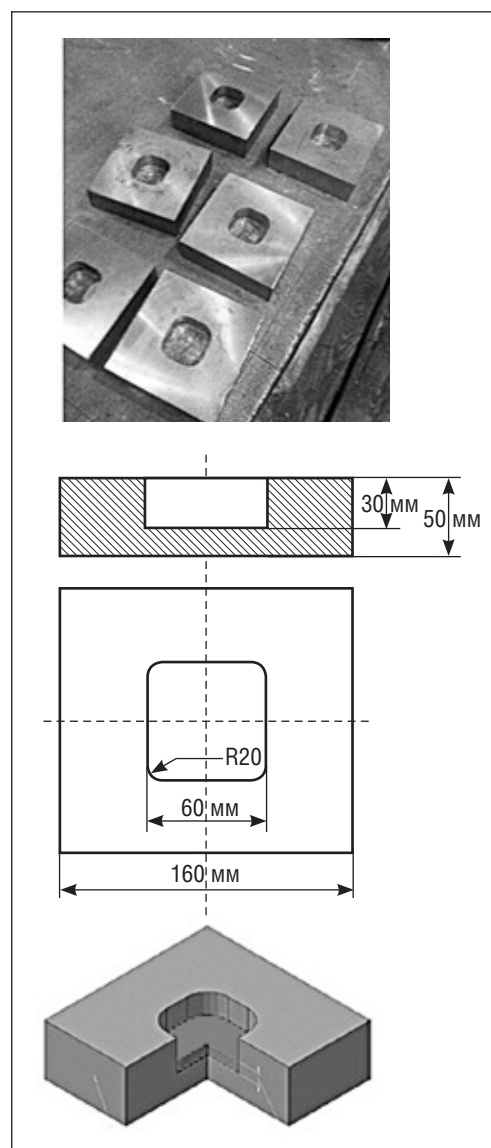


Рис.1. Опытные образцы

Таблица 1. Химический состав наплавленного металла (образцы из стали 9Х2МФ), % по массе

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Fe
0,013	0,48	0,74	0,009	0,004	15,71	5,21	1,00	0,036	76,71

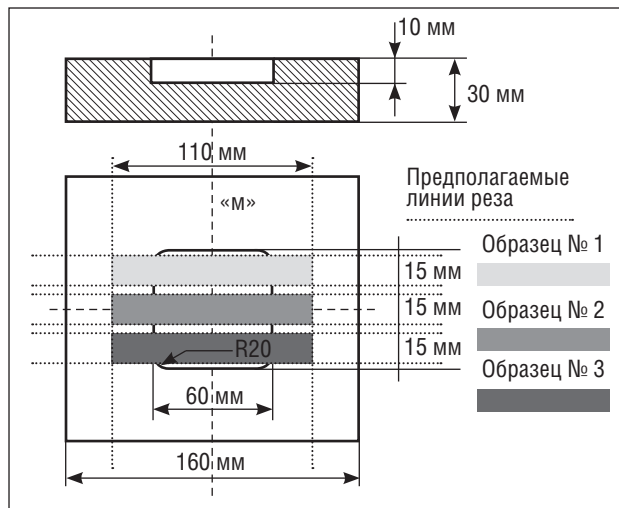


Рис 2. Схема вырезки макрошлифов

были наплавлены материалом, который по химическому составу соответствует нержавеющей стали (табл. 1). Твердость наплавленного металла составляет 35,5–37 HRC, что соответствует пределу твердости, предъявляемому к посадочным поверхностям шеек валков.

По результатам краско-капиллярной дефектоскопии, в зоне наплавки и по ее границам индикаций не обнаружено, но при ультразвуковом контроле наплавки обнаружены три несплошности с отражающей способностью размером $\varnothing 1,5\text{--}2$ мм на глубине $h=9\text{--}10$ мм. Были сделаны предположения о характере выявленных внутренних дефектов в наплавленном металле, находящиеся дефекты классифицировали как поры, возникшие в след-

ствие влияния кислорода на формирование структуры сварного шва.

Основной частью выполненных исследований являлись металлографические исследования качества полученных сварных соединений на образцах. Вырезку темплетов для исследований проводили по эскизу (рис. 2) механическим путем для исключения изменения структуры металла сварного шва и околошовной зоны. Темплеты для определения микроструктуры сварного соединения изготавливались из макрошлифов.

В макроструктуре сварного соединения образца обнаружена цепочка дефектов длиной 1,9; 0,3 и 0,5 мм соответственно (рис. 3). В зоне термического влияния обнаружены трещины и дефекты в виде несплошностей в металле наплавки (рис. 4, 5). В микроструктуре металла зоны термического влияния обнаружены отдельные участки мартенсита (рис. 6).

Выявленные дефекты (трещины и др.), наличие хрупких структур (мартенсит) в зоне термического влияния сварного соединения свидетельствуют о недопустимом качестве деталей, восстановленных с применением настоящей технологии лазерной наплавки. Результаты исследований свидетельствуют о том, что в случае восстановления деталей по данной технологии эксплуатационную надежность и работоспособность узла гарантировать невозможно.

Тем не менее, после полученных результатов работу не приостановили. Анализировали причины возникновения несоответствий, корректировали технологию лазерной наплавки, варьировали



Рис 3. Цепочка дефектов в ЗТВ



Рис 4. Вид трещин в ЗТВ, x500

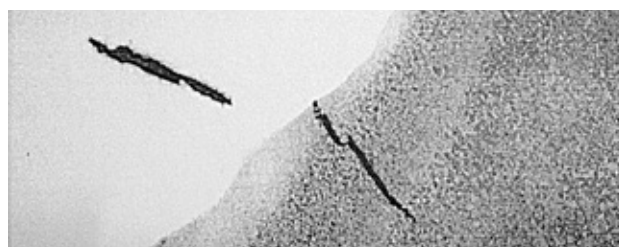


Рис 5. Дефекты по линии сплавления

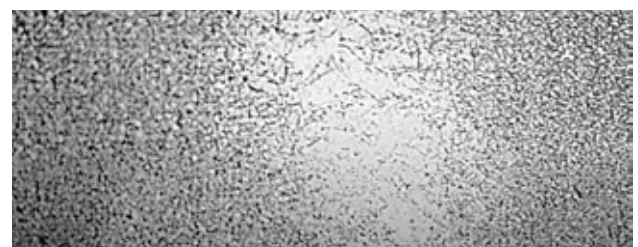


Рис 6. Участок мартенсита

Таблица 2. Химический состав наплавленного металла (образцы из стали 9Х1), % по массе

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	V	Ti
0,05	0,55	0,06	0,018	0,007	14,81	11,73	2,32	0,14	0,02	0,003

присадочные материалы, ввели предварительный и сопутствующий подогрев при выполнении сварочных работ.

Рассмотрим полученные результаты качества лазерной наплавки по отработанной технологии на образцах из стали 9Х1.

Методика оценки качества сварных соединений аналогична используемой при ранее проводимых исследованиях. Химический состав наплавленного металла приведен в *табл. 2*.

Твердость наплавленного металла составляет 45–51 HRC, что соответствует предъявляемых требованиям к твердости металла на поверхности шеек валков.

По результатам капиллярного контроля поверхности с наплавкой на одном образце обнаружены многочисленные поры размером до 0,5 мм, на другом — дефектов не обнаружено.

Рассмотрим результаты металлографических исследований сварных соединений, выполненных лазерной наплавкой, образца без поверхностных дефектов (пор).

В макроструктуре наплавленного металла обнаружено шесть пор размером, не превышающим 0,2×0,3 мм. Ширина зоны термического влияния в основном металле составляет 0,6–0,7 мм.

Микроструктура зоны термического влияния — сорбито-бейнитная с глобулярными карбидами и карбидной сеткой 3 балла по ГОСТ 801 (*рис. 7*). Микроструктура основного металла — зернистый перлит. Структура ЗТВ образовалась в результате диффузионного превращения в металле сварного шва при значительной скорости охлаждения в зоне линии сплавления основного и наплавленного металлов. Полученная структура отличается от структуры основного металла более дисперсным составом, что обеспечивает высокую прочность, износостойкость и пониженную пластичность металла сварного шва. В отличие от мартенсита данные структуры не являются хрупкими. Наличие в структуре металла карбидной сетки 3 балла является допустимым для стали 9Х1 согласно ГОСТ 5950-2000.

В процессе распада аустенита в промежуточной области околосшовной зоны сформировалась бейнитная структура зернистой морфологии.

Глобулярные карбиды выделяются при невысоких скоростях охлаждения и развития пластических деформаций, основной объем фазовых превращений происходит в высокотемпературном интервале промежуточной области и сопровождается

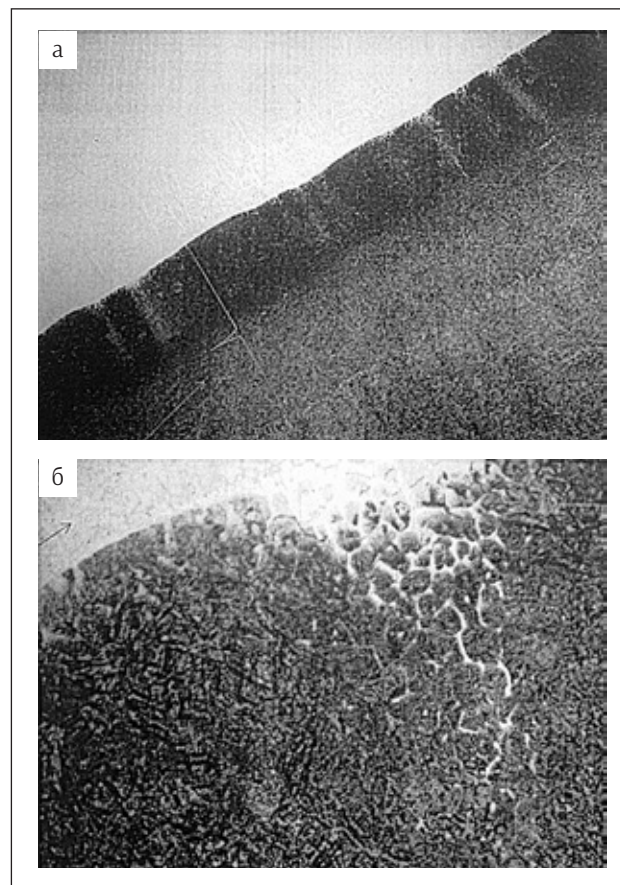


Рис 7. Микроструктура сварного соединения: а — ×100; б — ×500

непрерывным нарастанием пластической деформации, вызывая активизацию распада аустенита.

Установлено, что состояние карбидной фазы в бейнитной структуре является важным фактором, определяющим свойства сварного соединения в целом. В нашем случае наличие глобулярных карбидов благоприятно повлияло на деформационную способность металла и является основным фактором предотвращения зарождения очагов замедленного разрушения, влекущих за собой образование локальных холодных трещин.

Можно сделать вывод, что предварительный и сопутствующий подогрев при выполнении лазерной наплавки повлиял на замедленное охлаждение зоны сварного соединения и предотвращение зарождения холодных трещин.

В ходе выполненных исследований установлена возможность восстановления особо ответственных деталей на стадиях окончательной термической и механической обработки с применением технологии лазерной наплавки.

● #1488

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. 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 A1569M и A1569M1. 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 A1569M (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 A1569M1 (рис. 2) с системой управления СУ410 установлен на портале № 1 в цехе № 73 (рис. 3). На portalной 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 A1569M и сдвоенный A1569M1 — 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 A1569M

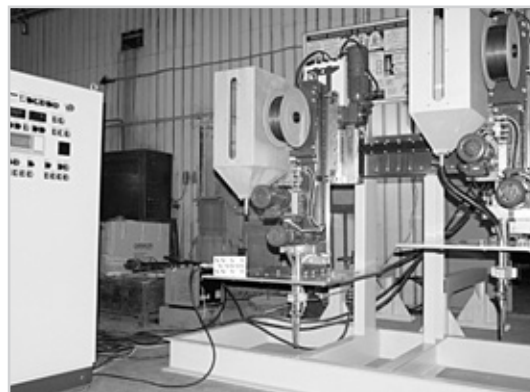


Рис. 2. Двухголовочный аппарат A1569M1

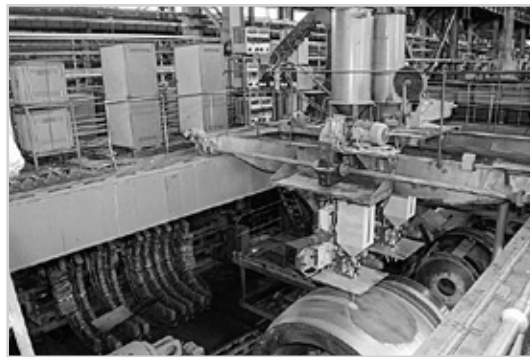


Рис. 3. Портал № 1 в цехе № 73 ОАО «Турбоатом»

- 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 шиберной 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 двоянного аппарата две сварочные головки установлены на одной горизонтальной балке. У каждой из головок свои механизмы перемещения. Двоянный вариант предназначен для увеличения производительности путем сварки двух поворотных стыков одновременно.

Электрооборудование системы управления (СУ415) аппаратом А1569М размещено в отдельно 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



Рис.4. Система управления СУ415 аппаратом А1569М



Рис.5. Систем управления СУ410 аппаратом А1569М1

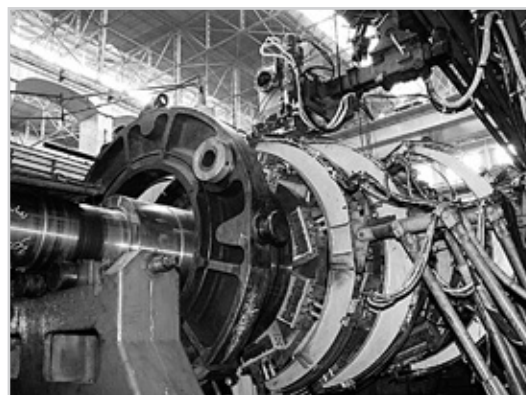


Рис.6. Сварка аппаратом А1569М (цех № 53, стенд «Шумахер»)

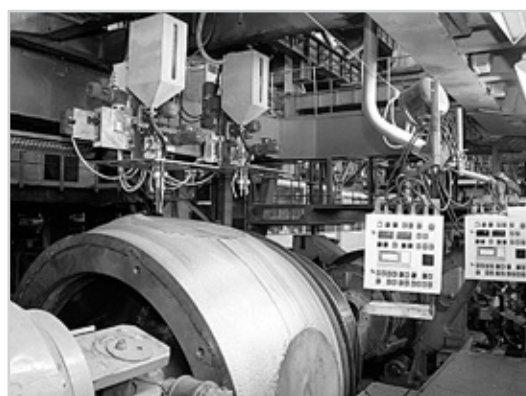


Рис.7. Наплавка аппаратом А1569М1 (цех № 73)

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).

● #1489

Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины. Международная ассоциация «Сварка». Ассоциация «Электрог». Общество сварщиков Украины. Российское научно-техническое сварочное общество

Международная конференция

НАПЛАВКА – Наука • Производство • Перспективы

15–17 июня 2015

Киев, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

Тематика конференции:

- Теоретические проблемы наплавки
- Новые наплавочные материалы
- Новые технологические процессы наплавки
- Опыт применения наплавки в разных отраслях промышленности
- Оборудование для наплавки
- Работоспособность, ресурс эксплуатации наплавленных деталей; особенности эксплуатационных разрушений наплавленных деталей
- Нормативные документы, в том числе международного уровня, для выполнения наплавочных работ

Организационный комитет конференции: ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины
03680, г. Киев, ул. Боженко, 11. Тел./факс: (+38044) 200-82-77
E-mail: journal@paton.kiev.ua <http://pwi-scientists.com/rus/naplavka2015>



Содержание журнала «Biuletyn Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach» (Польша) № 4–2014

A. Kiszka, T. Pfeifer. Применение препаратов по предотвращению прилипания брызг при сварке

J. Czuchryj, P. Irek. Оценка величины пор в сварных соединениях алюминия и его сплавов на основе цветового капиллярного контроля

M. St. Wenglowski, J. Dworak, S. Blaha. Электронно-лучевая сварка — оборудование и оснастка

R. Kaczmarek, R. Krawczyk. Анализ размеров контрольных соединений при аттестации технологии сварки по PN-EN ISO 15614-1 с точки зрения ультразвукового контроля по PN-EN ISO 17640

R. Krawczyk. Пределы параметров сварки в зависимости от способа переноса металла в сварочной дуге

W. Zeman, M. Restecka. Сварочное производство: роль отрасли в период колебаний конъюнктуры в 2006–2012 гг.



Содержание журнала «Zvarac» (Словакия) № 3–2014

I. Hrivnak. Водород в металлах и сплавах

J. Ertel, J. Barta, M. Maronek. Анализ недостатков лицевой стороны шва, выполненного промышленным роботом

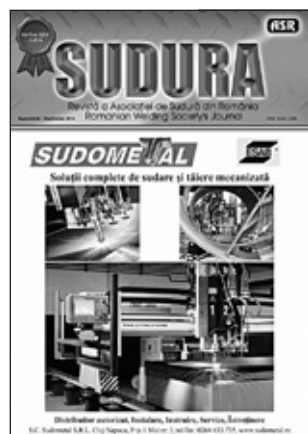
Международная конференция IIW в Южной Корее

TH6D — глаза робота. Системные компоненты сварочного процесса

Эффективная точечная сварка с использованием робота ABB

Инновативное развитие контактной точечной сварки

Краткий англо-словацкий терминологический словарь



Содержание журнала «Sudura» (Румыния) № 3–2014

Radu Bancila, Dorel Boldus, Anamaria Feier, Silvia Hernea, Mihaela Malita. Деформация и прогиб сварных стальных балок

Radu Cojocaru, Lia Botila, Cristian Ciuca, Victor Verbitchi, Aurel Perianu, Horia Dascau. Новые подходы в области сварки трением с перемешиванием (FSW). Новые технологии нанесения покрытий и пайки на основе FSW принципа

Cristian Petrianu, Marius Bibu, Cristian Deac, Valentin Petrescu. Экспериментальные исследования по качественной оптимизации процесса лазерной резки листов стали S355JR

Maria Miclau, Mihail Mangra, Danut Savu. Cu-Cr и Cu-Cr-W соединения, предназначенные для изготовления сварочных электродов.

Petru Tenchea. Cu-Cr и Cu-Cr-W соединения, предназначенные для изготовления сварочных электродов.

Функції управління охороною праці на виробництві *

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

Організаційно-методичну роботу з управління охороною праці, підготовку управлінських рішень і контроль за їх своєчасною реалізацією здійснює служба охорони праці підприємства як виконавчий орган системи управління охороною праці (СУОП), що підпорядкована безпосередньо керівнику підприємства (управляючому органу).

До основних функцій управління охороною праці належать:

- прогнозування і планування робіт;
- організація та координація робіт;
- облік, аналіз та оцінка показників охорони праці;
- контроль за станом охорони праці та функціонуванням СУОП;
- стимулювання охорони праці.

Функція прогнозування та планування роботи з охорони праці, в основі якої лежить прогностичний аналіз, має вирішальне значення в системі управління охороною праці. Планування роботи з охорони праці поділяють на перспективне, поточне та оперативне.

Перспективне планування — це найбільш важливі, триводомісткі і довготермінові заходи, виконання яких зазвичай потребує сумісної роботи кількох підрозділів підприємства. Можливість виконання заходів перспективного плану повинна бути підтверджена обґрунтованим розрахунком необхідного матеріально-технічного забезпечення і фінансових витрат із зазначенням джерел фінансування. Основною формою перспективного планування роботи з охорони праці є розроблення комплексного плану підприємства щодо поліпшення стану охорони праці.

Поточне планування здійснюють у межах календарного року через розроблення відповідних заходів у розділі «Охорона праці» колективного договору.

Оперативне планування роботи з охорони праці здійснюють за підсумками контролю стану охорони праці в структурних підрозділах і на підприємстві загалом. Оперативні заходи щодо усунення виявлених прорахунків зазначають безпосередньо у наказі по підприємству, який видається за підсумками контролю, або у плані заходів як додатку до наказу.

Процес планування заходів з охорони праці, як і реалізація будь-якої іншої управлінської функції, повинен здійснюватися в три етапи:

- оцінка ситуації чи стану об'єкта управління (оцінка стану безпеки праці і виробничого середовища на підприємстві);
- пошук шляхів і способів впливу на ситуацію (визначення варіантів заходів, які можуть вплинути на стан охорони праці);
- вибір і обґрунтування оптимального способу дій для поліпшення ситуації (визначення раціонального переліку заходів з охорони праці для включення їх у план чи колективний договір).

Одним з найважливіших завдань планування є розробка планів попередження, локалізації і ліквідації аварійних ситуацій й аварій (далі — ПЛАС). Їх формування здійснюється у відповідності до НПАОП 0.00-4.33-99 «Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій» (НПАОП 0.00-4.33-99-СРС-А, В).

Цей нормативний акт поширюється на потенційно небезпечні підприємства (далі — підприємства), потенційно небезпечні об'єкти (далі — об'єкти), на яких можливі аварії із залповими викидами вибухо-небезпечних і токсичних продуктів, вибухами й загоряннями (пожежами) в апаратурі, виробничих приміщеннях і зовнішніх спорудах, які можуть призвести до зруйнування будинків, споруд, технологічного устаткування, ураження людей, негативного впливу на довкілля. Нормативний акт встановлює: порядок розробки; вимоги до складу, змісту та форми; процедуру затвердження й перегляду ПЛАС. Вимоги цього нормативного акту обов'язкові для всіх міністерств, відомств, підприємств, організацій, юридичних і фізичних осіб незалежно від їхньої галузевої та/або відомчої належності й форми власності.

Метою плану локалізації і ліквідації аварійних ситуацій і аварій є планування дій (взаємодії) персоналу підприємства, спецпідрозділів, населення, центральних і місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування щодо локалізації і ліквідації аварій та пом'якшення їх наслідків.

* Продовження серії публікацій про правові, організаційні та соціальні питання охорони праці.

Аварії залежно від їх масштабу можуть бути трьох рівнів: «А», «Б» і «В». На рівні «А» аварія характеризується розвитком в межах одного виробництва (цеху, відділення, виробничої дільниці), яке є структурним підрозділом підприємства. На рівні «Б» аварія характеризується переходом за межі структурного підрозділу і розвитком її в межах підприємства. На рівні «В» вона характеризується розвитком і переходом за межі території підприємства, можливістю впливу вражаючих чинників аварії на населення розташованих поблизу населених районів та інші підприємства (об'єкти), а також на довкілля.

ПЛАС повинен охоплювати всі рівні розвитку аварії, які встановлені в процесі аналізу небезпек.

ПЛАС розробляється з урахуванням усіх станів підприємства (об'єкта): пуск, робота, зупинка і ремонт. Обов'язки щодо розробки і впровадження ПЛАС та відповідальність за його якість покладаються на власника (керівника) підприємства (об'єкта). Розробку ПЛАС може виконувати власник самостійно або із залученням спеціалізованих організацій, за умови, що вони мають дозвіл на виконання такої роботи, отриманий в установленому порядку. ПЛАС повинен містити: титульний лист; аналітичну частину, в якій міститься аналіз небезпек, можливих аварій та їхніх наслідків; оперативну частину, яка регламентує порядок взаємодії та дій персоналу, спецпідрозділів і населення (при потребі) в умовах аварії. Зміст оперативної частини змінюється залежно від рівня аварії, на який вона поширюється; додатки.

Для забезпечення ефективної боротьби з аварією на всіх рівнях її розвитку наказом створюється штаб, функціями якого є збір і реєстрація інформації про хід розвитку аварії та вжиті заходи щодо боротьби з нею; поточна оцінка інформації і прийняття рішень щодо оперативних дій в зоні аварії та поза її межами; координація дій персоналу підприємства і всіх залучених підрозділів і служб, які беруть участь у ліквідації аварії. Загальне керівництво роботи штабу здійснює відповідальний керівник робіт щодо локалізації та ліквідації аварій (далі — ВК).

ПЛАС має бути пронумерований, зброшурований, затверджений і узгоджений відповідними організаціями, а також скріплений печатками підприємств і організацій, які узгодили його.

ПЛАС у повному обсязі повинен знаходитись у керівника й диспетчера підприємства (об'єкта), в територіальному управлінні Держнаглядохоронпраці, а також у територіальному органі МНС. Витяги з ПЛАС у обсязі, який є достатнім для якісного виконання відповідних дій, мають знахо-

дитись у керівників (начальників) виробництв (цехів, відділень, виробничих дільниць), на пункті зв'язку районної (об'єктової) пожежної частини, начальника (інструктора) воєнізованої газорятувальної служби, а також на робочих місцях.

Функція СУОП щодо організації та координації робіт передбачає формування органів управління охороною праці на всіх рівнях управління і всіх стадіях виробничого процесу, визначення обов'язків, прав, відповідальності та порядку взаємодії осіб, які беруть участь у процесі управління, а також прийняття та реалізацію управлінських рішень.

Для забезпечення у кожному структурному підрозділі підприємства, на кожному робочому місці умов праці, що відповідають вимогам чинних нормативно-правових актів з охорони праці, а також для забезпечення додержання відповідних прав працівників, які визначені законодавством про охорону праці, працедавець повинен, в першу чергу, створити ефективне функціонування СУОП, для чого він:

- створює службу охорони праці і зобов'язує посадових осіб підприємства забезпечувати вирішення конкретних питань з охорони праці;
- затверджує посадові інструкції керівників структурних підрозділів підприємства щодо їх обов'язків, прав та відповідальності у сфері охорони праці та контролює виконання покладених на них функцій;
- бере участь у розробці колективного договору в розділі охорони праці;
- реалізує комплексні заходи для досягнення встановлених нормативів з охорони праці та підвищення існуючого рівня безпеки виробництва;
- здійснює необхідні профілактичні заходи в сфері охорони праці;
- забезпечує усунення причин, що призводять до нещасних випадків та професійних захворювань, здійснює контроль за виконанням профілактичних заходів, визначених в результаті роботи комісії з розслідування нещасних випадків;
- впроваджує прогресивні безпечні технології, досягнення науки та техніки в галузі охорони праці, засоби автоматизації та механізації виробництва, існуючий позитивний досвід в сфері охорони праці тощо;
- забезпечує належне утримання будівель, споруд та об'єктів, виробничого обладнання та устаткування, а також моніторинг їх технічного стану;
- організовує проведення аудиту з питань охорони праці, лабораторних досліджень параметрів виробничого середовища, оцінку технічного стану виробничого обладнання та устаткування

ня, атестацію робочих місць на відповідність «Гігієнічній класифікації умов праці в порядку», терміни, що встановлені законодавством, і за підсумками атестації вживає заходи щодо усунення виявлених недоліків;

- розробляє і затверджує необхідні положення, інструкції та інші акти з охорони праці, що діють у межах підприємства;
- встановлює, відповідно до державних нормативно-правових актів, правила виконання робіт та поведінки працівників на території підприємства, на будівельних майданчиках, у виробничих приміщеннях, на робочих місцях;
- безкоштовно забезпечує працівників необхідною нормативно-правовою документацією з питань охорони праці;
- здійснює постійний контроль за дотриманням працівниками технологічних нормативів, правил поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва, а також за використанням засобів колективного та індивідуального захисту;
- організовує пропаганду щодо безпечних методів праці;
- вживає відповідні заходи щодо допомоги потерпілим від нещасних випадків, пожеж та аварій, залучає, в разі виникнення на підприємстві надзвичайних ситуацій, професійні рятувальні формування;
- організовує з працівниками ефективне співробітництво в галузі охорони праці тощо.

Роботодавець безпосередньо несе відповідальність за ефективність функціонування СУОП та виконання вимог діючих нормативно-правових актів та чинного законодавства з охорони праці. Виробничі будівлі, споруди, машини, механізми, устаткування, транспортні засоби, що впроваджуються в дію, та технологічні процеси повинні відповідати вимогам НПАОП. Відповідальність щодо забезпечення цих вимог покладається на роботодавця. Роботодавець також повинен отримати дозвіл на початок роботи та види робіт підприємства, діяльність якого пов'язана з виконанням робіт та експлуатацією об'єктів, машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки. Перелік видів робіт, об'єктів, машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки визначає Кабінет Міністрів України. Якщо роботодавець не отримав зазначеного дозволу, місцевий орган виконавчої влади або орган місцевого самоврядування, за поданням Держгірпромнагляду, вживає заходів до скасування державної реєстрації цього підприємства.

Що стосується інших посадових осіб підприємства, то основну роботу з охорони праці у вище за-

значених напрямках, як правило, повинен проводити головний інженер. В свою чергу, головний механік повинен відповідати за безпеку всього виробничого обладнання, головний енергетик — за безпечну експлуатацію електро- та енергообладнання, головний економіст повинен забезпечувати своєчасне вирішення економічних питань в сфері охорони праці, головний бухгалтер — фінансування відповідних планів з охорони праці, виплату матеріального заохочення працівникам з урахуванням виконання ними відповідних завдань з охорони праці тощо. Посадові особи таких структурних підрозділів підприємства як, наприклад, відділу матеріально-технічного забезпечення, організовують матеріально-технічне забезпечення відповідних планів роботи з охорони праці, а також забезпечення працівників засобами колективного та індивідуального захисту; відділу капітального будівництва — забезпечують дотримання вимог безпеки праці при будівництві та ремонті; відділу стандартизації — організовують впровадження стандартів ССБП, здійснюють розробку стандартів підприємства та контролюють їх дотримання; відділу кадрів — організовують професійний добір, профорієнтацію та навчання працівників підприємства; юридичного відділу — забезпечують правову основу управління охороною праці на підприємстві тощо. Начальники виробничих цехів, дільниць, відділів, майстри, бригадири, завідувачі лабораторій та інші керівники основних виробничих підрозділів підприємства повинні здійснювати контроль за дотриманням усіх вимог щодо охорони праці в своїх підрозділах та нести персональну відповідальність за їх виконання. Так як згідно із ст. 5 Закону «Про охорону праці» умови трудового договору не можуть містити положень, що суперечать законам та іншим нормативно-правовим актам з охорони праці, то під час укладання трудового договору роботодавець повинен проінформувати працівника під розписку про умови праці та про наявність на його робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які ще не усунуто, можливі наслідки їх впливу на здоров'я та про права працівника на пільги і компенсації за роботу в таких умовах відповідно до законодавства і колективного договору.

Керівники підприємств, у першу чергу головний інженер, зобов'язані передбачати в посадових інструкціях працівників конкретні обов'язки, права та відповідальність за виконання відповідних функцій з питань охорони праці.

Посадові інструкції повинні включати наступні розділи: загальні положення, службові функції, службові обов'язки, права, відповідальність, взає-

мовідносини з іншими посадовими особами відповідно до займаної посади, і в кожному із вище перелічених розділів обов'язково повинні бути розглянуті питання охорони праці. Складаються посадові інструкції згідно з Довідником кваліфікаційних характеристик професій працівників, який затверджений Наказом Міністерства праці і соціальної політики України від 16.02.98 № 24.

Облік, аналіз та оцінка показників охорони праці спрямовані (відповідно до одержаної інформації) на розробку та прийняття управлінських рішень керівниками всіх рівнів підприємства (від майстра дільниці до керівника підприємства). Суть цієї функції полягає в системному обліку показників стану охорони праці, в аналізі отриманих даних та узагальненні причин недотримання вимог НПАОП, а також причин невиконання планів з охорони праці з розробкою заходів, направлених на усунення виявлених упущень. Аналізуються матеріали: про нещасні випадки та професійні захворювання; результати всіх видів контролю за станом охорони праці; дані паспортів санітарно-технічного стану умов праці в цеху (на дільниці); матеріали спеціальних обстежень будівель, споруд, приміщень, обладнання тощо. У результаті обліку, аналізу та оцінки стану охорони праці вносять доповнення та уточнення до оперативних, поточних і перспективних планів роботи з охорони праці, а також зі стимулювання діяльності окремих структурних підрозділів, служб, працівників за досягнуті показники охорони праці.

Контроль за станом охорони праці та функціонуванням СУОП забезпечує дійове управління охороною праці. Будь-яка система управління може надійно функціонувати лише за наявності повної, своєчасної і достовірної інформації про стан об'єкта управління. Отримати таку інформацію про стан охорони праці, виявити можливі відхилення від норм безпеки, а також перевірити виконання планів та управлінських рішень можна тільки на підставі регулярного та об'єктивного контролю. Тому контроль стану охорони праці є найбільш відповідальною та трудомісткою функцією процесу управління.

До основних форм контролю за станом охорони праці в рамках СУОП підприємства належать: оперативний контроль; відомчий контроль, що проводиться службою охорони праці підприємства; адміністративно-громадський багатоступеневий контроль. Крім цих видів контролю, існує відомчий контроль вищих господарських органів, державний нагляд і громадський контроль за охороною праці, які розглядаються окремо.

Оперативний контроль керівники робіт і під-

розділів підприємства здійснюють згідно із затвердженими посадовими обов'язками. Служба охорони праці контролює виконання вимог безпеки праці в усіх структурних підрозділах і службах підприємства.

Адміністративно-громадський багатоступеневий контроль є однією з найкращих форм контролю за станом охорони праці, але можливість його ефективного функціонування зумовлена наявністю співпраці та взаєморозуміння між роботодавцем і профспілками підприємства. Цей контроль проводиться на кількох (зазвичай — трьох) рівнях. На першому рівні контролю начальник виробничої дільниці (майстер) спільно з громадським інспектором профгрупи щоденно перевіряють стан охорони праці на виробничій дільниці. На другому рівні — начальник цеху спільно з громадським інспектором і спеціалістами відповідних служб цеху (механік, електрик, технолог) два-чотири рази на місяць перевіряють стан охорони праці згідно з затвердженим графіком. На третьому рівні контролю щомісячно (згідно із затвердженим графіком) комісія підприємства під головуванням керівника (головного інженера) перевіряє стан охорони праці на підприємстві. До складу комісії входять: керівник служби охорони праці, голова комісії з охорони праці профкому, керівник медичної служби, працівник пожежної охорони та головні спеціалісти підприємства (технолог, механік, енергетик). Результати роботи комісії фіксуються в журналі третього рівня контролю і розглядаються на нараді. За результатами наради видається наказ по підприємству.

На комбінатах, в об'єднаннях тощо може проводитися четвертий і п'ятий рівні адміністративно-громадського контролю.

Стимулювання охорони праці спрямовано на створення зацікавленості працівників у забезпеченні здорових і безпечних умов праці. Стимулювання передбачає моральні та матеріальні заохочення, а також покарання за невиконання покладених на конкретну особу зобов'язань щодо безпеки праці або порушення вимог щодо охорони праці.

Потрібно визнати, що у нашої країні сьогодні більш дієвими і ефективними безумовно є економічні стимули. До них належать премії, винагороди за безпечну працю, винахідництво та раціоналізаторські пропозиції з питань охорони праці тощо.

Нормативно-правова база організації системи управління охороною праці на підприємстві

Нормативні акти підприємства конкретизують вимоги державних нормативно-правових актів і не можуть містити вимоги з охорони праці менші або слабкіші, ніж ті, що містяться в державних нормах.

Компетенцією нормативних актів підприємства можуть бути:

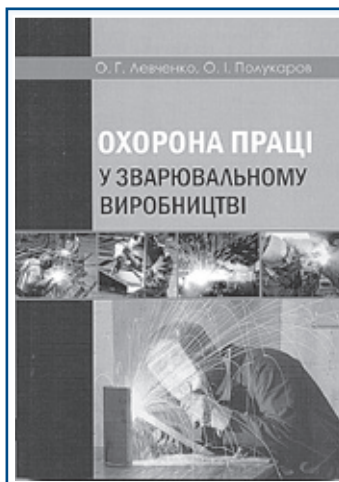
- положення про службу охорони праці підприємства (організації);
- положення про систему управління охороною праці;
- забезпечення перспективного і поточного планування роботи щодо поліпшення безпеки, гігієни праці та виробничого середовища, усунення причин травматизму, професійних захворювань;
- організація лабораторних досліджень умов праці, атестація робочих місць на відповідність чинним нормативам з охорони праці;
- внесення вимог нормативно-правових актів з охорони праці до технологічної і конструкторської документації, встановлення порядку проведення експертизи цієї документації щодо повноти викладення цих вимог;
- організація правильної експлуатації об'єктів підвищеної небезпеки (кранів, посудин, що працюють під тиском тощо);
- організація проведення інструктажів, навчання і перевірки знань працюючих з питань охорони праці, впровадження чіткої системи допуску до робіт з підвищеною небезпекою;
- встановлення правил безпечного виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, на будівельних майданчиках та робочих місцях;
- опрацювання й узгодження в установленому порядку та затвердження заходів щодо забезпечення безпеки працівників на певних роботах у разі відсутності в нормативно-правових актах з охорони праці конкретних вимог;
- визначення заходів щодо пожежної безпеки;
- організація забезпечення працюючих засобами індивідуального захисту, мийними та знешкоджувальними засобами, а також лікувально-профілактичним харчуванням, молоком, газованою підсоленою водою тощо;
- організація проведення попереднього (при влаштуванні на роботу) і періодичних медичних оглядів працівників певних категорій;
- встановлення порядку ознайомлення працівника, з яким укладається трудова угода, з умовами праці на підприємстві, можливістю шкідливого впливу на здоров'я, пільгами та компенсаціями за роботу в шкідливих умовах відповідно до чинного законодавства та колективного договору;
- визначення порядку інформування працюючих про зміни в нормативних актах протягом дії трудового договору тощо.

Визначений перелік безумовно не є повним, і власник може затверджувати нормативні акти про охорону праці, що виникають із специфіки виробництва та вимог чинного законодавства.

Для опрацювання, узгодження, затвердження нормативних актів підприємства за наказом власника створюється комісія чи робоча група, визначаються терміни, виконавці та керівники. Розробляється план опрацювання нормативного акту, який затверджується власником. Проект нормативного акту підприємства про охорону праці узгоджується зі службою охорони праці цього підприємства та юрисконсультами, з іншими зацікавленими службами, профспілками. Реєстрація та облік нормативних актів про охорону праці, що діють у межах підприємства, здійснюються у порядку, встановленому власником, якщо інше не передбачено законодавством.

• #1490

НОВАЯ КНИГА



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

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

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

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

Календарь выставок на 2015 г.

Международные выставки

Дата	Место проведения	Название выставки	Тематика	Организатор, контакты
21.04–24.04	Целе, Словения	Welding & Foundry – 2015	Международная выставка технологий сварки и резки	www.exponet.ru
22.04–24.04	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	Экспо Контроль 2015	Специализированная выставка приборов и средств контроля, измерений, испытаний	Экспоцентр на Красной Пресне http://www.rual-interex.ru/
12.05–14.05	Гуанчжоу, Китай	Coat Expo China – 2015	Международная выставка технологий покрытия поверхностей	www.exponet.ru
19.05–22.05	Санкт-Петербург Конгрессно-выставочный центр ЭКСПОФОРУМ	Защита от коррозии	Выставка-конгресс технологий, оборудования и материалов антикоррозионной защиты в промышленности	Компания «ЭкспоФорум-Интернэшнл» Тел. (812) 240-40 40 доб. 152 E-mail: n.averkina@expoforum.ru
25.05–29.05	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	Металлообработка. 2015	16-я Международная специализированная выставка «Оборудование, приборы и инструменты для металлообрабатывающей промышленности»	Экспоцентр на Красной Пресне http://www.metobr-expo.ru/
08.06–11.06	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	Металлургия-Литмаш	Международная выставка машин, оборудования, технологий и продукции металлургической промышленности	Экспоцентр на Красной Пресне http://www.expocentr.ru
08.06–11.06	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	Трубы. Россия – 2015	Международная выставка трубной промышленности и трубопроводов	Экспоцентр на Красной Пресне http://www.expocentr.ru
08.06–11.06	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	Алюминий/Цветмет-2015	Международная выставка по алюминию, цветным металлам, материалам, технологиям и продукции	Экспоцентр на Красной Пресне http://www.expocentr.ru
09.06–12.06	Познань, Польша	Welding Poznan	Международная выставка-ярмарка	Poznan International Fair ul.Glogowska 14 60-734 Poznan Poland +48 61 869 2000 +48 61 869 2999
16.06–20.06	Дюссельдорф, Германия	GIFA – 2015	Международная ярмарка и технический форум по литейной промышленности	Messe Düsseldorf GmbH Stockumer Kirchstrasse 61 D-40474 Düsseldorf Germany +49 211 4560 900
16.06–20.06	Дюссельдорф, Германия	METEC – 2015	Международная выставка и конгресс по технологиям металлургии	Messe Düsseldorf GmbH Stockumer Kirchstrasse 61 D-40474 Düsseldorf Germany +49 211 4560 900
16.06–20.06	Дюссельдорф, Германия	NewCast – 2015	Международная специализированная выставка готовой продукции литейного производства	Messe Düsseldorf GmbH Stockumer Kirchstrasse 61 D-40474 Düsseldorf Germany +49 211 4560 900
14.09–18.09	Брно, Чехия	Msv – 2015	Международная машиностроительная выставка	BVV (Brno Trade Fairs and Exhibition) Vystaviste 1 64700 Brno Czech Republic +420 541 151 111
15.09–17.09	Москва, «Экспоцентр»	Термообработка-2015	9-я международная специализированная выставка технологий и оборудования для термообработки	ООО «Выставочная компания «Мир-Экспо». Телефон +7 (499) 618-05-65 +7 (499) 618-36-83 E-mail: info@htexporus.ru
05.10–09.10	Москва, КВЦ «Сокольники»	Weldex / Рос-сварка – 2015	15-я Международная специализированная выставка сварочных материалов, оборудования и технологий	Выставочный холдинг MVK Компания «Элсвар» www.weldex.ru
07.10–09.10	Санкт-Петербург, Конгрессно-выставочный центр ЭКСПОФОРУМ	XIX Международный промышленный форум. Специализированные выставки: Промэкспо, Техноэкспо, Субконтрактинг, Машиностроение. Станки. Металлообработка, Инструмент и техоснастка, Нанотехнологии, Автомаш, Ярмарка комиссионного оборудования	Международный промышленный форум. Специализированные выставки: Промэкспо, Техноэкспо, Субконтрактинг, Машиностроение. Станки. Металлообработка, Инструмент и техоснастка, Нанотехнологии, Автомаш, Ярмарка комиссионного оборудования	ЗАО «ЭкспоФорум» http://www.exponet.ru
13.10–15.10	Краков, Польша	Blach-Tech-Expo – 2015	Международная выставка обработки, соединения и покрытия листового металла	Targi w Krakowie Ltd 31-586 Kraków Centralna 41a Str. Poland +48 12 644 59 32 +48 12 644 61 41
19.10–22.10	Москва, ЦВК «Экспоцентр»	ТЕХНОФОРУМ-2015	Международная выставка – оборудование и технологии обработки конструкционных материалов	Экспоцентр на Красной Пресне www.expocentr.ru
20.10–22.10	Антверпен, Бельгия	WELDING WEEK	Выставка сварки металлов и пластмасс	easyFairs - Antwerp Roderveldlaan 3 B-2600 Berchem Belgium +32 (0)3 280 53 00
27.10–30.10	Москва, МВЦ «Крокус Экспо»	MasheX Moscow	18-я Международная выставка оборудования и технологий обработки металлов и композитных материалов	Экспоцентр на Красной Пресне http://www.expocentr.ru www.masheX.ru
01.11–30.11	Бусан, Корея	Welding Busan Korea	Международная выставка сварки и резки. Оборудование для лазерной сварки	Bexco (Busan Exhibition & Convention Center) 55 Apec-ro, Haeundae-gu Busan, 612-704 Korea South +82 51-740-7518,7520 +82 51-740-7360
03.11–06.11	Штуттгарт, Германия	Blechexpo	Международная выставка металлообработки и соединительных технологий	P.E. Schall GmbH Gustav-Werner-Str. 6 72636 Frickenhausen Germany +49 (0)702 592 06 0 +49 (0)702 592 06 20
03.11–06.11	Штуттгарт, Германия	Schweisstec – 2015	Международная выставка сварочного оборудования и технологий	P.E. Schall GmbH Gustav-Werner-Str. 6 72636 Frickenhausen Germany +49 (0)702 592 06 0 +49 (0)702 592 06 20
10.11–13.11	Москва, ВДНХ	Металл-Экспо-2015	Международная промышленная выставка	www.metal-expo.ru
03.12–06.12	Бурса, Турция	Bursa Metal Processing Technologies	Выставка по сварке и резке. Оборудование и технологии	Tüyap Fairs and Exhibitions Organization Inc. E5 Karayolu Gürpınar Kavsaoy Büyükcemecce Istanbul Turkey +90 (212) 867 11 00 +90 (212) 886 93 99

Открыта подписка-2015 на журнал «Сварщик»

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

Город	Название подписного агентства	Телефон
Винница	ЗАО «Блиц-Информ»	(0432) 27-66-58
	«Баланс-Клуб»	(056) 370-44-23
Днепропетровск	ЗАО «Блиц-Информ»	(056) 370-10-50
	ООО «Меркурий»	(056) 778-52-86
Донецк	ЗАО «Блиц-Информ»	(062) 381-19-32
Житомир	ЗАО «Блиц-Информ»	(0412) 36-04-00
Запорожье	ЗАО «Блиц-Информ»	(0612) 63-91-82
	ЧП ККК «Пресс Сервис»	(0612) 62-52-43
Ивано-Франковск	ЗАО «Блиц-Информ»	(03422) 52-28-70
	ООО «Бизнес Пресса»	(044) 248-74-60
	ЗАО «Блиц-Информ»	(044) 205-51-10
Киев	ООО «Периодика»	(044) 449-05-50
	ООО «Пресс-Центр»	(044) 252-94-77
	АОЗТ «САММИТ»	(044) 537-97-44
Кировоград	ЗАО «Блиц-Информ»	(0522) 32-03-00
Кременчуг	ЗАО «Блиц-Информ»	(05366) 79-90-19
	ООО «САММИТ-Кременчуг»	0536(6) 3-21-88
Кривой Рог	ЗАО «Блиц-Информ»	(0564) 66-24-36
Луганск	ЗАО «Блиц-Информ»	(0642) 53-81-07
Луцк	ЗАО «Блиц-Информ»	(0332) 72-05-48
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0322) 39-28-69
	«Львівські оголошення»	(0322) 97-15-15
Львов	ООО «САММИТ-Львов 247»	(0322) 74-32-23
	«Фактор»	(0322) 41-83-91
Мариуполь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0629) 33-54-98
Нежин	ЧП «Прес-Курьер»	(04631) 5-37-66
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0512) 47-10-82
	ООО «Ноу Хау»	(0512) 47-20-03
Николаев	ООО «САММИТ-Николаев»	(0512) 23-40-86
	ЧП «ТЕПС & Со»	(0512) 47-47-35
Одесса	ЗАО «Блиц-Информ»	(048) 711-70-79
Прилуки	ЧП «Прес-Курьер» (филиал)	(04637) 3-04-62
Полтава	ЗАО «Блиц-Информ»	(05322) 7-31-41
Ровно	ЗАО «Блиц-Информ»	(0362) 62-56-26
Севастополь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0692) 55-44-51
Симферополь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0652) 24-93-00
	ДП «САММИТ-Крым»	(0652) 44-36-95
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0542) 27-52-09
Сумы	ООО «Дида»	(0542) 37-03-55
Тернополь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0352) 43-08-10
Ужгород	ЗАО «Блиц-Информ»	(03122) 2-38-16
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0572) 17-13-27
	АОЗТ «САММИТ-Харьков»	(0572) 14-22-61
Харьков	ДП «Фактор-Пресса»	(0572) 26-43-33
	«Форт» Издательство	(0572) 14-09-08
Херсон	ДПЗАО «Блиц-Информ»	(0552) 26-36-49
	ЗАО «Блиц-Информ»	(0382) 79-24-23
Хмельницкий	ВКП «Фактор-Запад»	(0382) 70-20-93
Черкасы	ЗАО «Блиц-Информ»	(0472) 47-05-51
Черновцы	ЗАО «Блиц-Информ»	(03722) 2-00-72
Чернигов	ЗАО «Блиц-Информ»	(04622) 4-41-61

ТАЛОН-ЗАКАЗ

на книги издательства «Экотехнология»

Название книги Цена (грн.)

В.И. Лакомский, М.А. Фридман.
Плазменно-дуговая сварка углеродных
материалов с металлами. 2004.— 196 с. 40

А.А. Кайдалов. Электронно-лучевая сварка
и смежные технологии. Издание 2-е,
переработанное и дополненное. 2004.— 260 с. 50

О.С. Осика та ін. Англо-український та українсько-
англійський словник зварювальної термінології.
2005.— 256 с. 40

В.М. Корж. Газотермічна обробка матеріалів:
Навчальний посібник. 2005.— 196 с. 40

В.Я. Кононенко. Газовая сварка и резка.
2005.— 208 с. 40

С.Н. Жизняков, З.А. Сидлин. Ручная дуговая сварка.
Материалы. Оборудование. Технология. 2006.— 368 с. 60

А.Я. Ищенко и др. Алюминий и его сплавы в совре-
менных сварных конструкциях. 2006.— 112 с. с илл. 30

П.М. Корольков. Термическая обработка сварных
соединений. 3-е изд., перераб. и доп. 2006.— 176 с. 40

А.Е. Анохов, П.М. Корольков. Сварка и термическая
обработка в энергетике. 2006.— 320 с. 40

Г.И. Лащенко. Способы дуговой сварки стали
плавящимся электродом. 2006.— 384 с. 50

А.А. Кайдалов. Современные технологии
термической и дистанционной резки
конструкционных материалов. 2007.— 456 с. 50

П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев.
Плазменная наплавка. 2007.— 292 с. 50

А.Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах
плавящимся электродом. Часть 1. Сварка
в активных газах. 2007.— 192 с. 50

Г.И. Лащенко, Ю.В. Демченко. Энергосберегающие
технологии послесварочной обработки
металлоконструкций. 2008.— 168 с. 40

Б.Е. Патон, И.И. Заруба и др. Сварочные
источники питания с импульсной стабилизацией
горения дуги. 2008.— 248 с. 50

З.А. Сидлин. Производство электродов
для ручной дуговой сварки. 2009.— 464 с. 60

В.Н. Радзиевский, Г.Г. Ткаченко.
Высокотемпературная вакуумная пайка
в компрессоростроении. 2009.— 400 с. 50

В.Н. Корж, Ю.С. Попиль. Обработка металлов
водородно-кислородным пламенем. 2010.— 194 с. 40

Г.И. Лащенко. Современные технологии
сварочного производства. 2012.— 720 с. 90

Книги прошу выслать по адресу:
Куда
..... почтовый индекс

Кому
Счет на оплату прошу выслать по факсу:
(.....)

Реквизиты плательщика НДС:
Св. № идент. №
Ф. И. О. лица, заполнившего талон, телефон для связи:

.....
Заполните этот талон и вышлите в редакцию журнала «Сварщик» по
адресу: 03150, Киев, а/я 52 или по тел./ф.: (044) 200-8014, 200-8018.

Цены на книги указаны без учета НДС и стоимости доставки.

В 2015 г. цены на наши издания снижены на 20–30%.

Сервисная карточка читателя

Без заполненного
формуляра
недействительна

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

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

1477	1478	1479	1480	1481	1482	1483	1484	1485
1486	1487	1488	1489	1490	1491	1492	1493	1494
1495	1496	1497	1498	1499	1500	1501	1502	1503
1504	1505	1506	1507	1508	1509	1510	1511	1512
1513	1514	1515	1516	1517	1518	1519	1520	1521
1522	1523	1524	1525	1526	1527	1528	1529	1530
1531	1532	1533	1534	1535	1536	1537	1538	1539
1540	1541	1542	1543	1544	1545	1546	1547	1548

Заполняется печатными буквами

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

На страницах основной обложки

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

На страницах внутренней обложки

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

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

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

Прогрессивная система скидок

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

Тарифы на рекламу универсальные — одинаковые для журналов «Сварщик» и «Сварщик в России».
При размещении рекламных-информационных материалов одновременно в журналах «Сварщик» и «Сварщик в России» предоставляется дополнительная скидка 10%.

Требования к оригинал-макетам

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

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

Руководитель рекламного отдела: **В. Г. Абрамишвили**
тел./ф.: (044) **200-80-14**, (050) 413-98-86 (моб.)
e-mail: welder.kiev@gmail.com
http://www.welder.kiev.ua/