

ГАЗОПЛАМЕННАЯ АППАРАТУРА МАРКИ «НОРД-С»®

Самая совершенная, эффективная и безопасная газорезательная техника в России
- проверено и подтверждено многолетним опытом практической работы.



СДЕЛАНО В РОССИИ

РУЧНОЙ ГАЗОВЫЙ РЕЗАК

ПОВЫШЕННОЙ НАДЕЖНОСТИ
МАРКИ «НОРД-С»®

**ВЫБОР
УГЛА НАКЛОНА
90°, 110°, 180°**
модернизированной
головки с коническим
смесителем и мундштуком

**МОНОБЛОЧНАЯ
РУКОЯТКА**
надежность
и долговечность

- повышенная взрывобезопасность и долговечность
- повышенная чистота реза (отсутствие нагара и наплывов)
- умеренная ширина реза (2-3 мм)
- высокая экономичность (экономия горючего газа и кислорода на 30-40%)
- универсальность (эффективная работа на любой горючей смеси кислорода с ацетиленом, пропан-бутаном, природным газом и т.д.)
- ремонтпригодность

Длина рабочего инструмента резака

| | |
|-------------|---------|
| стандартный | 535 мм |
| укороченный | 455 мм |
| удлинённый | 800 мм |
| длинный | 1000 мм |

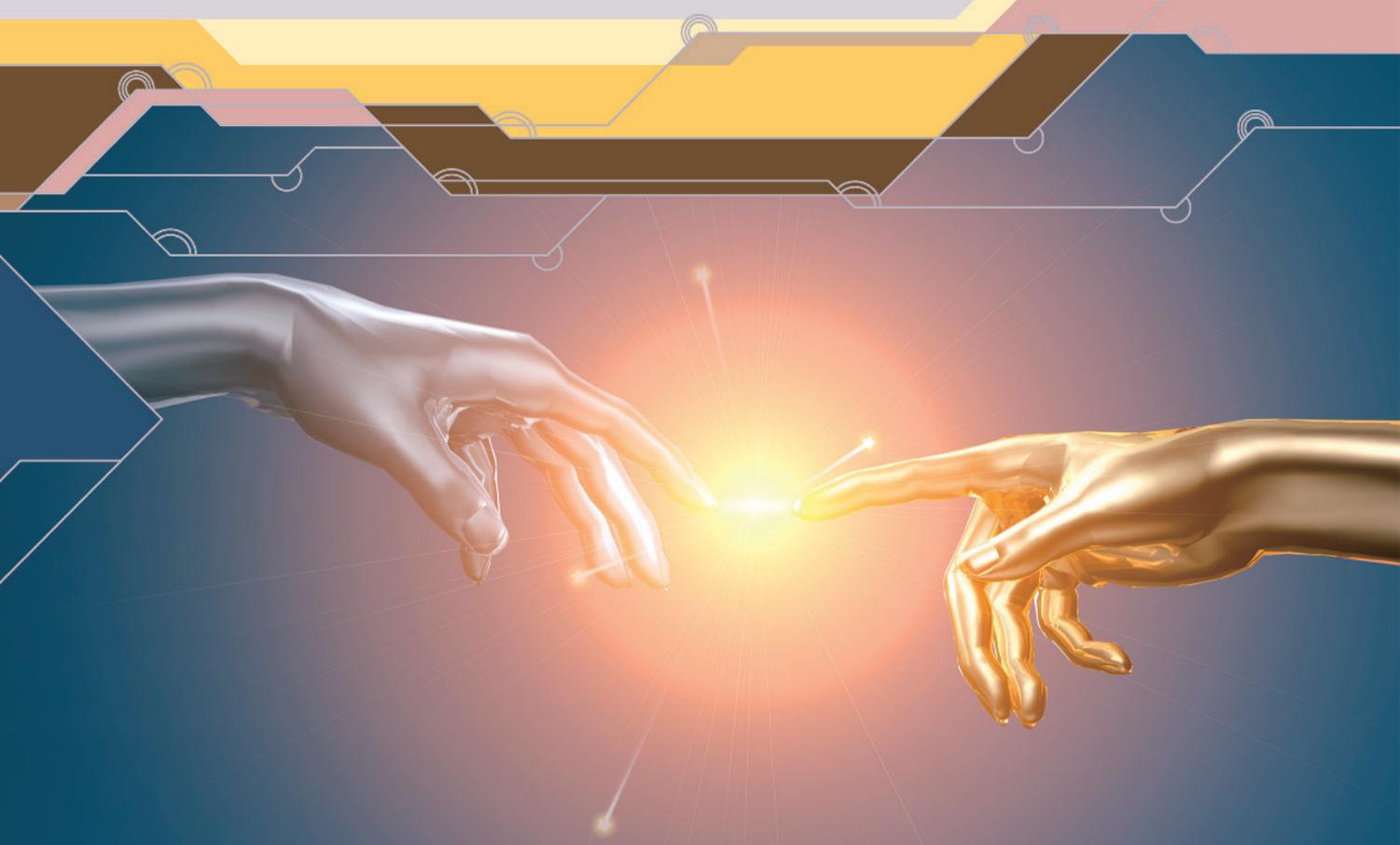
материал корпуса
редуктора
ЛАТУНЬ

Рекомендуем использовать резаки
в комплекте с редуктором «НОРД-С»®

| Характеристики редуктора, наибольшие значения | Модификации редукторов «НОРД-С»® | | |
|--|----------------------------------|----------------------|----------------------|
| | пропановый БПО-5-3 | ацетиленовый БАО-5-3 | кислородный БКО-50-3 |
| пропускная способность, м³/ч | 5 | 5 | 50 |
| давление газа на входе, МПа | 2,5 | 2,5 | 25 |
| рабочее давление, МПа | 0,3 | 0,15 | 1,25 |
| габариты, мм | 160x130x100 | 210x130x100 | 150x120x100 |



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



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

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

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

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

3 (49) 2014

май – июнь

Журнал выходит 6 раз в год.

Издается с мая 2006 г.

Подписной индекс **20994**
в каталоге «Пресса России»

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

информационно-технический журнал
Сварщик®

Технологии
Производство
Сервис

В России

3–2014

СОДЕРЖАНИЕ

Новости техники и технологий 6



Технологии и оборудование

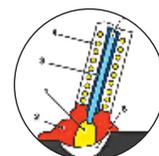
Основы разработки технологии сварки плавлением.
2. Приемы сварки. *Г.И. Лащенко* 8

Сварочные колонны в автоматизации производства.
А.С. Бабайлов 14



Сравнение автоматизированной плазменной и кислородной резки
на машинах с ЧПУ низкоуглеродистых и низколегированных сталей
малой толщины. *С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко,
А.И. Коровченко, В.А. Олейник, Т.Б. Золотопупова* 16

Разработка технологии ремонта и восстановления особо
ответственных деталей с применением лазерной наплавки.
С.В. Кандалов, В.И. Панов 19



Сварочные материалы ШТОРМ — применение и особенности.
А.Ю. Мельников, А.М. Фивейский 22

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 24

Методика оценки усталостной долговечности многослойного
наплавленного металла. *И.А. Рябцев, И.К. Сенченков,
И.И. Рябцев, А.А. Бабинец* 28



Наши консультации 32

Зарубежные коллеги 34



Охрана труда

Оценка экономической составляющей эффективности
трудоохранных мероприятий в сварочном производстве.
О. Г. Левченко, Ю. О. Полукаров 36

Выставки и конференции

16-я международная научно-практическая конференция. «Технологии
упрочнения, нанесения покрытий и ремонта: теория и практика» 38



Страницы истории

Почетный уралмашевец. *В.И. Панов* 41



| | |
|---|-----------|
| News of technique and technologies | 6 |
| Technologies and equipment | |
| Bases of development of technology of fusion welding. 2. Receptions of welding. <i>G. I. Lashchenko</i> | 8 |
| Welding columns in automation of manufacture. <i>A. S. Babaylov</i> | 14 |
| Comparison automated plasma and oxygen cutting by machines with numerical program management low-carbonaceous and low-alloy steels of small thickness. <i>S. L. Zelenskiy, V. A. Belinskiy, S. L. Vasilenko, A. I. Korovchenko, V. A. Ole'inik, T. B. Zolotopupova</i> | 16 |
| Development of technology of repair and restoration of especially responsible details with application of laser cladding. <i>S. V. Kandalov, V. I. Panov</i> | 19 |
| Welding materials STORM — application and features. <i>A. Yu. Melnikov, A. M. Fiveyskiy</i> | 22 |
| 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> | 24 |
| Technique of an estimation fatigue life multi-layer metal. <i>I. A. R'yabtsev, I. K. Senchenkov, I. I. R'yabtsev, A. A. Babinets</i> | 28 |
| Our consultations | 32 |
| The foreign colleagues | 34 |
| Labour protection | |
| Estimation of economic making efficiency of labour protection measures in welding manufacture. <i>O. G. Levchenko, Yu. O. Polukarov</i> | 36 |
| Exhibitions and conferences | |
| 16 International scientific-practical conference Technologies of hardening, drawing of coverings both repair: the theory and practice | 38 |
| Pages of history | |
| Honourable uralmashevets. <i>V. I. Panov</i> | 41 |

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

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

Главный редактор Б. В. Юрлов

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

Маркетинг и реклама Т. И. Коваленко

Верстка и дизайн В. П. Семенов

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

Телефон +7 499 922 69 86

Факс +7 499 922 69 86

E-mail ctt94@mail.ru

За достоверность информации и содержание рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели. Мнение авторов статей не всегда совпадает с позицией редакции. Рукописи не рецензируются и не возвращаются. Редакция оставляет за собой право редактировать и сокращать статьи. Переписка с читателями — только на страницах журнала. При использовании материалов в любой форме ссылка на «Сварщик в России» обязательна.

© «ЦТТ ИЭС им. Е. О. Патона», 2014

Подписано в печать 17.06.2014. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура PetersburgC. Отпечатано в ЗАО «ТДДС-Столица-8». Тираж 3000 экз. Заказ № П000008167 от 16.06.2014.

Издание выходит при содействии информационно-технического журнала «Сварщик»

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

Издатель ООО «Экотехнология»

Главный редактор Б. В. Юрлов

Редакционная коллегия Ю. К. Бондаренко, Ю. В. Демченко, В. М. Илюшенко, [А. А. Кайдалов], Г. И. Лащенко, О. Г. Левченко, П. П. Проценко, И. А. Рябцев

Адрес редакции 03150 Киев, ул. Горького, 62Б

Телефон +380 44 200 5361

Тел./факс +380 44 200 8014

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

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

ПРОДОЛЖАЕТСЯ ПОДПИСКА
Подписной индекс 20994
в каталоге «Пресса России»
Подписной индекс K0103
в каталоге российской прессы
«Почта России» —
персональная подписка

ГЛАВНЫЕ ТЕМЫ НОМЕРА

Основы разработки технологии сварки плавлением. 2. Приемы сварки

Г. И. Лащенко

Рассмотрены основные приемы, используемые для регулирования тепловложения в свариваемое изделие и его напряженно-деформированного состояния. Приведены способы сварки, в которых используют прием, и достигаемый эффект. Даны рекомендации по использованию того или иного приема сварки.

Сравнение автоматизированной плазменной и кислородной резки на машинах с ЧПУ низкоуглеродистых и низколегированных сталей малой толщины

*С. Л. Зеленский, В. А. Белинский,
С. Л. Василенко, А. И. Коровченко,
В. А. Олейник, Т. Б. Золотопупова*

Рассмотрена возможность замены кислородной резки низколегированных и низкоуглеродистых сталей малой толщины плазменной. Даны рекомендации по применению и эффективности плазменной резки.

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

С. В. Кандалов, В. И. Панов

Представлены исследования влияния инновационной технологии восстановления деталей методом лазерной наплавки на структуру основного металла вала и определение соответствия механических свойств наплавленного металла техническим требованиям, предъявляемым к поверхностям валков в ходе испытаний. Рассмотрено практическое применение лазерной термообработки.

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.

Методика оценки усталостной долговечности многослойного наплавленного металла

*И. А. Рябцев, И. К. Сенченков, И. И. Рябцев,
А. А. Бабинец*

Описана методика испытаний, конструкции и технологии изготовления многослойных наплавленных образцов для исследования их усталостной долговечности при циклической механической нагрузке. Методика должна дать возможность проводить сравнительные исследования усталостной долговечности наплавленных образцов в зависимости от химического состава наплавленных слоев (подслоя и износостойкого слоя), их геометрических размеров, технологии и техники наплавки.

В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ...

Резаки серии SR для качественной кислородной резки с помощью переносных и шарнирных газорезательных машин

*В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко, С. А. Чумак,
С. Л., Зеленский, В. А. Белинский,
С. Л. Василенко, Т. Б. Золотопупова,
Т. В. Литвинова*

Описан разработанный авторами газокислородный резак РГКМ-1-SR для переносных и шарнирных машин, позволяющий повысить качество поверхности реза и улучшить технико-экономические показатели процесса резки. Приведены основные конструктивные отличия резака, его характеристики, результаты промышленных испытаний.

Основы разработки технологии сварки плавлением. 2. Приемы сварки

Г. И. Лащенко

Описаны приемы, используемые для улучшения формирования и качества швов. Приемы систематизированы по способу сварки и достигаемому эффекту. Рассмотрены параметры режимов процесса при дуговой, лазерной, газовой и электронно-лучевой сварке для приемлемого формирования швов.

Импульсно-плазменное модифицирование рабочей поверхности инструмента из быстрорежущей стали

*Ю. Н. Тюрин, Л. И. Маркашова,
О. В. Колисниченко, И. В. Дуда, М. Л. Валевиц,
Д. Г. Богачев*

Описан разработанный в ИЭС им. Е. О. Патона комплекс оборудования для импульсно-плазменной обработки рабочих поверхностей деталей машин и инструмента. Рассмотрен принцип работы генератора плазмы, основанный на разряде индуктивно-емкостного накопителя энергии через продукты детонационного сгорания горючих газовых смесей в коаксиальном межэлектродном зазоре плазматрона. Приведены результаты исследования структуры и свойств поверхностного слоя на образцах из быстрорежущей стали Р6 М5, подвергнутых закалке и отпуску.

Влияние вида материала и технологии распыления на строение плазменной струи и величину ее давления на подложку

*О. Г. Быковский, А. Н. Лаптева, А. В. Фоменко,
А. В. Чет*

Приведены результаты измерений величины давления плазменных струй с металлическими компонентами, без них, а также давления холодных газовых струй при формировании плазменного покрытия. Приведены состав материалов и параметры режима их распыления, а также данные для расчета величины напорного давления в пятне нагрева подложки.

Аппарат ручной дуговой сварки Focus Stick 160E PFC

Однофазный аппарат Focus Stick 160E PFC для ручной дуговой сварки покрытым электродом (ММА) и аргонодуговой сварки (TIG) с вентильной горелкой используют при монтажных и ремонтных работах для выполнения прихваточных швов.

Аппарат имеет следующие встроенные функции.

Горячий пуск помогает установить дугу в начале сварки покрытым электродом. При этом уве-



Техническая характеристика

| | |
|---|---|
| Напряжение сети $\pm 15\%$, В | 1×230 – 40 / +10% |
| Предохранитель, А | 16 |
| Диапазон регулирования силы тока, А | 20–160 |
| Рабочий цикл при температуре | |
| 40 °С | 100 А — 100% / 120 А — 60% / 160 А — 30% |
| 20 °С | 120 А — 100% / 150 А — 60% / 160 А — 35% |
| Напряжение холостого хода, В | 70 |
| Номинальная потребляемая мощность (максимальная), кВт·А | 3,2 (5,6) |
| Диаметр электрода, мм | 1,6–3,25 |
| Габаритные размеры (В×Ш×Д), мм | 230×150×410 |
| Масса, кг | 7,8 |
| Класс защиты | IP23 (S) |

личивается сила сварочного тока сверх выставленного его значения. Это позволяет улучшить условия зажигания дуги и обеспечивает более быструю и качественную сварку.

Динамический контроль дуги обеспечивает после установления дуги и образования сварочной ванны поддержание стабильное устойчивое горение, что дает более равномерное сварное соединение. Компенсация реактивной мощности (PFC) снижает нагрузку на сеть, позволяет работать с предохранителем на 16 А.

● #773

Промышленная группа «Дюкон» (Россия)

MEPS: Мировые цены на сталь будут расти следующие три года

Провожая 2013 г., аналитики британского консультативного агентства MEPS пообещали, что он станет «низшей точкой» нового цикла роста мировых цен на сталь. Стабильное улучшение экономического климата в странах с развитой экономикой и анонсированные МВФ радужные перспективы роста мировой экономики в целом обеспечат стабильный спрос на металлопрокат.

Несмотря на сокращение инвестиций в сталеплавильное производство, потребление железорудного сырья будет оставаться на высоком уровне, что гарантирует стабильно высокие цены на это сырье. Однако цена на железную руду может немного «просесть» из-за ожидаемого в следующем году резкого увеличения ее производства в Австралии и Бразилии.

В то же время цены на кокс будут уверенно повышаться, а на металлолом станут расти быстрее, чем когда-либо. Максимум цен на металлургические «входные» компоненты будет достигнут в 2017–2018 гг.

В MEPS уверены, что вышеперечисленные факторы позволят металлургическим компаниям уве-



ренно поднимать цены на сталь до 2016 г. включительно, невзирая на наличие огромного количества «лишних» мощностей. Кроме того, по мнению MEPS, любые сталелитейные заводы, даже если они и создают излишки стали, одновременно с этим потребляют такое же количество руды, что обеспечивает стабильные цены.

● #774

www.rusmet.ru

Инновационные решения в сфере защиты технологического оборудования от газообразного изнашивания с применением биметаллических листов SWIP®

24 января 2014 г. в городе Кривой Рог компания «Стил Ворк» совместно с Академией горных наук Украины и институтом электросварки им. Е. О. Патона НАНУ представили инновационные решения по защите технологического оборудования от газообразного изнашивания с применением биметаллических листов SWIP®.

В презентации приняли участие более 70 гостей: представители металлургических и коксохимических предприятий, горно-обогатительных комбинатов и теплоэлектростанций Украины и России, а также представители ведущих научно-исследовательских и проектных институтов и организаций.

Были заслушаны доклады представитель Института электросварки им. Е. О. Патона, Академии горных наук Украины, ГП «Укрспромес» и ГП «Гипрококс», которые ознакомили участников с особенностями газообразного изнашивания, его видами, последствиями воздействия, а также предо-

ставили рекомендации по снижению негативных последствий данного вида изнашивания с использованием передовых технологий и последних разработок. Представители ООО «Стил Ворк» ознакомили присутствующих с основными видами деятельности компании, а также поделились опытом защиты технологического оборудования от газообразного изнашивания с использованием биметаллических листов SWIP®.

В завершение презентации все участники имели возможность посетить завод «Стил Ворк», ознакомиться с производственными мощностями, основным технологическим оборудованием, а также образцами готовой продукции, изготовленной из биметаллических листов, для различных видов промышленности. Особый интерес гостей вызвал экспериментальный образец сварного ротора нагнетателя Н7500 (экспаустера), изготовленный на заводе «Стил Ворк».

Презентация вызвала широкий интерес в научных и производственных кругах, который обязательно перерастет в дальнейшее плодотворное сотрудничество.

● #775



Новый председатель CISA считает, что эра быстрого роста в китайской металлургии завершилась

В 2014 г. темпы роста производства углеродистой стали в Китае замедлятся до 3,1% и достигнут 810 млн т. Такой прогноз озвучил Су Леян (Xu Lejiang), новый председатель China Iron and Steel Association (CISA).

Объем выплавляемой в Китае стали составляет больше половины мирового производства за счет стремительного роста экономики Поднебесной. Однако официальный Пекин намерен закрыть избыточные мощности в отрасли для сокращения зависимости страны от тяжелой индустрии.

Согласно данным Национального бюро статистики КНР, за 11 месяцев 2013 г. китайские металлургии выплавляли 712,9 млн т стали, превысив годовой объем на 7,8%. Но,

по словам нового главы CISA, эра быстрого роста в китайской сталелитейной отрасли уже завершилась, оставив после себя такие, например, проблемы, как перепроизводство.

«По мере стабильного роста урбанизации страны спрос на металлопродукцию будет понемногу увеличиваться, и мы ожидаем, что в 2014 г. производство стали достигнет 810 млн т, а видимое потребление — до 750 млн т, — сказал Су Леян. — Но ситуация с перепроизводством вряд ли сильно изменится в связи с продолжающимся избытком мощностей, замедлением роста инвестиций и спроса на готовую металлопродукцию», — подчеркнул он.

Напомним, что Су Леян также занимает пост председателя правления ведущего сталепроизводителя страны Baoshan Iron and Steel Group, материнской компании Baosteel.

● #776

www.metalinfo.ru



Основы разработки технологии сварки плавлением

2. Приемы сварки*

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

Ранее уже отмечалось, что в общем виде технологию сварки можно представить как совокупность способов и приемов, используемых для получения сварного соединения. Решение вопросов свариваемости конкретного материала, обеспечение требуемого качества швов и соединений различных видов сварных конструкций при достаточной производительности, является главной задачей технологии сварки.

Технология сварки, как и многие другие технологии обработки материалов, оперирует с энергией, веществом, защитной средой, электродными, присадочными материалами и др., а также информацией. Именно посредством воздействия и взаимодействия потоков энергии, вещества и информации происходит преобразование предмета обработки. При этом поток энергии взаимодействует с потоком вещества и предметом обработки, а непрерывный информационный обмен осуществляется между всеми участниками процесса.

Выбранный способ сварки предопределяет вид и количество энергии и вещества, которые могут участвовать в образовании сварного соединения, поступая по определенному алгоритму или программе в рабочую зону. Для дополнительного воздействия на процессы образования сварного соединения используют различные технологические приемы сварки.

В зависимости от назначения можно выделить две группы приемов сварки:

- регулирование тепловложения в свариваемое изделие и его напряженно-деформированного состояния;
- обеспечение формирования и качества швов.

Приведенное разделение приемов на две группы является условным, так как зачастую один и тот же прием оказывает

комплексное влияние на процесс сварки и образование сварного соединения.

2.1. Приемы, используемые для регулирования тепловложения в свариваемое изделие и его напряженно-деформированного состояния. Способы сварки плавлением базируются на локальном действии источника нагрева на свариваемый металл в зоне сварного соединения. Происходит это под влиянием термического цикла. Термический цикл влияет на общую ширину зоны термического влияния (ЗТВ), отдельные ее структурные составляющие и в целом определяет механические свойства сварных соединений.

Деформационный цикл сварки является следствием воздействия термического цикла, под влиянием которого возникают остаточные напряжения и деформации. Деформационный цикл заметно влияет на свойства отдельных зон сварного соединения. Поэтому при сварке многих металлов и сплавов возникает необходимость регулирования тепловложения в свариваемое изделие. Тепловложение определяется мощностью и распределенностью (концентрацией мощности) источника нагрева.

В различных технологиях сварки тепловое воздействие на металл изменяется в широких пределах как в части мощности и распределенности источников, так и в отношении их перемещения и времени действия. При этом существенно изменяется характер распределения температуры в свариваемых изделиях, скорость их нагрева и охлаждения, течение термомеханических процессов.

При сварке желательнее нагревать и расплавлять лишь минимальное количество металла, необходимое для образования соединений. Избыточное количество нагретого и расплавленного металла не только вы-

* Продолжение.
Начало в
№ 1–6–2013,
№ 1, 2–2014.

зывает излишний расход энергии, но и расширяет зону структурных превращений в металле, увеличивает степень деформаций в изделии при сварке и приводит к другим нежелательным последствиям.

В рамках выбранного способа сварки тепловложение регулируют путем изменения базовых параметров режима сварки, оптимизируя значение погонной энергии или поперечное сечение отдельных проходов. Если возможности оптимизации режима конкретного способа сварки (дуговой – ДС, плазменной – ПС, лазерной – ЛС, электронно-лучевой – ЭЛС, газовой – ГС и термитной – ТС) ограничены или исчерпаны, а желаемый уровень тепловложения не обеспечивается, то прибегают к дополнительным приемам, позволяющим его регулировать (табл. 4).

Приемы П4-П6 особенно широко используют при ручной дуговой сварке плавящимся электродом (рис. 20). Сварка от середины к краям (прием П4) и особенно обратноступенчато, а также сварка с помощью приема П5 существенно уменьшают остаточные деформации сварных соединений. Снижению скорости охлаждения металла при сварке способствует сварка каскадом (прием П6), когда каждый последующий слой перекрывает весь предыдущий или его часть (рис. 20, д).

Сварку секциями (рис. 20, е, ж) рекомендуют при выполнении протяжных многослойных швов на металле толщиной более 20 мм и особенно на сталях, склонных к образованию холодных трещин.

При ручной и механизированной дуговой сварке низколегированных сталей толщиной 40–300 мм с $\sigma_b \leq 700$ МПа используют прием П7, так называемую сварку поперечной «горкой» (СПГ) (рис. 21). В этом случае происходит автоподогрев наплавленного металла в районе горки и прилегающего основного металла до 300–650 °С.

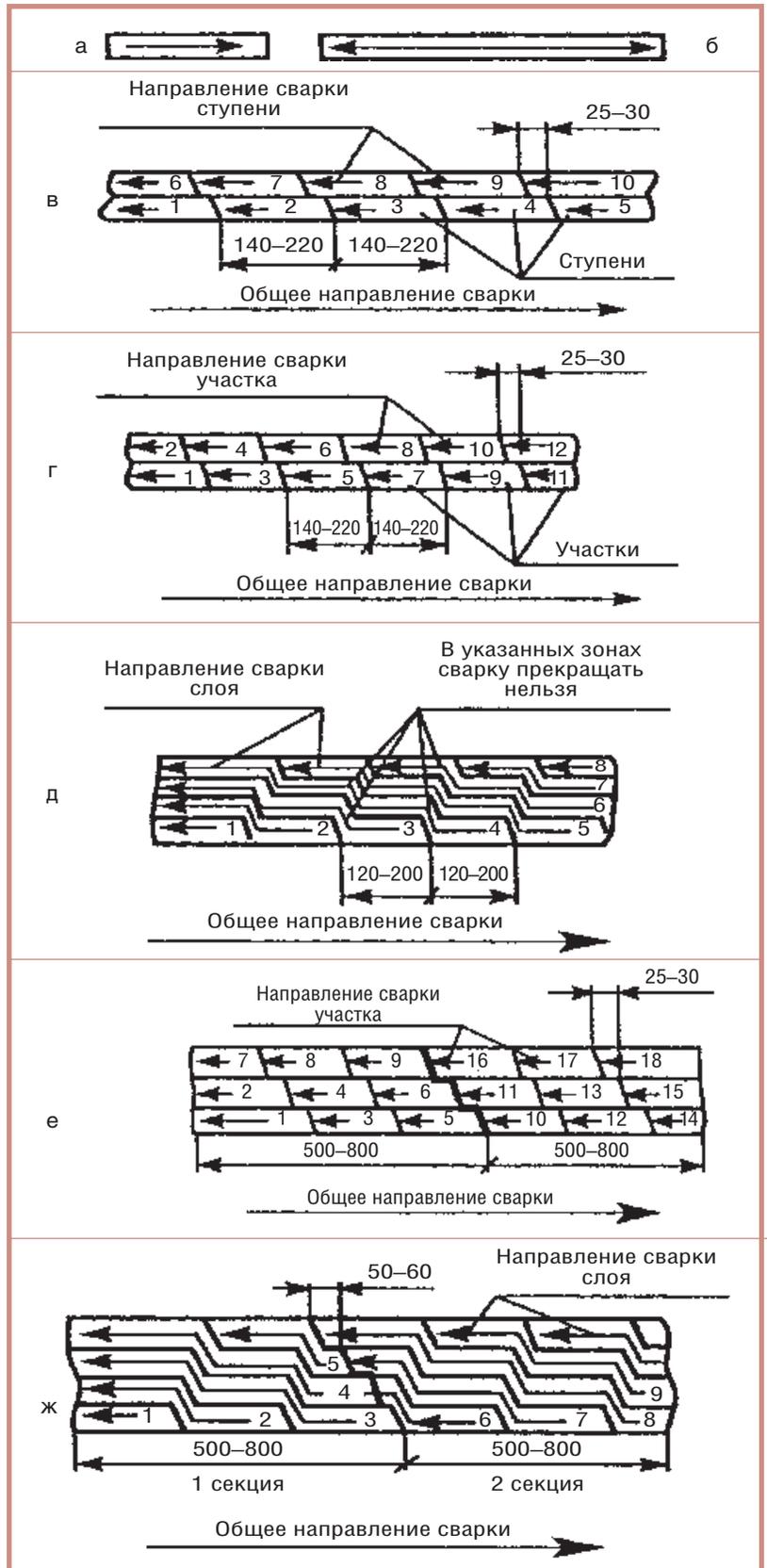


Рис. 20. Приемы выполнения швов ручной и механизированной дуговой сваркой: а — на проход; б — от середины к краям; в-обратно-ступенчатый; г — двойным слоем; д — каскадом; е — секциями двойным слоем; ж — секциями каскадом. Цифрами обозначена последовательность сварки каждой ступени (участка, слоя)

Таблица 4. Основные приемы, используемые для регулирования тепловложения в свариваемое изделие и его напряженно-деформированного состояния

| Обозначение приема | Наименование приема | Способ сварки, в котором используют прием, и достигаемый эффект |
|--------------------|--|--|
| П1 | Применение прерывистых и точечных швов | ДС, ПС, ЛС, ЭЛС, ГС Снижение остаточных деформаций. Повышение производительности сварки |
| П2 | Уменьшение катета углового шва за счет использования более прочной электродной проволоки | ДС Снижение остаточных деформаций |
| П3 | Изменение ширины зазора между стыкуемыми кромками и площади разделки | ДС, ЭШС Регулирование термического цикла и производительности сварки |
| П4 | Выполнение швов от середины к краям | ДС, ПС, ГС Уменьшение остаточных деформаций |
| П5 | Выполнение швов обратноступенчатым способом и двойным слоем | ДС, ГС Уменьшение остаточных деформаций |
| П6 | Сварка швов каскадом и секциями | ДС Снижение скорости охлаждения металла шва |
| П7 | Сварка поперечной горкой | ДС Снижение скорости охлаждения шва, обеспечение автоподогрева, повышение производительности |
| П8 | Сварка порционно-дискретным формированием металла шва | ДС Управление кристаллизацией металла шва и термодформационным циклом |
| П9 | Рациональная последовательность выполнения швов сварной конструкции | ДС, ПС, ЛС, ЭЛС, ГС Уменьшение остаточных деформаций |
| П10 | Сварка несколькими последовательно расположенными источниками нагрева в отдельные ванны | ДС, ПС, ЛС, ЭЛС Наличие автоподогрева, возможность регулирования в широких пределах термического цикла, повышение стойкости металла шва к образованию горячих трещин, уменьшение опасности образования холодных трещин в ЗТВ, повышение пластических характеристик сварного соединения и производительности |
| П11 | Сварка с предварительным и сопутствующим подогревом | ДС, ЛС, ГС, ЭШС Регулирование термодформационных циклов, улучшение микроструктуры металла ЗТВ, удаление диффузионного водорода, улучшение свариваемости различных марок сталей, медных и алюминиевых сплавов |
| П12 | Сварка с дополнительным охлаждением | ДС, ГС, ЭШС Уменьшение остаточных деформаций и перемещений элементов сварных конструкций. Регулирование термодформационных циклов |
| П13 | Статическое растяжение свариваемых элементов в процессе сварки | ДС, ПС, ЛС, ГС Уменьшение остаточных деформаций и перемещений |
| П14 | Статический изгиб свариваемых элементов в процессе сварки | ДС, ПС, ЛС, ГС Уменьшение остаточных деформаций и перемещений |
| П15 | Вибронагружение изделия в процессе сварки | ДС, ГС Снижение остаточных напряжений. Улучшение структуры металла шва и механических свойств |
| П16 | Комбинация статического растяжения и вибронагружения свариваемых элементов | ДС, ГС Уменьшение остаточных деформаций и перемещений. Улучшение структуры металла шва и механических свойств |
| П17 | Низкочастотная механическая проковка сварных швов в процессе сварки | ДС, ГС Регулирование напряженно-деформированного состояния. Улучшение механических свойств и служебных характеристик |
| П18 | Высокочастотная (ультразвуковая) механическая обработка сварных швов в процессе сварки | ДС, ГС Регулирование напряженно-деформированного состояния и улучшение служебных характеристик |
| П19 | Прокатка сварных швов в процессе сварки | ДС, ГС Снижение деформаций, повышение качества сварных соединений |
| П20 | Сварка с низкочастотными колебаниями источника нагрева | ДС, ГС, ЭШС Регулирование тепловложения |
| П21 | Сварка с остановкой источника нагрева в определенных зонах сварочной ванны | ДС, ГС, ЭШС Регулирование тепловложения |

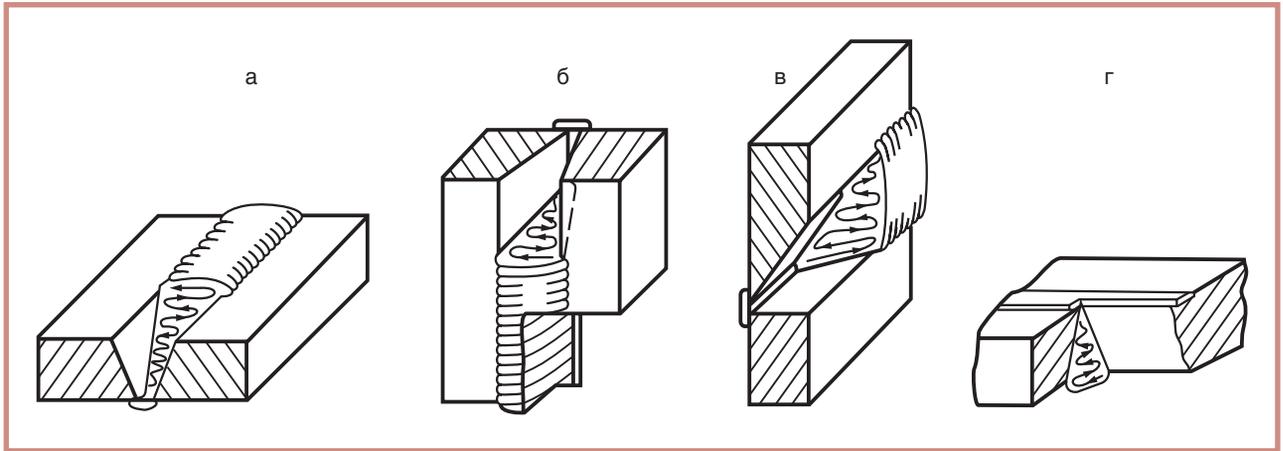


Рис. 21. Прием сварки поперечной «горкой» в нижнем (а), вертикальном (б), горизонтальном (в) и потолочном (г) положениях

При СПГ каждый последующий валик нагревает (более 900 °С) предыдущий, еще горячий с не удаленным шлаком. Такой нагрев сильно замедляет кристаллизацию и рекристаллизационный распад аустенита с приближением его к изотермическому. Металл сварного соединения без последующей обработки отличается повышенной прочностью, пластичностью и вязкостью. Существенно снижаются угловые деформации.

Для управления кристаллизацией металла шва и термомеханическим циклом при автоматической дуговой сварке предложен прием П8 порционно-дискретного формирования шва (рис. 22). В этом случае сварной шов формируют по длине или по высоте из отдельных взаимно перекрывающихся друг друга элементарных объемов металла (протяженность 1,0–1,5 см, масса 2–5 г). Очередной элементарный участок шва выполняют после кристаллизации и охлаждения предыдущего до температур, которые на 300–450 °С ниже, чем нижние значения температур интервала кристаллизации металла шва.

Наибольший интерес представляют следующие варианты формирования шва с использованием приема П8:

- формирование отдельных элементарных объемов без перемещения горячей дуги и электрода вдоль шва в периоды, когда дуга не горит (рис. 22, а);
- образование элементарных объемов при периодическом перемещении дуги вдоль шва, чередующихся с паузами, когда дуга не горит и электрод не перемещается (рис. 22, б);

- формирование элементарных объемов сварного шва по высоте из двух минислоев, при этом очередной такой слой также получают после кристаллизации предыдущего (рис. 22, в, г).

Сварку с дискретным формированием шва выполняют с газовой защитой или под флюсом. Продолжительность периодов горения дуги (импульсов) $t_{и}$ составляет 0,5–5,0 с, а продолжительность пауз $t_{п}$ между смежными периодами горения дуги 0,5–10,0 с.

Дискретное формирование швов за счет порционного тепловложения позволяет:

- измельчать первичную структуру при кристаллизации металла шва;

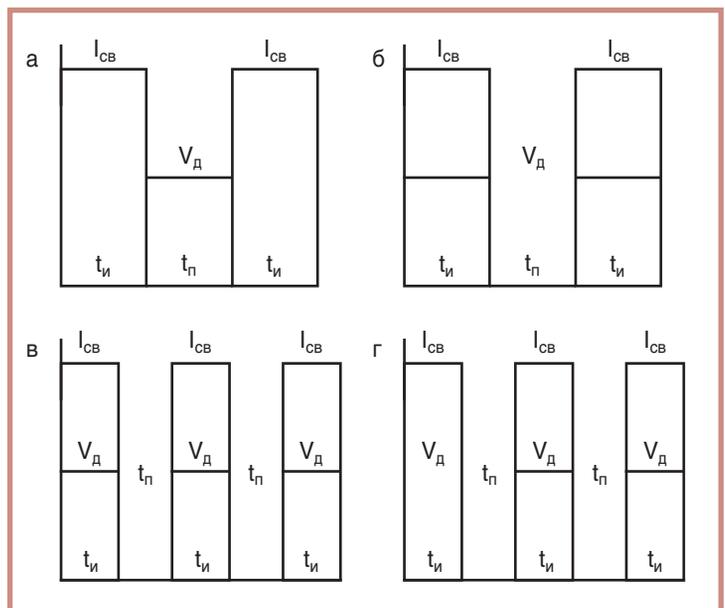


Рис. 22. Характерные циклограммы приема П8 сварки ($V_{д}$, $V_{э}$ — скорости перемещения дуги и электрода; $t_{и}$, $t_{п}$ — время импульса и паузы соответственно)

- изменять характер роста кристаллов;
- измельчать вторичную структуру шва и ЗТВ;
- повышать стойкость швов против образования горячих трещин даже при сварке на повышенных токах;
- повышать механические свойства сварных соединений.

Решение о рациональной последовательности выполнения швов (прием П9) принимает разработчик технологии сварки конкретной металлоконструкции на основе анализа ее конструктивно-технологических характеристик. Так, при сварке двутавровой балки в первую очередь сваривают стыковые швы стенки и поясов, а затем уже приваривают пояса к стенке угловыми швами. Если сварная двутавровая балка имеет ребра жесткости, то их приваривают к стенке до приварки стенки к поясам.

При сварке рамных решетчатых и других конструкций первоначально сваривают поперечные швы, соединяющие листы отдельных полос, а затем уже продольные соединяют между собой.

Задача рациональной последовательности выполнения швов объемных металлоконструкций различного типа решается проще при роботизированной сварке.

Сварка несколькими раздвинутыми однородными или разнородными источниками нагрева является весьма эффективным приемом (П10), но требует соответствующего оборудования. Наиболее распространена в варианте двухдуговой сварки.

Сварка с предварительным или сопутствующим подогревом (прием П11) является весьма энергозатратным приемом, который используют в том случае, когда более простые решения не дают эффекта.

Охлаждение тонколистовых изделий в процессе сварки (прием П12) осуществляют подачей воды, обдувом газо-водяной смесью, применением охлаждающих подкладок и накладок в зажимных приспособлениях, теплоотводящих паст и др. В ряде случаев это один из основных приемов, позволяющих избежать остаточных деформаций с относительно небольшими затратами.

Приемы П13–П16 могут быть использованы при наличии специального оборудования, требующего достаточно больших капитальных затрат.

Что касается приема П17, он может быть реализован с помощью недорогого оборудования. Как правило, это пневматический или электромеханический молоток с соответствующим бойком. Проковку сварных соединений различных марок сталей с целью снижения остаточных сварочных напряжений можно проводить по горячему металлу сразу после сварки (температура не менее 450 °С) или после его остывания (температура 150 °С). При многослойной сварке проковку осуществляют послойно, за исключением первого слоя из-за опасности образования в нем трещин. Энергия удара бойка обычно составляет 6–16 Дж, а частота 1600–3500 ударов в минуту. Эффективность обработки увеличивается с ростом частоты ударов.

В последние годы используют проковку сварных соединений с помощью ультразвукового ударного инструмента (прием П18). Ультразвуковые колебания возбуждают специальным генератором с выходной мощностью 1 кВт и рабочей частотой 21–27 кГц.

В процессе выполнения многослойного шва производят послойную проковку с целью снижения в 3–4 раза остаточных сварочных напряжений.

Эффективным приемом, позволяющим снизить остаточные напряжения и деформации и, соответственно, повысить работоспособность металлоконструкции, является прокатка еще не остывших сварных соединений (П19). Такой прием может быть использован при изготовлении тонкостенных изделий простой геометрической формы (обечайки, плоские конструкции и др.). Поскольку сварное соединение остывает быстро, цикл сварки и прокатки жестко синхронизирован. Применяемое оборудование достаточно громоздко.

При ручной и механизированной дуговой, газовой и электрошлаковой сварке для регулирования тепловложения в свариваемое изделие широко используют низкочастотные колебания источника нагрева (прием П20). В ряде случаев в процессе колебаний осуществляют остановки источника нагрева (П21), что позволяет локально регулировать термический цикл в различных зонах сварного соединения.

● #777

Продолжение в следующих номерах журнала

THE LINDE GROUP

Linde

Linde Gas — 20 лет успеха в России!

Компания **Linde Gas** – признанный эксперт в мире промышленных, пищевых и медицинских газов. Мы не только обеспечиваем своих клиентов более чем в 100 странах мира широким ассортиментом газов, но и предлагаем большой спектр услуг, оборудования и технологий ноу-хау для того, чтобы помочь нашим партнерам сделать бизнес более прибыльным, эффективным и экологичным.

Мы предлагаем решения для повышения эффективности производства в следующих направлениях:

- **Дуговая сварка.** Защитные газовые смеси CORGON®, CORNIGON®, VARIGON® для всего спектра применения электродуговой сварки.
- **Кислородные технологии.** Кислородная резка, подогрев, горячая штамповка, правка газовым пламенем и пайка твердым припоем для различных процессов.
- **Лазерные технологии.** Газовые смеси высокой чистоты LASERMIX® и концепция LASERLINE® по выбору продуктов и услуг для промышленных лазерных процессов гарантируют высокое качество и конкурентные решения.

В России Линде Газ Рус имеет сеть представительств, контакты которых можно найти на нашем сайте в разделе **Контакты/Пункты продажи газов**.

Linde Gas – идеи становятся решениями.

www.linde-gas.ru
Тел. (495) 212 04 61

Сварочные колонны в автоматизации производства

А. С. Бабайлов, ООО «ДельтаСвар» (Екатеринбург)

Автоматическая сварка в последнее время становится все более популярной и востребованной. С ее помощью изготавливают обечайки, карты, шибберные задвижки, балки и конструкции коробчатого сечения для различных отраслей промышленности. Одна из главных задач автоматизации производства — поиск универсального решения с применением передовых технологий, позволяющих минимизировать время на подготовительные операции перед сваркой. Важным направлением в развитии автоматической сварки является применение комплексов с использованием автоматических сварочных колонн. Как с их помощью при оптимальном соотношении цена-качество добиться эффективного выполнения производственной задачи, рассказывает ведущий инженер по автоматике и робототехнике ООО «ДельтаСвар» А. С. Бабайлов.

Сварочные колонны могут устанавливаться стационарно или перемещаться по рельсовому пути. Типоразмеры колонны подбирают в зависимости от производственного задания. Они могут быть стандартными с габаритами 1×1 м, 2×2 м, 3×3 м, 4×4 м, а могут быть изготовлены под индивидуальные требования заказчика.

В зависимости от способа сварки на колонне можно разместить различное сварочное оборудование: головку для сварки в защитном газе, для сварки под флюсом, ав-

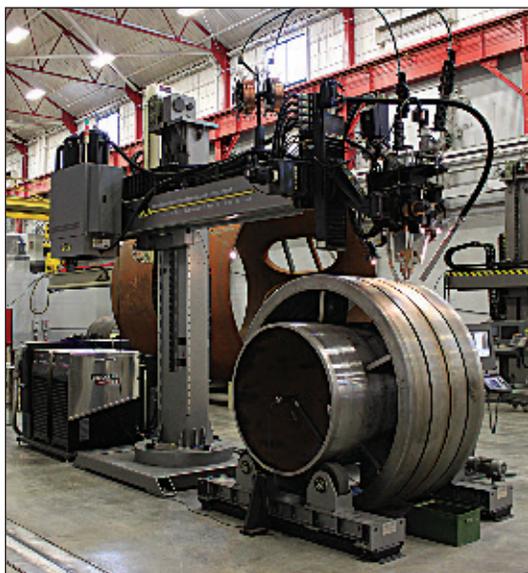
томатическую аргонодуговую головку, головку для плазменной сварки, головку для сварки в узкощелевую разделку.

Грузоподъемность колонны зависит от предъявляемых требований и возможностей заказчика. Важную роль при определении грузоподъемности играет количество одновременно работающих сварочных головок, вид сварки, который будет применяться в процессе производства: механизированная сварка в среде защитных газов, сварка неплавящимся электродом, сварка под флюсом, а также комбинированные способы сварки.

Для удобства работы на колонне применяют системы видеонаблюдения и различные системы слежения (тактильные, лазерные). Применение тактильных систем слежения позволяет оператору вне зоны сварки контролировать процесс как в ручном, так и в автоматическом режиме. Не менее востребованная система слежения — лазерная. Ее преимущество состоит в том, что весь процесс выполняется путем посылы сигнала от датчика к изделию. Это позволяет сваривать более сложные конструктивные элементы, а также сканировать разделку и производить раскладку валиков при многопроходной сварке. Для сварки неплавящимся электродом применяется система слежения по напряжению дуги.

Системы слежения могут обрабатывать положение сварочной головки с помощью механизированных слайдеров, либо система слежения интегрируется в сварочную колонну. Это особо актуально при небольшой грузоподъемности колонны или если необходимо применить компактные сварочные головки. На сегодняшний день точность позиционирования сварочного инструмента с помощью систем слежения составляет до 0,2 мм.

Система видеонаблюдения позволяет оператору контролировать сварочный процесс, находясь на значительном расстоянии от зоны сварки.





В зависимости от производственных задач компания «ДельтаСвар» может укомплектовать сварочную колонну источниками питания постоянного или переменного тока таких известных марок, как Lincoln Electric, EWM, обеспечивая при этом необходимую вольт-амперную характеристику с плавной регулировкой по току и напряжению. Электронная и термостатическая защита от перегрева и электрической перегрузки, пыле- и влагозащищенность силовой, электрической части обеспечивают бесперебойность работы в производственных условиях.

Конструктивные особенности колонны позволяют использовать ее на нескольких постах одновременно, когда на одной позиции выполняется сварка, на другой — идет подготовка к сварке, что уменьшает время на подготовительно-заключительные операции. В зависимости от поставленных задач сварочные посты комплектуют различными видами роликоопор, вращателей, манипуляторов, кантователей, различных по типу исполнения и грузоподъемности.

Большим спросом на рынке пользуются установки для сварки под флюсом, способные выполнять сварку большой номенклатуры изделий, отличающихся как по геометрии и размерам (обечайки, балки, листы), так и по расположению сварных швов (продольные, кольцевые). Как правило, одна установка должна выполнять сварку внутренних и наружных швов без переустановки изделий. Специально спроектированные сварочные головки и механизмы подачи проволоки и флюса позволяют вести сварку внутри изделий с диаметром прохода от 400 мм, а также сварку и наплавку с предварительным и сопутствующим подогревом до 300 °С. Существуют головки для сварки в стандарт-

ную или узкощелевую разделку, для наплавки сварочной проволокой и лентой. Применяемые высоковакуумные системы рециркуляции позволяют собирать отработанный флюс для повторного использования.

ООО «ДельтаСвар» разработает для Вас автоматический сварочный комплекс, подберет технологию сварки, проведет обучение Ваших специалистов. Для каждого клиента мы разрабатываем индивидуальную технологию, подбираем необходимое оборудование, дополнительные принадлежности, расходные материалы. Мы берем на себя поставку, монтаж техники и пуско-наладочные работы. Гарантия качества поставляемой продукции является одним из неотъемлемых атрибутов нашей деятельности. Высокий профессиональный уровень наших специалистов, накопленный опыт работы в области сварочных технологий позволяют предоставлять клиенту оптимальное решение технической задачи.

● #778

Публикуется на правах рекламы



ООО «ДельтаСвар»
620141, г. Екатеринбург, ул. Завокзальная, д. 29
тел.: +7 (343) 384-71-72 (мн.к.), ф.: +7 (343) 287-41-52
E-mail: info@deltasvar.ru www.DeltaSVAR.ru

Сравнение автоматизированной плазменной и кислородной резки на машинах с ЧПУ низкоуглеродистых и низколегированных сталей малой толщины

С.Л. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко, А.И. Коровченко, В.А. Олейник, Т.Б. Золотопупова, ПАО «НКМЗ» (Краматорск)

Перед специалистами бюро газопламенной обработки металлов ПАО НКМЗ была поставлена задача: сравнить процесс плазменной и кислородной резки на машинах с ЧПУ низколегированных и низкоуглеродистых сталей толщиной менее 5 мм, а также повысить качество вырезаемых заготовок.

При анализе существующих технологических процессов было установлено, что из-за сравнительно небольшой скорости кислородной резки заготовок из низколегированных и низкоуглеродистых сталей толщиной до 5 мм происходит оплавление верхней кромки реза, деформация листа и увеличение зоны термического влияния (прилегающий к кромке металл подвергается тепловому воздействию). В результате на некоторой глубине от поверхности реза происходят металлургические изменения, влекущие за собой изменение свойств металла, — это снижение прочности и пластичности. При кислородной резке снизу листа образуются наплывы расплавленного металла, которые требуют последующего удаления и зачистки.

В данной статье рассматривается возможность замены кислородной резки низколегированных и низкоуглеродистых марок сталей малых толщин на плазменную.

Одним из основных параметров, влияющих на процесс резки, ее стоимость и качество вырезаемых заготовок, является плазмообразующая среда. Изменение ее качественного состава позволяет существенно изменять основные технологические показатели процесса и, в первую очередь, скорость и качество резки.

Состав плазмообразующей среды дает возможность регулировать ширину реза и скорость резки, а также создавать наиболее благоприятные условия для удаления рас-

плавленного металла из полости реза, тем самым позволяет предотвращать образование грат на нижних кромках разрезаемого листа или легко его удалять. Состав плазмообразующей среды сильно влияет на физико-химические процессы на поверхности реза, от него также зависят степень и глубина насыщения стенок реза различными газами.

При плазменной резке к рабочим средам предъявляют следующие требования:

- обеспечение надежного зажигания дуги и ее стабилизации;
- эффективное преобразование электрической энергии в тепловую и передача ее разрезаемому металлу;
- обеспечение стойкости рабочего электрода;
- надлежащее качество поверхности реза;
- экономичность и доступность смеси, безопасность ее применения.

Основные газы, применяемые для плазменной резки, — азот, аргон, водород, воздух, гелий и кислород. Исследования показали, что однокомпонентные плазмообразующие среды нецелесообразно использовать при плазменной резке.

Азот в качестве самостоятельной плазмообразующей среды можно использовать только в тех ситуациях, когда скорость и качество резки не играют существенной роли. Аргон не применяют из-за плохих режущих свойств дуги и относительно высокой стоимости. Гелий — дорогой газ. Кислород с трудом обеспечивает длительную работу катода. Водород дает весьма низкую стойкость сопла плазмотрона. Воздух требует применения дополнительного оборудования для очистки.

Использование двухкомпонентных плазмообразующих смесей обосновано тем, что

подбор соответствующих компонентов и их соотношения в смеси обеспечивает оптимальные параметры дуги как с энергетической точки зрения, так и с точки зрения стабильности горения дуги.

Основным компонентом смеси должен быть газ, обеспечивающий высокие энергетические характеристики дуги, второй компонент выполняет функции стабилизации и обеспечения надежной работы плазмотрона. Рекомендации относительно целесообразности применения некоторых плазмообразующих смесей при резке низкоуглеродистых и низколегированных сталей приведены ниже:

Плазмообразующая среда **Целесообразность применения**

- Аргон с водородом Не рекомендуется
- Азот с воздухом Используется
- Азот с аргонном Не рекомендуется
- Азот с кислородом Используется
- Азот с водородом Используется

Водородсодержащие плазмообразующие смеси обеспечивают максимальную эффективность преобразования электрической энергии в тепловую и передачу последней разрезаемому металлу.

В связи с тем, что водород и азот, помимо защитного действия, повышают тепловую эффектив-

ность процесса резки, являясь хорошими теплоносителями, было решено использовать данную смесь в качестве плазмообразующего газа и проводить с ней последующие эксперименты.

В водородо-азотных смесях с увеличением расхода (или содержания в смеси) водорода скорость резки увеличивается, но высокое его содержание приводит к увеличению ширины реза. Поэтому содержание водорода в смесях составляет от 15 до 50%.

На рис. 1 показана поверхность заготовок, полученная при резке низкоуглеродистой стали плазменной (в смеси водород-азот) и кислородной резкой.

Основным достоинством плазменной резки является скорость, превосходящая при малой толщине металла скорость кислородной резки в несколько раз. Кроме того, при резке на больших скоростях зона термического влияния значительно уменьшается.

На рис. 2 изображена диаграмма сравнения скоростей плазменной и кислородной резки при различной толщине разрезаемого металла. Видно,

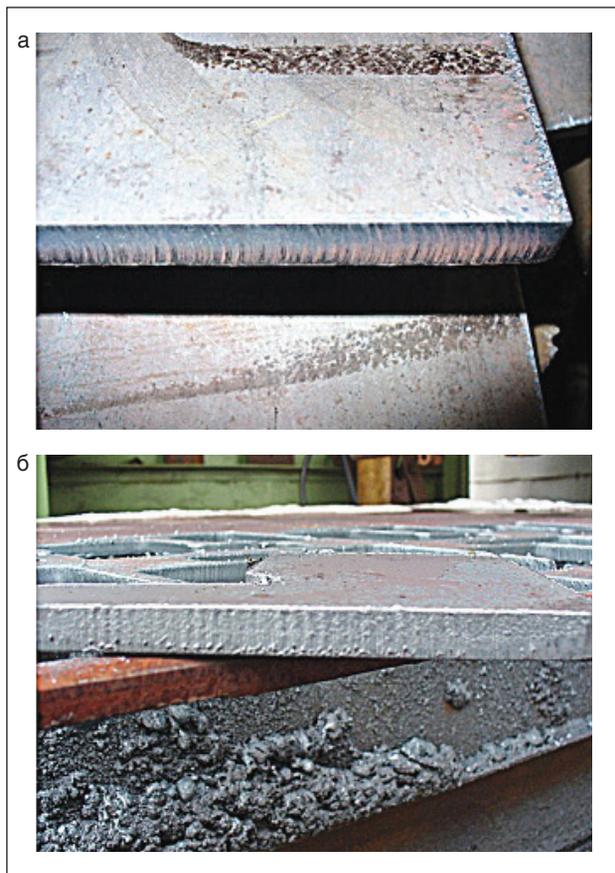


Рис. 1. Качество реза низкоуглеродистой стали: а — плазменная резка; б — кислородная резка

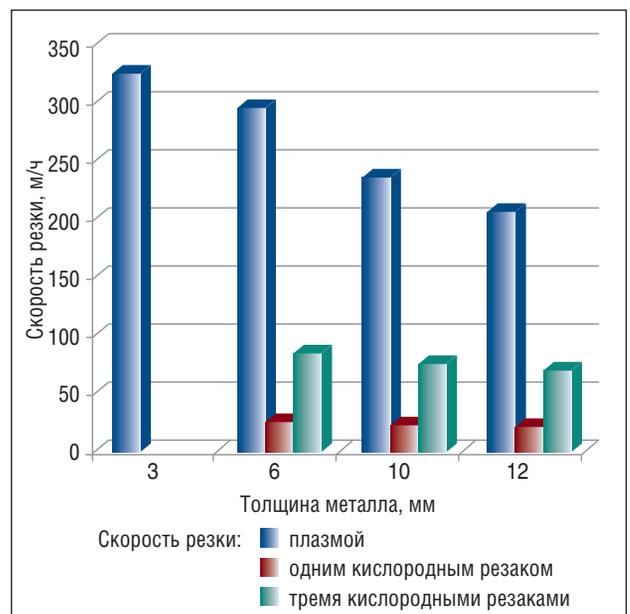


Рис. 2. Диаграмма сравнения скоростей плазменной и кислородной резки при различной толщине разрезаемого металла

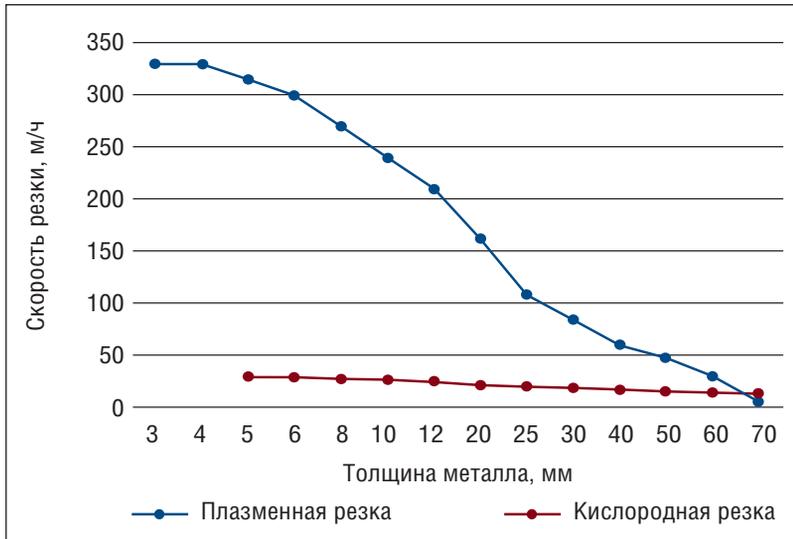


Рис. 3. График зависимости скорости резки от толщины металла

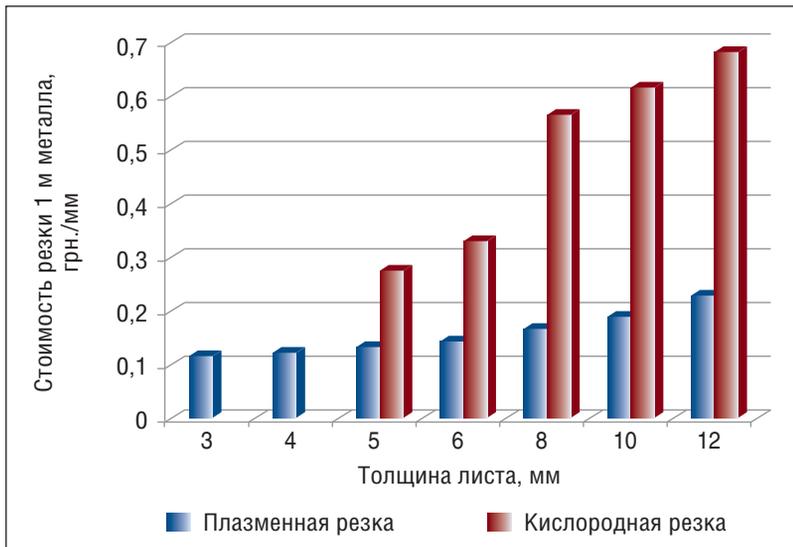


Рис. 4. Диаграмма сравнения стоимости резки 1 м низкоуглеродистой стали плазменным и кислородным способом

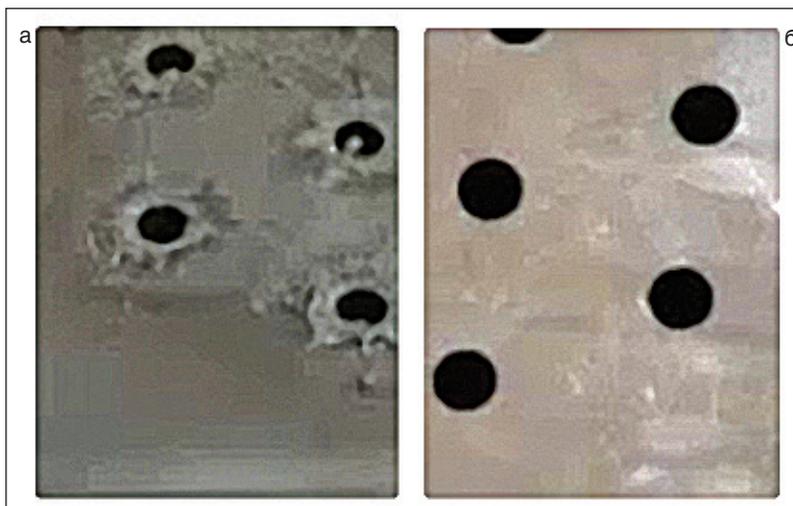


Рис. 5. Сравнительное качество резки (без зачистки): а — кислородной; б — плазменной

что даже при использовании трех кислородных резаков одновременно скорость вырезания заготовок плазменной резкой значительно выше, чем скорость кислородной. Для толщины металла 3–4 мм данные по кислородной резке не приводятся в связи с нецелесообразностью ее применения для данной толщины.

Исследования показывают, что увеличение толщины разрезаемого листа (при условии постоянной силы тока) приводит к некоторому увеличению ширины реза. Это, в свою очередь, влечет за собой увеличение теплового потока в металл разрезаемого листа. В результате совместного действия обоих факторов с увеличением толщины листа скорость резки падает.

В связи этим при резке заготовок толщиной более 65 мм для низкоуглеродистых и низколегированных сталей продуктивнее использовать кислородную резку (рис. 3).

Увеличение скорости при использовании плазменной резки (плазмообразующий газ — водород-азот) по сравнению со скоростью кислородной позволит значительно сократить затраты на резку (рис. 4).

Еще одним преимуществом плазменной резки является возможность вырезать отверстия меньшего диаметра, чем диаметр отверстия при кислородной. Качество резки при этом значительно выше (рис. 5).

Таким образом, плазменная резка низкоуглеродистых и низколегированных сталей малой толщины имеет следующие преимущества перед кислородной резкой:

- более высокие скорости резки;
- более высокое качество поверхности реза;
- меньшая зона термического влияния;
- меньшая ширина реза;
- экономия энергоресурсов (кислорода и природного газа);
- возможность вырезать отверстия меньших диаметров.

● #779

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

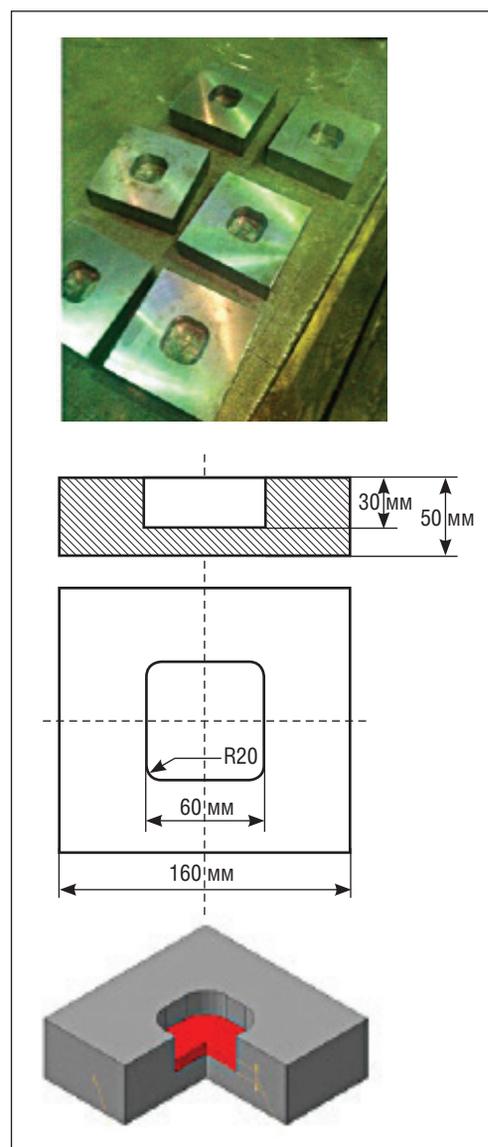


Рис. 1. Опытные образцы

Таблица 1. Химический состав напавленного 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 |

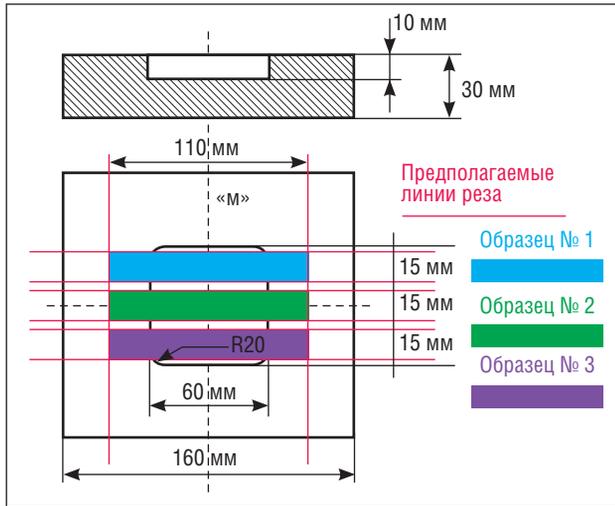


Рис 2. Схема вырезки макрошлифов

были напавлены материалом, который по химическому составу соответствует нержавеющей стали (табл. 1). Твердость напавленного 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 напавленном 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 в зоне 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

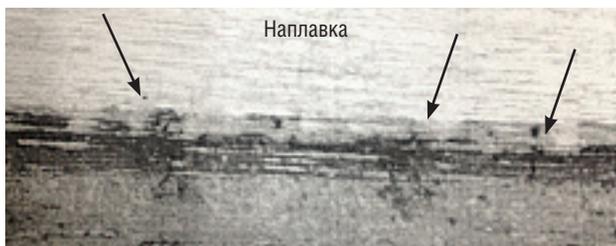


Рис 3. Цепочка дефектов в ЗТВ



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 краско-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 околосварной 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

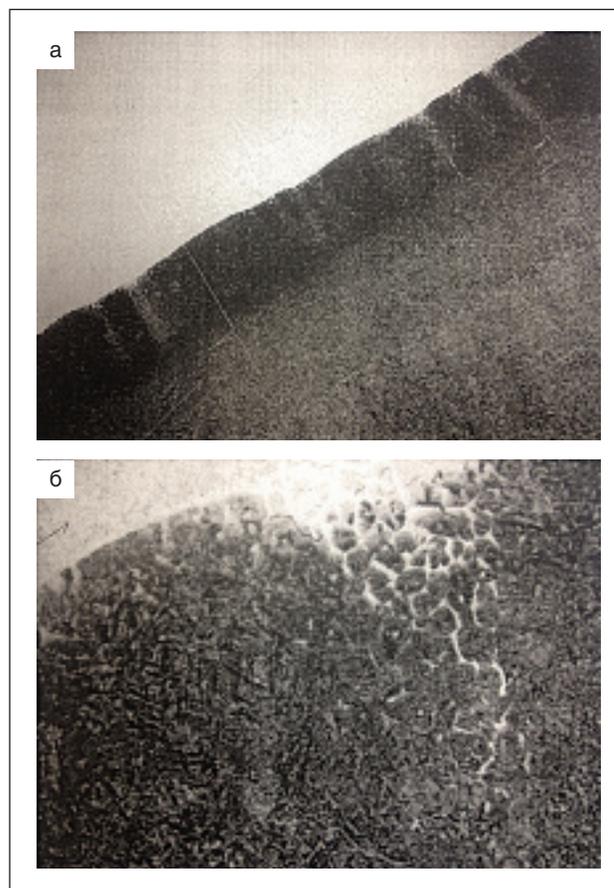


Рис 7. Микроструктура сварного соединения: а — ×100; б — ×500

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.

● #780

Сварочные материалы ШТОРМ — применение и особенности

А. Ю. Мельников, инж., А. М. Фивейский, канд. техн. наук, ООО «ШТОРМ» (Екатеринбург)

Правильный выбор сварочных материалов и их качество играют одну из ключевых ролей в получении сварного соединения с необходимыми технологическими и эксплуатационными характеристиками. Компания «ШТОРМ» уже много лет занимается внедрением высококачественных сварочных материалов от мировых лидеров в этой области на российских предприятиях.

Сварочная проволока. В 2013 г. ООО «ШТОРМ» вместе с немецким заводом Fliess запустила совместный проект по изготовлению и поставке качественной проволоки на российский рынок под брендом ШТОРМ-FLIESS.

Мы готовы предложить проволоку для сварки высокопрочных и теплоустойчивых сталей, для износостойкой наплавки, для сварки углеродистых и низколегированных сталей, а также разработку и изготовление проволоки под требования заказчика. Продукция соответствует всем европейским стандартам и имеет сертификаты качества. Собственная лаборатория на территории завода позволяет проводить более 60 стандартных испытаний и постоянно следит за качеством выпускаемой продукции.

Отличительной особенностью сварочной проволоки ШТОРМ-FLIESS является то, что она имеет очень тонкое защитное

медное покрытие. Это покрытие обладает высокой стойкостью к раскрашиванию, тем самым уменьшая риск засорения спирали для подачи проволоки к горелке.

Для удобства транспортировки, хранения и дальнейшего применения разработан целый ряд упаковок от стандартных катушек 5/15/25 кг до намотки по 800 кг на специальные бобины, что позволяет потребителю выбрать удобную для работы упаковку (рис. 1).

Проволока была протестирована в цеховых условиях наших заводов и показала отличные сварочно-технологические свойства: высокое качество шва, стабильное горение дуги, минимальное количество брызг.

Сварочный флюс. Для решения различных задач при сварке под флюсом наша фирма готова предложить сварочный флюс, производимый компанией «ШТОРМ» совместно с фирмой BAVARIA SCHWEISSTECHNIK (Германия). Флюс выпускается под брендом ШТОРМ-BAVARIA.

Флюсы данной марки отличаются высокими технологическими характеристиками и позволяют применять их при сварке сталей различного класса. Линейка сварочных флюсов включает: кислые; нейтральные; основные; высокоосновные.

При сварке с использованием данных флюсов обеспечивается легкое отделение шлаковой корки и последующая операция зачистки в данном случае не требуется, что позволяет экономить материальные и временные ресурсы.

При производстве флюсов каждая партия подвергается жесткому контролю и испытаниям. Для этих целей на предприятии есть две лаборатории: одна — для разработки и изготовления специальных флюсов, другая — для контроля качества наплавленного металла при сварке под флюсом.

Флюс упаковывается в полиэтиленовые пакеты по 25 кг (рис. 2, а); в алюминиевые пакеты по 15 кг; в бочки по 25 кг (рис. 2, б) или в биг-бэги от 400 до 1200 кг (рис. 2, в).



Рис. 1. Катушки с проволокой ШТОРМ-FLIESS

Таблица. Виды вольфрамовых электродов

| Марка (цветной код) | Аналог по ГОСТ/ТУ | Характеристика |
|---|-------------------|--|
| W (WP) (зеленый) Легирующие элементы отсутствуют. Сварка переменным током AC | ЭВЧ | Основные свариваемые материалы: алюминий и его сплавы, бронза и ее сплавы, магний и его сплавы, никель и его сплавы. Зажигание дуги затруднено, длительный срок службы, выдерживает высокую токовую нагрузку |
| WT-20 (красный) Легирующий элемент 1,8–2,2% ThO ₂ (диоксид тория). Сварка постоянным током DC | BT-15 | Хорошо работает при высокой плотности тока. Электрод радиоактивен, поэтому многие пользователи применяют альтернативные электроды. Основные свариваемые материалы: нержавеющие стали, металлы, имеющие высокую температуру плавления (молибден, тантал, ниобий и их сплавы, медь, бронза кремниевая, никель и его сплавы, титан и его сплавы) |
| WC-20 (серый) Легирующий элемент 1,8–2,2% CeO ₂ (диоксид церия). Сварка переменным и постоянным током AC/DC | — | Рекомендуется применять для сварки на постоянном токе малой силы и использовать для коротких сварочных циклов. Основные свариваемые материалы: металлы с высокой температурой плавления (молибден, тантал, ниобий и их сплавы, медь, кремниевая бронза, никель, и его сплавы) |
| WL-15 (золотистый) Легирующий элемент 1,4–1,6% La ₂ O ₃ (оксид лантана). Сварка переменным и постоянным током AC/DC | ЭВЛ | Сварщики могут легко заменить торированные электроды на лантаннированные без изменений сварочной программы. Этот вольфрам используется, прежде всего, для сварки переменным током, но показывает также хорошие результаты при сварке постоянным током. Основное применение: плазменная сварка, резка, напыление, сварка, наплавка, и резка высоколегированных сталей, алюминия, меди, бронзы |
| WL-20 (синий) Легирующий элемент 1,8–2,2% La ₂ O ₃ (оксид лантана). Сварка переменным и постоянным током AC/DC | ЭВЛ-2 | Сварка переменным и постоянным током AC/DC. Увеличенный максимальный ток, при этом несущая способность электрода ~ на 50% больше при сварке на переменном токе, чем несущая способность чистого вольфрамового электрода |
| WY-20 (темно-синий) Легирующий элемент 1,8–2,2% YtO ₂ (диоксид иттрия). Сварка постоянным током DC | ЭВИ-1 | Обладает наибольшей стойкостью и стабильностью дуги в широком диапазоне рабочих токов. Этот электрод рекомендуется применять для сварки особо ответственных соединений, нержавеющих сталей на постоянном токе. Возможно использовать для сварки на переменном токе алюминия и его сплавов |
| WZ-8 (белый) Легирующий элемент 0,7–0,9% ZrO ₂ (оксид циркония). Сварка переменным током AC | — | Предпочтительны для сварки на переменном токе алюминия, магния и их сплавов, когда не допускается даже минимальное загрязнение сварочной ванны. Электроды дают чрезвычайно стабильную дугу. Допустимая токовая нагрузка на электрод несколько выше, чем на цериевые, лантановые и ториевые электроды |



Рис. 2. Различные упаковки для сварочных флюсов

Вольфрамовые электроды. Аргонодуговая сварка широко применяется при изготовлении изделий из нержавеющей, высоколегированных сталей и различных сплавов. Важным элементом данного процесса является неплавящийся вольфрамовый электрод, который во многом определяет характеристики дуги и самого сварного соединения. Компания «ШТОРМ» предлагает большой выбор высококачественных вольфрамовых электродов различных типов российского производства, которые соответствуют требованиям отечественных стандартов.

Технология изготовления вольфрамовых электродов и характеристики вольфрама обеспечивают им высокую эксплуатационную стойкость и термостабильность.

Легирование вольфрамового электрода редкоземельными элементами, такими как иттрий, торий, лантан, позволяет повысить стойкость электрода и расширить его технологические характеристики (таблица).

Сварочные электроды могут изготавливаться любых размеров и конфигураций. Специальные размеры и допуски реализуются по согласованным с заказчиком чертежам.

● #781

Публикуется на правах рекламы



ООО «ШТОРМ»

Свердловская обл.,

г. Верхняя Пышма, ул. Бажова, 28

Тел./факс: +7 (343) 283-00-50, 370-29-75

ekb@storm-its.ru, www.shtorm-its.ru

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 $10^3 - 10^4 \text{ Вт/см}^2$) происходит нагрев материала без его плавления или испарения. С повышением этой величины примерно до $10^6 - 10^7 \text{ Вт/см}^2$ материал плавится, а при плотности мощности излучения, превышающей 10^7 Вт/см^2 , 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 CO_2 -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 BT20 и стали Ст20 с применением нанопорошковых инокуляторов (НПИ). В качестве НПИ использовали тугоплавкие соединения TiN, Y_2O_3 , 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 наноинкуляторов на основе порошковой композиции $TiN + Y_2O_3 + Cr$ 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 08X18H9T 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-

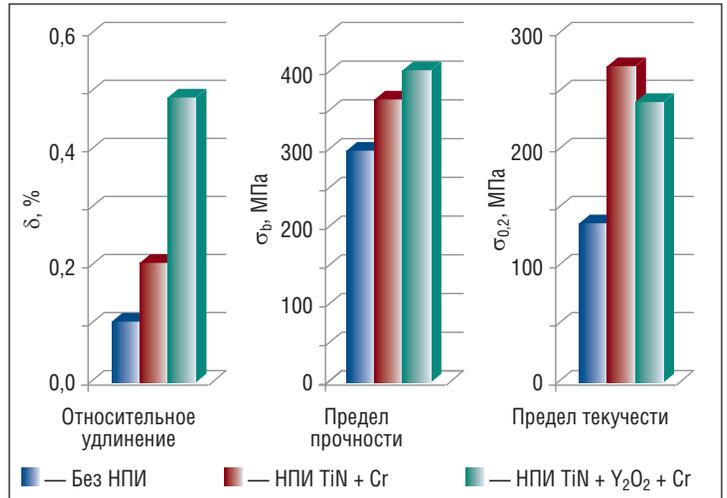


Рис. 2. Механические характеристики сварного соединения из сплава ВТ20 без добавок НПИ и с добавками НПИ

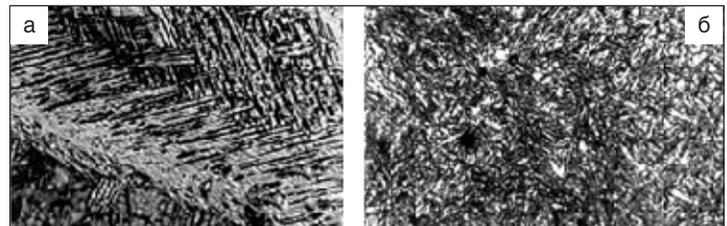


Рис. 3. Микроструктура металла сварного соединения, выполненного лазерной сваркой: а — без использования НПИ; б — с использованием НПИ на основе композиции $TiN + Y_2O_3 + Cr$

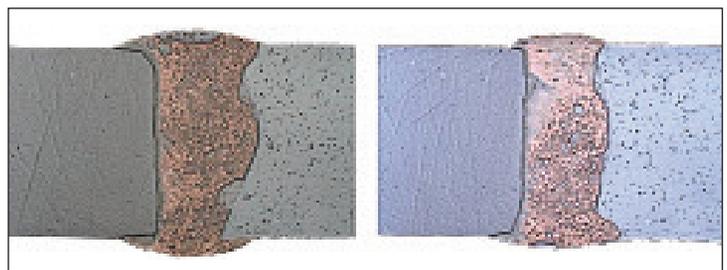


Рис. 4. Поперечные шлифы сварных швов титан ВТ1-0 — медь — сталь 08X18H9T

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,

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 |

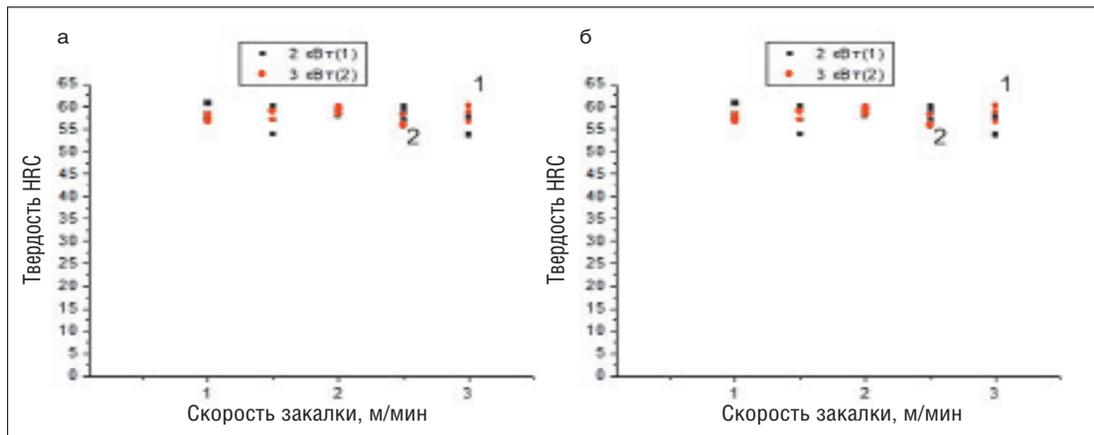


Рис. 5. Зависимость твердости от скорости закалки: а — сталь Ст45; б — Ст65Г



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 «Агротех» (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).

● #782



ВСЕ ДЛЯ СВАРКИ.

ЭКОТЕХНОЛОГИЯ

Официальный дистрибьютор
Опытного завода сварочных материалов
Института электросварки им. Е.О. Патона

• Покрытые электроды марки АНО-36, АНО-21,
АНО-21У, АНО-6У, АНО-4, АНО-4И, МР-3
для сварки переменным током низкоуглеродистых сталей
с временным сопротивлением разрыву до 450 МПа.

• Покрытые электроды
марки УОНИ-13/45, УОНИ-13/55
с улучшенными характеристиками для сварки
постоянным и переменным током (от трансформаторов
типа СТШ-СГД) низколегированных сталей с временным
сопротивлением разрыву до 490 МПа и стержней арматуры
сборных железобетонных конструкций из стали классов А-II, А-III.

• Покрытые электроды марки АНВМ-1 для сварки и наплавки постоянным током
высокомарганцевых сталей типа 110Г13, 60Х5Г10Л, 30Г18Х4: ремонт переводов стрелочных,
крестовин, ножей и зубьев ковшей экскаваторов, щек камнедробилок, бронеплит;
экономнолегированный, устойчивый к ударному износу наплавленный металл типа 30Г20Т;
эффективная, экономически оправданная замена электродов марок ННИ-49Г, ОЗЛ-6 ЦНИИН-4, ЭА-981/15.

• Самозащитная порошковая проволока ПП-АНВМ-1
и ПП-АНВМ-2 для механизированной сварки и наплавки
высокомарганцевых сталей типа 110Г13, 60Х5Г10Л, 0Х14АГ12М и 30Г18Х4:
ремонт переводов стрелочных, крестовин, ножей и зубьев
ковшей экскаваторов, щек камнедробилок, бронеплит;
«залечивание» дефектов литья,
наплавка деталей и узлов из углеродистой стали;
экономнолегированный, устойчивый к ударному износу
наплавленный металл типа 30Г20Т и 15Х10Г20Т.



**Сварочные электроды ОЗСМ ИЭС им. Е. О. Патона — это
стабильное качество и высокая производительность сварки.**

Киев, 03150, ул. Антоновича (Горького), 62 E-mail: sales@et.ua
т./ф. +380 44 287-2716, 200-8050, 289-2181,
200-8056 (многоканальный)

WWW.ET.UA

Методика оценки усталостной долговечности многослойного наплавленного металла

И. А. Рябцев, д-р техн. наук, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины,
И. К. Сенченков, д-р физ.-мат. наук, Институт механики им. С. П. Тимошенко НАН Украины,
И. И. Рябцев, канд. техн. наук, **А. А. Бабинец**, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

Исследование механических свойств наплавленного металла, относящегося к износостойким высоколегированным сталям повышенной твердости (>45 HRC), всегда вызывает определенные трудности из-за невозможности изготовления соответствующих образцов без проведения полной термической обработки: отжиг, изготовление образцов, закалка, отпуск. Так как в производственных условиях детали, как правило, после наплавки не проходят полную термическую обработку, судить о механических свойствах наплавленных деталей можно только косвенно, что не всегда приемлемо.

В особой степени это касается усталостной долговечности ответственных деталей, которые многократно подвергаются восстановительной многослойной многопроходной наплавке. К числу таких деталей относятся прокатные валки, ролики машин непрерывного литья заготовок, которые эксплуатируются в условиях длительных циклических механических нагрузок, и усталостные поломки которых ведут к значительным материальным потерям. В этих деталях остаточные наплавочные напряжения могут ускорить процесс зарождения и развития усталостных трещин.

Цель данной статьи — разработка методики испытаний и технологии изготовления многослойных наплавленных образцов для исследования их усталостной долговечности при циклической механической нагрузке. Методика должна давать возможность проводить сравнительные исследования усталостной долговечности наплавленных образцов в зависимости от химсостава наплавленных слоев (подслоя и износостойкого слоя), их геометрических размеров, технологии и техники наплавки.

Так как с помощью разрабатываемой методики предполагалось исследовать наплавочные материалы, применяемые для наплавки прокатных валков, при выборе основного и наплавочных материалов для образцов руководствовались следующими соображениями. В качестве основного металла в прокатных валках обычно используют средне- и высокоуглеродистые нелегированные или низколегированные конструкционные стали: 45, 50, 40X, 50X, 50XH, 50XФА и др. Для наплавки рабочего износостойкого слоя применяют порошковую проволоку ПП-Нп-25X5ФМС, ПП-Нп-35В9ХЗСФ, ПП-Нп-30Х4В2М2ФС, обеспечивающую получение наплавленного слоя типа теплостойких или полутеплостойких сталей. Для улучшения свариваемости износостойкого и основного металлов, как правило, наплавляют подслоя сплошной проволокой Св-08А.

При разработке методики в качестве основного металла образцов была выбрана сталь 40X; для наплавки подслоя использовали сплошную проволоку Св-08А или порошковую проволоку ПП-Нп-12Х1МФ, обеспечивающую по сравнению с проволокой Св-08А получение наплавленного металла с более высокими усталостными характеристиками; наплавку рабочего слоя выполняли порошковой проволокой ПП-Нп-25Х5ФМС, которая наиболее широко применяется для наплавки прокатных валков.

Для испытаний выбрали схему трехточечного изгиба с циклической отнулевой нагрузкой по центру образца, которая с определенными допущениями воспроизводила силовые нагрузки, характерные для прокатных валков, роликов МНЛЗ и других подобных деталей в процессе эксплуатации.

Форма и размеры образцов для испытаний были выбраны исходя из того, что наплавленный образец должен в достаточной степени имитировать наплавленную многослойную конструкцию реальной детали. Кроме того, так как предполагалось производить наплавку с одной стороны образца, его размеры должны быть такими, чтобы деформация образца в вертикальной плоскости не превышала $\pm 1,5$ мм. Исходя из имеющегося опыта и результатов предварительных экспериментов были выбраны образцы в форме прямоугольного параллелепипеда размерами 30×40×400 мм. Общая толщина слоя наплавленного металла составляла ≈ 8 мм.

Расчет предельных нагрузок и количества циклов до разрушения выбирался из следующих предпосылок. Поскольку испытания носят сравнительный характер, для сокращения времени испытаний за базу было выбрано относительно небольшое количество циклов — $2 \cdot 10^5$. Был произведен расчет нагрузок, которые обеспечивали бы такое количество циклов до разрушения образца. Расчет производился для цельного образца из стали 40X при нагрузке по центру образца (рис. 1). Предварительно рассчитывали

вали предельную статическую нагрузку для этого типа образцов, при которой появлялись пластические деформации при плоской деформации (рис. 2). Как видно из рис. 2, пластическая деформация ϵ_{xx}^p появляется при нагрузке около 0,08 МН (8 т).

Рассчитали распределение напряжений на поверхности образца ($\pm y$) на различном расстоянии от места приложения циклической отнулевой нагрузки в центре образца (рис. 3). Для стали 40Х при симметричном цикле нагружения на базе 10^5 циклов напряжения σ_{-1} , при котором происходит разрушение, составляет около 500 МПа. Был произведен перерасчет этого напряжения в предельное амплитудное напряжение σ_a для отнулевого цикла по уравнению Гудмена:

$$\sigma_a = \sigma_{-1}(1 - \sigma_s/\sigma_b),$$

где σ_s — среднее напряжение в цикле, σ_{-1} — предел выносливости стали 40Х при симметричном цикле, σ_b — временное сопротивление стали 40Х.

Расчет по уравнению Гудмена для отнулевого цикла дает значение предельного амплитудного напряжения по центру образца около 400 МПа. Такое значение напряжения даст нагрузка в 0,04 МН (4 т) (см. рис. 2 и 3). Учитывая возможное отрицательное влияние наплавки на усталостную долговечность образцов, в экспериментах была использована нагрузка 0,035 МН (3,5 т).

Как указывалось выше, на усталостную долговечность наплавленных образцов оказывает влияние остаточное напряженное состояние. Чтобы избежать необходимости правки образцов, которая могла повлиять на этот фактор, наплавку выполняли не на всю длину образца. С другой стороны, учитывая возможность появления концентраторов напряжения в месте А перехода от наплавленного к основному металлу (см. рис. 1), длину разделки под наплавку необходимо было выбрать такой, чтобы вывести эти места в зону минимальных нагрузок, то есть ближе к опорам.

Для определения длины разделки под наплавку использовали данные, приведенные на рис. 3. При длине разделки 100 мм и минимальной нагрузке 0,04 МН напряжения в месте перехода от основного металла к наплавленному не должны превышать 320 МПа, при длине 150 мм — превышать 250 МПа, что ниже предельного значения 400 МПа, определенного выше.

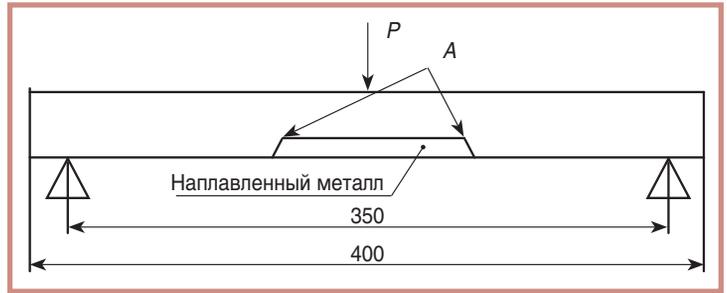


Рис. 1. Нагружение образца по схеме трехточечного изгиба. Стрелками указаны места перехода от основного металла к наплавленному

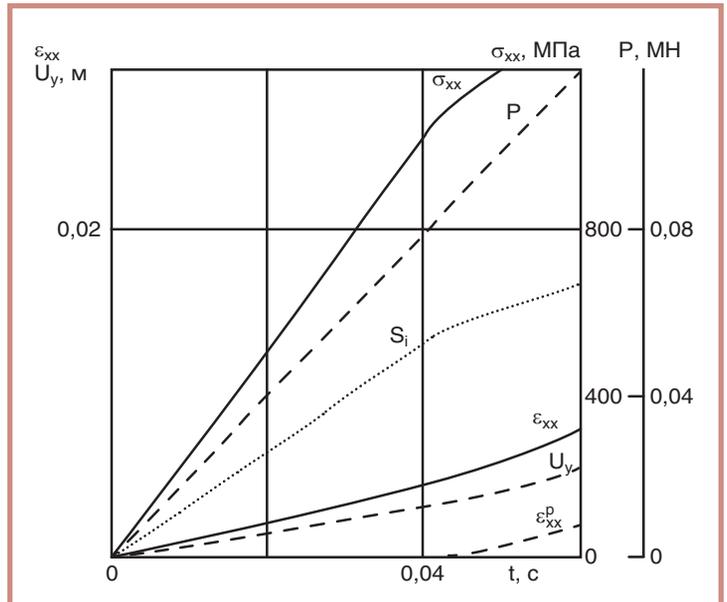


Рис. 2. Расчетные данные по прилагаемой нагрузке (P), напряжениям (σ_{xx}), интенсивности касательных напряжений (S_i), полной деформации (ϵ_{xx}), прогибу (U_y) и пластической деформации (ϵ_{xx}^p)

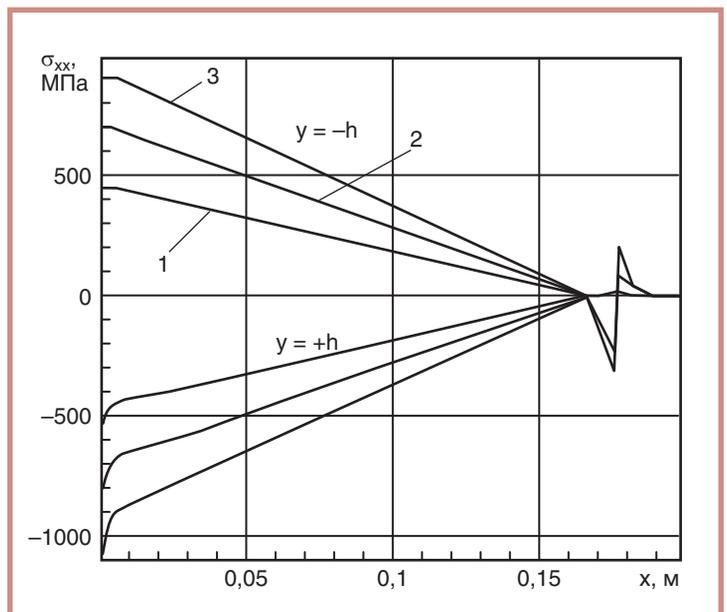


Рис. 3. Распределение напряжений на поверхности образца ($\pm y$) на различном расстоянии от места приложения нагрузки: 1—0,04; 2—0,06; 3—0,08 МН.

Для выбора оптимальной длины разделки под наплавку были изготовлены две опытные партии образцов с разделкой 100 и 150 мм и углами 45° и 30°, соответственно (рис. 4, а, б).

Перед наплавкой заготовки образцов размерами 40×50×400 мм из стали 40Х с разделкой под наплавку собирали в пакеты при помощи технологических вставок на прихватках. По бокам пакетов приваривали выводные планки и выполняли автоматическую электродугую многослойную наплавку пакетов образцов (рис. 5). Подслои наплавляли проволокой Св-08 А под флюсом АН-348 А, а рабочий слой проволокой ПП-Нп-25Х5ФМС под флюсом АН-26 П. Диаметр всей проволоки — 2 мм. Режимы наплавки: $I_n = 220-250$ А, $U_n = 26-28$ В, $V_n = 18$ м/ч. Шаг наплавки был равен половине ширины наплавляемого валика. После наплавки заготовки медленно охлаждались в бункере под слоем флюса.

Затем, наплавленный пакет заготовок разрезали абразивными кругами по технологическим вставкам на отдельные заготовки. Замеры деформаций показали, что они у обоих типов заготовок образцов не превышали 1,5 мм на длине 400 мм, что не требует правки перед изготовлением образцов. Из заготовок было изготовлено по 5 образцов каждого типа размерами 30×40×400 мм.

Были проведены сравнительные испытания усталостной долговечности двух опытных партий образцов. Перед испытанием образцы устанавливали на опоры универсальной испытательной машины таким образом, чтобы во время нагружения в наплавленном металле действовали растягивающие напряжения (рис. 6). Нагрузка прилагалась по нормали к плоскости образца с допустимым отклонением от нормали не более ±2°. Отклонение точки приложения нагрузки от центра симметрии образца не превышало 0,5% расстояния между опорами.

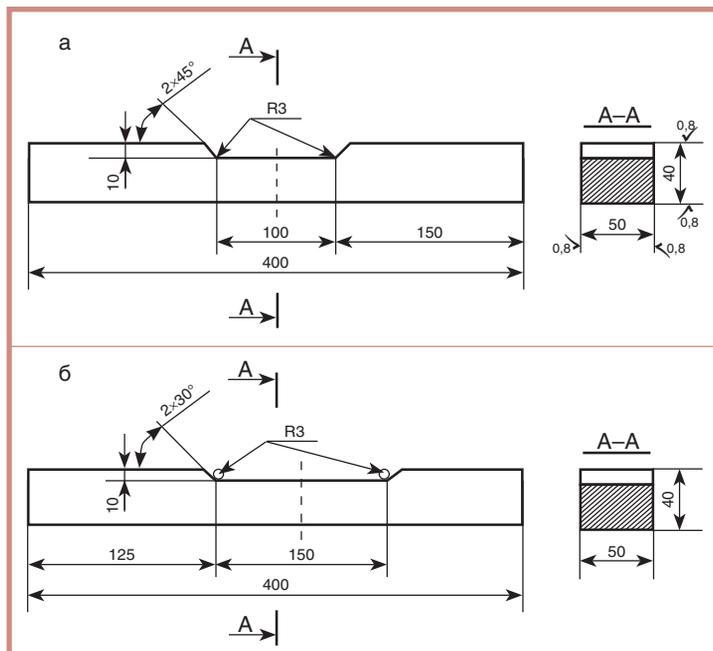


Рис. 4. Заготовка образца для исследования усталостной долговечности с разделкой под наплавку длиной: а — 100 мм, б — 150 мм

Результаты испытаний показали, что при ширине разделки 100 мм, напряжения могут привести к разрушению образца по краю разделки — в зоне перехода от наплавленного металла к основному (рис. 7, а). В таком случае малейший дефект при наплавке или сам переход от основного металла к наплавленному играет роль концентратора напря-

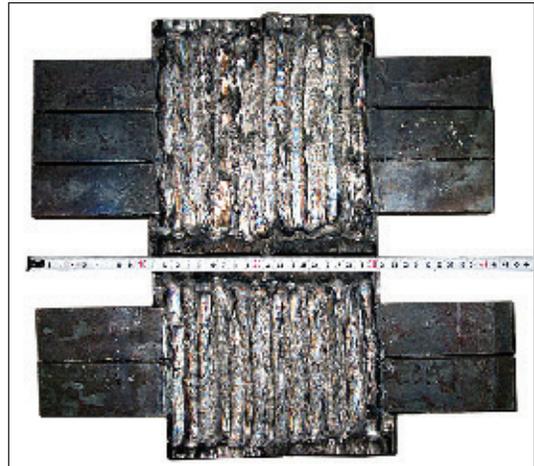


Рис. 5. Пакеты наплавленных заготовок



Рис. 6. Наплавленный образец во время проведения усталостных испытаний

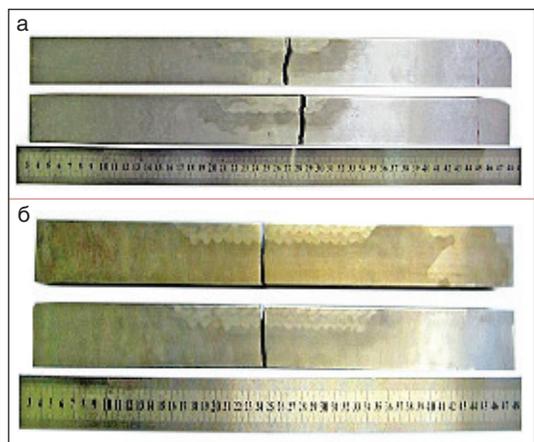


Рис. 7. Внешний вид образцов после испытаний при циклическом механическом нагружении: а — разделка 100 мм; б — разделка 150 мм

жений. В образцах с шириной разделки 150 мм, разрушение происходило практически точно по центру образца — в месте приложения нагрузки (рис. 7, б). С учетом этих результатов в конструкции образца для проведения усталостных испытаний была выбрана разделка длиной 150 мм.

Таблица. Характеристика наплавленных образцов

| Номер группы образцов | Наплавочный материал (подслой + износостойкий слой) | Толщина наплавленных слоев, мм |
|-----------------------|---|--------------------------------------|
| 1.1 | Сталь 40Х без наплавки | — |
| 1.2 | ПП-Нп-25Х5 ФМС (без подслоя) | 8 |
| 1.3 | Св-08 А + ПП-Нп-25Х5 ФМС | 3 (подслой) + 5 (износостойкий слой) |
| 1.4 | ПП-Нп-12Х1 МФ + ПП-Нп-25Х5 ФМС | 3 (подслой) + 5 (износостойкий слой) |

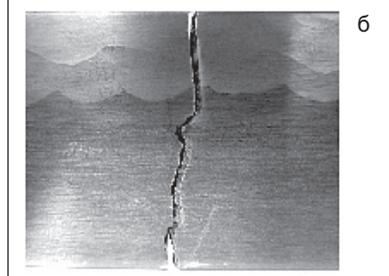
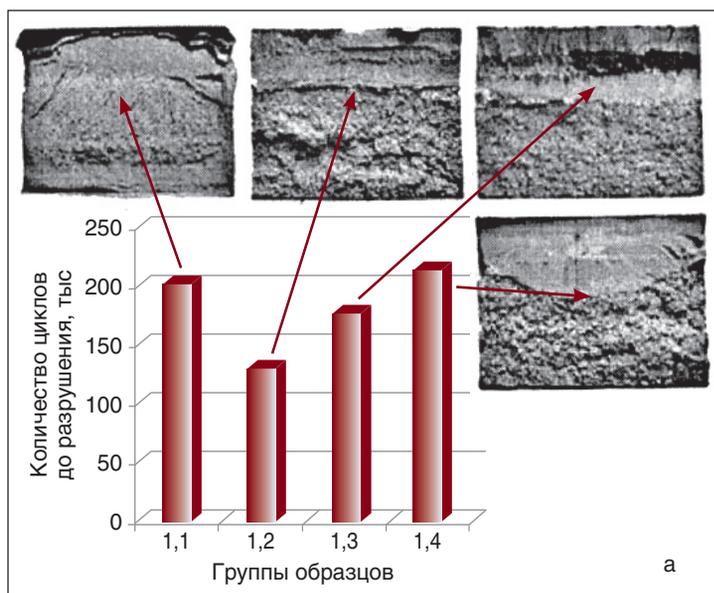


Рис. 8. Усталостная долговечность наплавленных образцов (а) и внешний вид боковой поверхности разрушенного образца (б) при циклическом механическом нагружении.

С помощью разработанной методики было проведено исследование влияния наплавки подслоя из различных материалов на усталостную долговечность многослойных наплавленных образцов. Всего было наплавлено и изготовлено четыре группы образцов, по пять образцов в каждой группе. Первая группа образцов не наплавлялась, вторая была наплавлена порошковой проволокой ПП-Нп-25Х5ФМС без подслоя, третья группа была наплавлена проволокой ПП-Нп-25Х5ФМС по подслою, наплавленному проволокой Св-08А, в четвертой — подслоем наплавлялся порошковой проволокой ПП-Нп-12Х1МФ (таблица).

Результаты исследований усталостной долговечности четырех типов образцов и их характерные изломы приведены на рис. 8, а. При визуальном осмотре изломов было отмечено, что в образцах с подслоем, наплавленным проволокой Св-08А, усталостная трещина зарождалась в подслое и затем образец хрупко разрушался. В образцах с подслоем, наплавленным проволокой ПП-Нп-12Х1МФ усталостная трещина зарождалась на границе основного металла и подслоя. Также было отмечено, что в большинстве случаев усталостная трещина проходила по границе проплавления соседних наплавленных валиков (рис. 8, б).

Было установлено, что наплавка образцов из стали 40Х порошковой проволокой ПП-Нп-25Х5ФМС без пластичного подслоя приводит к сокращению их долговечности при циклическом механическом нагружении. Наплавка пластичного подслоя проволокой Св-08А и ПП-Нп-12Х1МФ увеличивает усталостную долговечность, причем проволока ПП-Нп-12Х1МФ, обеспечивающая получение наплавленного металла с более высокими механическими характеристиками, дает лучшие результаты по усталостной долговечности. ● #783

ДМЗ им. Петровского выпустил новый швеллер европейского стандарта

ДМЗ им. Петровского освоил новый вид высокотехнологичной продукции — горячекатаный стальной швеллер общестроительного назначения с наклонными гранями полок U 260.

В мае 2014 г. на предприятии была проведена опытно-промышленная прокатка нового швеллера. Отобранные для проведения механических испытаний пробы подтвердили соответствие профиля евростандарту DIN 1026-1. Произведена первая промышленная партия продукта.

Основными потребителями данной продукции являются европейские страны, портфель заказов предполагает реализацию U 260 в объеме более 6000 т в год.

ДМЗ им. Петровского активно осваивает новые виды продукции, востребованные на рынке. В 2013 г. завод наладил производство швеллеров U200, U240 и U220 по европейскому стандарту EN 10025-1:2004. Были также освоены спецпрофили для вагоностроения — швеллер 8В и вагонная стойка.

Днепропетровский металлургический завод им. Петровского (ЕВРАЗ ДМЗ им. Петровского) — предприятие полного металлургического цикла, обладающее 127-летним опытом производства чугуна, стали и проката. В 2013 г. предприятие выпустило порядка 978 тыс. т чугуна, 995 тыс. т стали и 854 тыс. т проката.

www.prometal.com.ua



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.

Расскажите, пожалуйста, о назначении поперечных колебаний электрода при сварке

И. В. Гордиенко (Киев)

В технике выполнения швов ручной и механизированной сваркой широко используют поперечные и продольные колебания электрода. Параметры колебаний (амплитуда, частота) и траектория движения электрода являются дополнительными параметрами режима сварки, позволяющими изменять тепловложение в основной металл, конфигурацию и размеры сварочной ванны. Колебания электрода используют при сварке швов в различных пространственных положениях, при сварке элементов с переменным зазором между ними и при наложении облицовочных швов. Поперечные ко-

лебания конца электрода при *ручной дуговой сварке* могут способствовать усилению прогрева свариваемых кромок (рис. 1, а–в); усиленному прогреву обеих свариваемых кромок (рис. 1, г–ж); усиленному прогреву одной кромки (рис. 1, з, и); прогреву корня шва (рис. 1, к).

При *механизированной сварке* трудно воспроизвести все варианты колебаний электрода, реализуемые при ручной дуговой сварке. Однако современные промышленные роботы позволяют выполнять колебания горелки практически по любой траектории (рис. 2).

На рис. 3 показано влияние амплитуды и частоты колебаний на формирование швов (глубину проплавления h , ширину шва b и высоту усиления c) при наплавке нержавеющей проволокой диаметром 2 мм под флюсом АН-26. Частоту колебаний электрода изменяли в пределах 30–100 колебаний в минуту, а амплитуду – 15–35 мм. С увеличением частоты колебаний глубина проплавления уменьшается (рис. 3, а), ширина шва незначительно увеличивается (рис. 3, б), а высота усиления шва уменьшается до определенного значения, а затем остается постоянной (рис. 3, в). Увеличение амплитуды колебаний электрода приводит к увеличению шага наплавки, уменьшению высоты усиления c и увеличению ширины шва h (рис. 3). Увеличение ширины шва объясняют уменьшением прослойки жидкого металла в сварочной ванне.

На рис. 4 показано влияние колебаний при автоматиче-

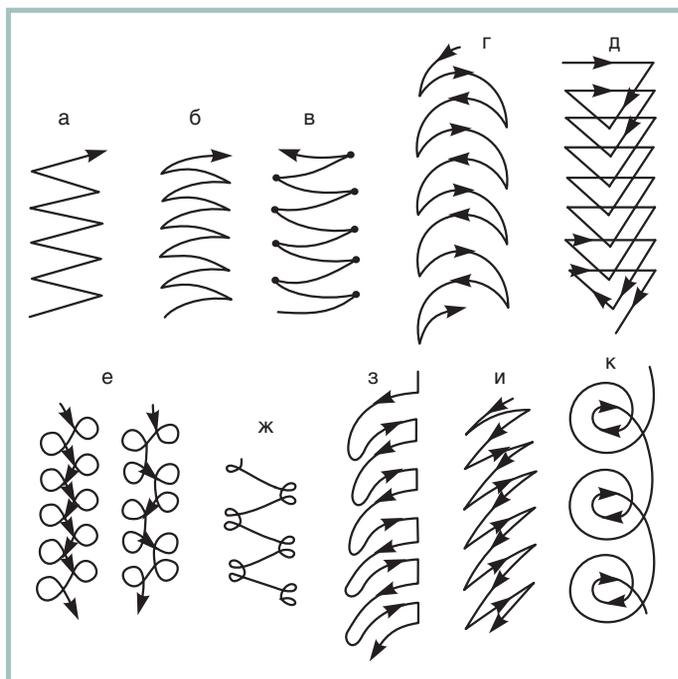


Рис. 1. Основные виды траекторий поперечных колебаний конца электрода при ручной дуговой сварке

Таблица. Режимы сварки под флюсом АН-348А с колебаниями электрода поперек шва

| Толщина свариваемого металла, мм | Величина зазора между кромками, мм | Сила тока, А | Напряжение дуги, В | Амплитуда колебаний, мм | Частота колебаний, Гц | Скорость сварки, м/ч |
|----------------------------------|------------------------------------|--------------|--------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------|
| 8,0 | 1,0–1,5 | 900–950 | 40–42 | 4,0 | 15,0 | 80,0 |
| 12,0 | 2,0–3,0 | 1350–1400 | 40–42 | 5,0 | 12,0 | 70,0 |
| 20,0 | 3,0–4,0 | 1400–1450 | 40–42 | 8,0 | 8,0 | 50,0 |
| 30,0 | 5,0–6,0 | 1500–1550 | 40–42 | 11,0 | 6,0 | 30,0 |

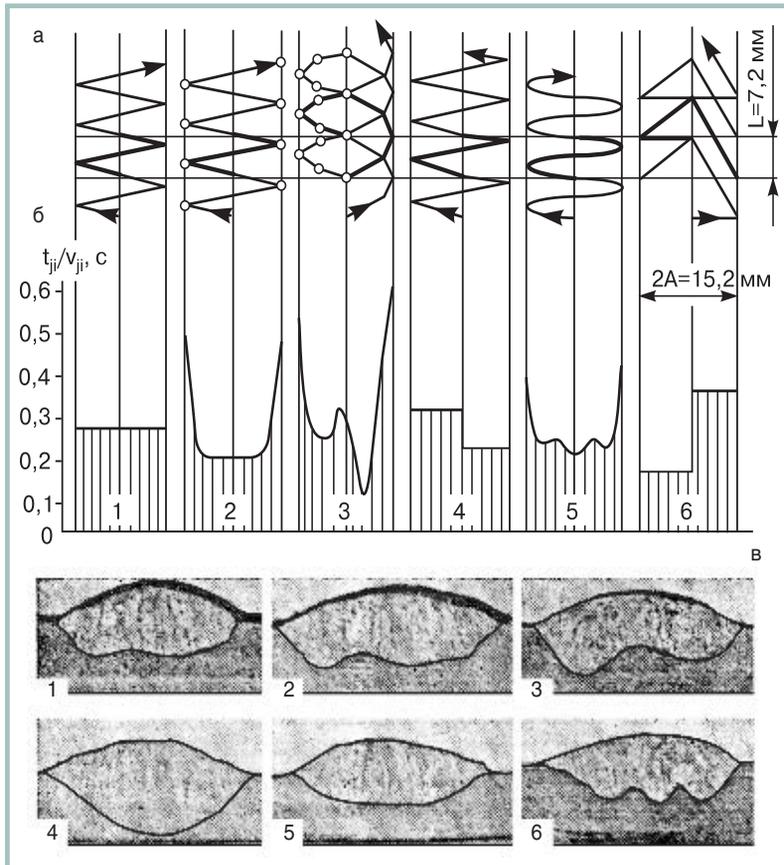


Рис. 2. Влияние траектории колебаний электрода на формирование швов при сварке в CO_2

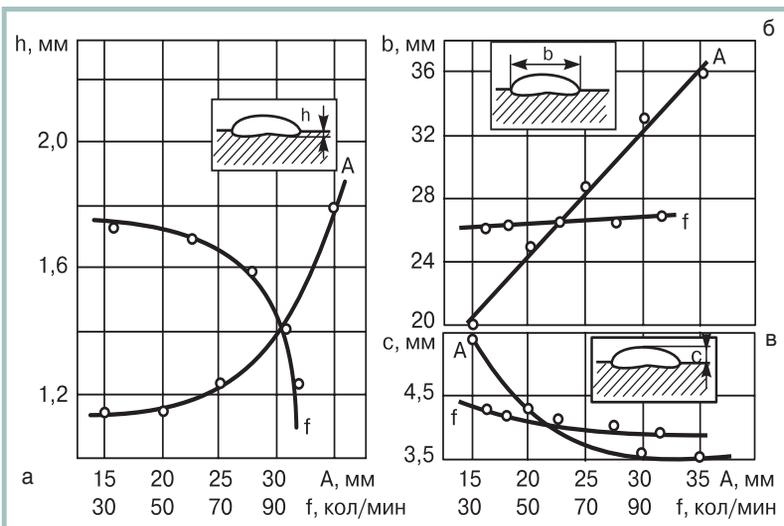


Рис. 3. Влияние амплитуды и частоты колебаний на глубину проплавления (а); на ширину шва (б); на высоту шва (в)

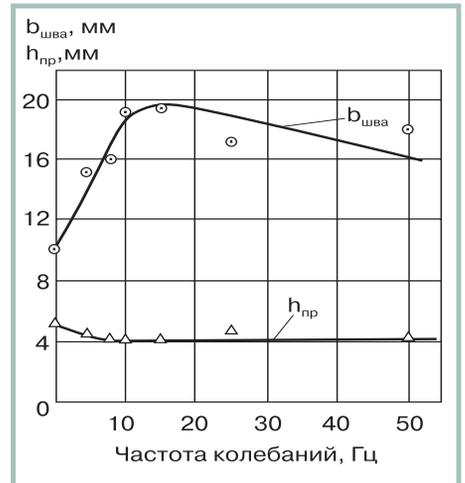


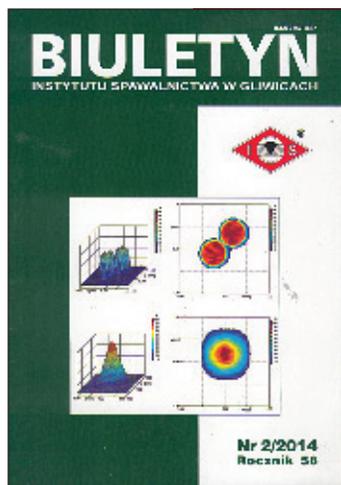
Рис. 4. Влияние частоты колебаний электрода на ширину шва и глубину проплавления ($I_{св} = 1050$ А; $U_d = 38$ В; $V_{св} = 93$ м/ч)

ской сварке под флюсом. Эффективное улучшение формирования швов с проплавлением 4–5 мм достигается при частоте колебаний, равной 10–15 Гц. При частоте колебаний конца электрода менее 10 Гц наблюдали пилообразную форму шва, а при частоте колебаний более 20 Гц – выплески металла по краям шва. С увеличением толщины свариваемого металла для улучшения формирования швов необходимо увеличивать амплитуду колебаний и снижать их частоту (таблица).

При сварке с колебаниями электрода поперек шва увеличивается ширина и сокращается длина сварочной ванны, повышается стойкость швов против образования кристаллизационных трещин и пор.

Следует отметить, что наличие роботизированных комплексов с большими возможностями программирования, позволяет значительно расширить применение разнообразных траекторий перемещения электрода с целью улучшения формирования и качества шва.

● #784



**Содержание журнала
«Biuletyn Instytutu Spawalnictwa w Gliwicach» (Польша)
№ 2–2014**

Б. Е. Патон. Исследования и разработки ИЭС им. Е. О. Патона для современной энергетики

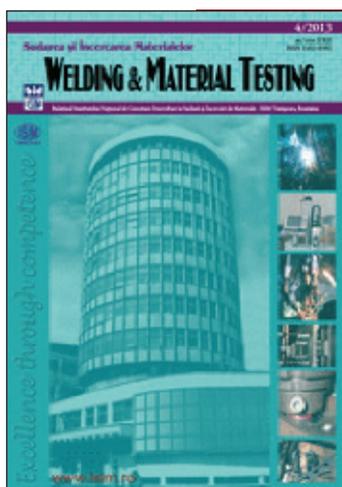
М. Banasik. Лазерная резка. Прогресс в развитии оборудования

A. Pietras, M.St. Weglowski. Дефекты в соединениях, полученных сваркой трением с перемешиванием FSW и неразрушающие методы контроля

T. Pfeifer. Применение тока переменной полярности при MIG сварке сплавов алюминия

A. Sawicki. Влияние квазистатических изменений давления газа на моделирование электрической дуги электротехнологических установок

R. Schafer, P. Pasquale. Промышленное использование магнитного импульса (EMPT) при формировании, сварке давлением, сжатии и резке



**Содержание журнала «Welding&Material Testing»
(Румыния)
№ 4-2013**

R. Szabo, L. Bergmann, J. dos Santos. Сварка трением с перемешиванием сталей S235 и S355

M. Kocic, M. Prvulovic, S. Linic, M. Ristić, M. Prokolab. Компьютерное моделирование процесса напыления сплава Al1.0Si0.6Mg0.6Mn

S. Budimir, A. Alil, M. Ristic, M. Kocic, B. Katavic. Анализ повреждений задвижек клапанов компрессоров

I. Vasovic, M. Ristić, M. Radosavljevic, Z. Milutinovic, M. Kocic. Стресс-анализ состояния автобусных колес с использованием пакета программ CATIA и сравнительными методами



**Содержание журнала
«Welding&Material Testing» (Румыния)
№ 1–2014**

J. Genov, V. Kamburov, A. Nikolov, Y. Sophronov. Напряженное состояние при высокой пластической деформации двутаврового равнополочного швеллера

S. Galatanu, L. Kun, H. Dascau, M. Dome. Исследование воздействия вредных и опасных факторов на работников сварочного производства

J. Bendayan. Анализ повреждений гребня турбины

D. Coman, N. Vrinceanu, S. Oancea. Инновационные эко-окрашенные композитные материалы



weldex

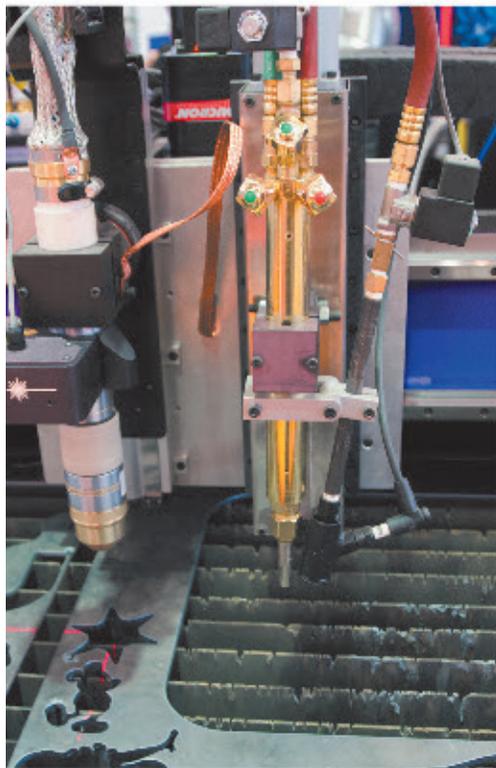
РОССВАРКА

14-я Международная выставка
сварочных материалов, оборудования и технологий

7-10 октября 2014 года
Москва, КВЦ «Сокольники»

Всё для сварки, резки и наплавки!

Более 250 компаний из 20 стран мира!



+7 (495) 935 81 00

www.weldex.ru

забронируйте стенд на сайте www.weldex.ru

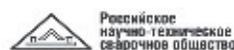
Реклама

Организатор:



В составе группы компаний ITE
Тел.: +7 (495) 935 81 00
E-mail: weldex@ite-expo.ru

Официальная поддержка:



MMAFC

Генеральный
информационный партнер:



Журнал
«Сварочное производство»

Оценка экономической составляющей эффективности трудоохранных мероприятий в сварочном производстве

О. Г. Левченко, д-р тех. наук, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины,
Ю. О. Полукаров, канд. техн. наук, НТУУ «КПИ»

Как свидетельствует статистика последних лет, уровень профессиональной заболеваемости в стране остается еще высоким, а планирование мероприятий, направленных на улучшение условий работы, происходит без надлежащего научного обоснования.

На сегодняшний день одним из важнейших технологических процессов современного производства является сварка. В сварочном производстве индустриально развитые страны заняты сотни тысяч сварщиков. Их работу характеризует высокая степень риска травматизма и развития профессиональных заболеваний, поскольку она связана с влиянием на организм работающего многочисленных опасных и вредных производственных факторов (ОВПФ), источники которых — сварочные технологические процессы и материалы. Несмотря на то, что для снижения влияния ОВПФ применяют комплекс разнообразных мероприятий технологических, санитарно-технических, организационных и лечебно-профилактических, уровень профессиональной заболеваемости среди сварщиков продолжает оставаться на высоком уровне.

Осуществление профилактических мероприятий защиты от вредных веществ (сварочных аэрозолей), которые образуются при сварке, должно базироваться на усовершенствовании технологических процессов, применении современных средств коллективной и индивидуальной защиты работающих, использовании научно обоснованных методов борьбы с вредными производственными факторами. В тот же время вопрос экономического обоснования мероприятий, направленных на снижение риска профессиональной заболеваемости, остается нерешенным. То есть разработка рациональных методов выбора средств защиты работающих в зависимости от комплексной оценки условий работы и с учетом затрат на реализацию этих мероприятий является актуальной научно-технической задачей.

С целью обеспечения надлежащего уровня принятия управленческих решений разработан алгоритм планирования трудоохранных мероприятий в сварочном производстве, который регламентирует порядок учета факторов, комплексно характеризующих систему «человек — сварочное производство — производственная среда».

Для автоматизации введения и хранения начальных данных, визуализации результатов, проведения расчетов при реализации алгоритма разработан информационно-аналитическая система обе-

спечения защиты (ИАС 33). Алгоритм планирования трудоохранных мероприятий состоит из следующих этапов.

1. Анализ производственной программы, который предусматривает определение на плановый период объемов сварочных работ с учетом номенклатуры сварочных и затратных материалов и т.п. Анализ условий труда предусматривает изучение ситуации относительно условий при выполнении сварки и вентиляции рабочих мест, степени обеспеченности работников средствами индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД) и др. Проводится формирование массивов данных на бумажных носителях.

2. Введение подготовленных массивов данных в соответствующие базы данных (БД). При этом выявляются и устраняются ошибки, при необходимости уточняются отдельные данные.

3. Расчет риска РР профессионального заболевания (ПЗ) выполняется с использованием введенных начальных данных и накопленных статистических данных.

На основе обобщенных результатов исследований алгоритм оценки риска ПЗ работников сварочного производства предусматривает выполнение последовательности подэтапов, на каждом из которых оценивается множество факторов, выполняются необходимые расчеты и сохраняются промежуточные результаты.

Подэтап 3.1. Моделирование интенсивности образования сварочного аэрозоля (СА) для определенного типа электрода:

$$V = V(D, I, B), \quad (1)$$

где — интенсивность образования СА, г/мин; D — диаметр электрода, мм; I — сила сварочного тока, А; B — род тока.

Подэтап 3.2. Моделирование концентрации СА:

$$C = F(V, U, M, Q), \quad (2)$$

где C — концентрация СА, мг/м³; — интенсивность образования СА, г/мин; — условия сварки; M — затраты сварочного материала, кг; — условия вентиляции рабочих мест.

Средневзвешенная концентрация за смену рассчитывается по формуле:

$$C_{сз} = \frac{1}{T} \sum_{i=1}^n C_i \cdot t_i, \quad (3)$$

где, $\sum_{i=1}^n t_i$, n — количество промежутков времени, на протяжении каждого из которых концентрацию можно считать неизменной.

Подэтан 3.3. Определение величины среднесменной экспозиционной пылевой нагрузки на организм работника (сварщика):

$$W_{CЗ} = C_{CЗ} \cdot L \cdot T \cdot Z, \quad (4)$$

где $W_{CЗ}$ — среднесменная пылевая нагрузка на организм работника, мг; $C_{CЗ}$ — среднесменная концентрация пыли в воздухе рабочей зоны, мг/м³; L — среднесменный объем легочной вентиляции, м³/мин; Z — коэффициент проникновения используемых СИЗОД; T — время (в течение смены) непосредственного контакта работника с пылью, мин.

Подэтан 3.4. Моделирование риска ПЗ:

$$R = F(G, S, K, W) = F[G, S, K, W(C(V(D, I, B))L, T, Z)] \quad (5)$$

где R — риск ПЗ; G — возраст работника, годы; S — общий стаж работы работника, годы; K — стаж работы в контакте с пылью, годы; W — средняя пылевая нагрузка на организм работника, мг.

Подэтан 3.5. Подстановку числовых значений факторов, которые аппроксимируют параметры сварки, условия работы, антропологические данные работника (группы работников) в обобщенную формулу (5) и расчет величины риска профзаболевания РР.

4. Сравнение расчетного R_p и предельно допустимого R_r значений риска. Если величина расчетного риска превышает величину предельно допустимого, необходимо принимать необходимые меры технического или организационного характера для снижения уровня риска (управление риском). Если величина R_p оказалась не больше величины R_r , то это означает, что для работника (группы работников) можно не принимать дополнительных мер, направленных на уменьшение риска ПЗ (переход к этапу 12).

5. Анализ технологических факторов с целью выявления возможности изменения отдельных параметров для уменьшения интенсивности образования СА. На этом этапе тщательно изучается технологический процесс сварки, оценивается возможность перехода к использованию других, менее вредных марок электродов или других видов сварочных материалов, других величин сварочного тока и т.п. В отдельных случаях целесообразно изучать передовой опыт других предприятий, привлекать экспертов, знакомиться с результатами научных и прикладных исследований по этому вопросу.

6. Оценка возможности снижения интенсивности образования СА. Если такая возможность есть, а ее реализация не приведет к проблемам с выполнением производственной программы, переходим к этапу 7, в ином случае — к этапу 8.

7. Проведение мероприятий по снижению интенсивности образования СА. Переход к этапам 3 и 4: проведение повторного расчета величины R_p и повторной оценки $R_p \leq R_r$.

8. Этот этап выполняется при условии, если расчетный уровень риска профессионального заболевания не был снижен до предельно допустимого значения в результате углубленного анализа технологических факторов и реализации соответствующих ме-

роприятий. В этом случае проводится анализ факторов, которые характеризуют организацию работы, прежде всего, условия при сварке, объемы затрат сварочного материала и условия вентиляции рабочих мест. По результатам анализа формируются предложения относительно улучшения состояния хотя бы одного из рассмотренных факторов.

9. Оценка возможности снижения концентрации СА. Если такая возможность есть, переходим к этапу 10, в ином случае — к этапу 11.

10. Проведение мероприятий по снижению концентрации СА. Переход к этапам 3 и 4.

11. Этот этап выполняется при условии, если расчетный уровень профзаболевания не может быть снижен до предельно допустимого уровня путем реализации мероприятий технологического и организационного характера. В этом случае необходимо принять меры относительно обеспечения работающих необходимыми СИЗОД надлежащего качества и обеспечить контроль их использования.

12. Обоснование плана мероприятий заключается в обобщении результатов предыдущих этапов алгоритма. Для экономического обоснования предлагается использовать показатель, который определяет эффективность вариантов плана трудовых мероприятий как произведение ожидаемого среднего значения риска профессиональной заболеваемости (в процентах), финансовых затрат на средства защиты (рубли) и экспертной оценки вариантов обеспечения сварщиков средствами защиты (в баллах). Для нормирования полученных значений в диапазоне 0–1 их необходимо разделить на максимальное значение из рассчитанных произведений. Математическое выражение показателя эффективности таково:

$$E_i = \frac{r_i \cdot b_i \cdot v_i}{\max_i(r_i \cdot b_i \cdot v_i)}, \quad (6)$$

где r_i — среднее значение риска; b_i — затраты на средства защиты; v_i — экспертная оценка вариантов обеспечения сварщиков средствами защиты.

Выбор окончательного варианта из множества рассмотренных состоит в определении минимального показателя эффективности:

$$E = \arg \left(\min_i \left[\frac{r_i \cdot b_i \cdot v_i}{\max_i(r_i \cdot b_i \cdot v_i)} \right] \right). \quad (7)$$

Итак, как видно из формулы (7), решение поставленной задачи состоит в обосновании выбора такого варианта обеспечения сварщиков средствами защиты, который минимизирует ожидаемый риск профессионального заболевания с учетом затрат на его выполнение и экспертной оценки результатов его реализации.

Применение разработанного алгоритма дает возможность получить научно обоснованные рекомендации относительно планирования мероприятий, направленных на достижение приемлемого риска профессионального заболевания у работников сварочного производства.

• #785

16-я международная научно-практическая конференция

«Технологии упрочнения, нанесения покрытий и ремонта: теория и практика»

В Санкт-Петербурге 15–18 апреля 2014 г. состоялась 16-я международная научно-практическая конференция «Технологии упрочнения, нанесения покрытий и ремонта: теория и практика». Организаторы конференции: научно-производственная фирма «Плазмацентр» и Санкт-Петербургский государственный политехнический университет.

Эта традиционная ежегодная конференция проводится с 1997 г. и является самой крупной в России и странах СНГ по данной тематике. Она посвящена промышленным технологиям, использование которых позволяет повысить эффективность производства и обеспечить максимальное сокращение издержек.

В работе конференции (www.technoconf.ru) приняли участие около 400 человек из различных организаций России, Германии, Швейцарии, Китая, Украины, Казахстана, Беларуси, Азербайджана и Армении.

Информационную поддержку оказали около 50 периодических научно-технических журналов, которые анонсировали конференцию. Информация о ней была также размещена на сайте «Конференции России».

Работа конференции велась по четырем направлениям:

1. Технологии восстановления первоначальной (заданной) геометрии поверхности и сварки изделий — 36 докладов.
2. Конструкционные и эксплуатационные методы повышения долговечности, обработка поверхности изделий — 23 доклада.
3. Технологии упрочнения и восстановления физико-механических свойств поверхности — 42 доклада.
4. Технологии диагностики, дефектации, мойки, очистки, окраски и консервации изделий — 7 докладов.

К открытию конференции был издан сборник докладов в двух томах общим объемом 675 страниц (108 докладов), который был распространен среди

участников, разослан по запросам различных организаций, направлен в крупнейший российский и мировой информационный и аналитический центр ВИНТИ РАН и крупные библиотеки РФ.

Во вступительном слове генерального директора научно-производственной фирмы «Плазмацентр» П. А. Тополянского, было отмечено, что в России и странах СНГ проводимая в Санкт-Петербурге конференция является наиболее значимой и крупномасштабной.

Известно, что защита деталей и изделий от изнашивания и коррозии является центральным звеном решения таких национальных проблем, как экономия энергии, сокращение расхода материалов, обеспечение надежности и безопасности механических систем.

Решение задач по эффективной защите от изнашивания и коррозии, восстановлению и ремонту деталей и изделий, стоящих перед предприятиями промышленного, агропромышленного и топливно-энергетического комплексов, муниципальных хозяйств города и области, могли бы сэкономить бюджету предприятий значительные денежные средства. Однако их решение сдерживается минимальной активностью организаций, не стремящихся снижать свою расходную часть: производителю невыгодно увеличивать срок службы изнашиваемых деталей в связи с сокращением их количества при продаже в качестве запасных частей; эксплуатационнику невыгодно ввиду бюджетного финансирования ремонтных работ и возможности простой закупки новых запасных частей; подрядчику ремонтных работ невыгодно из-за сокращения количества заказов.

Фирмы, предлагающие услуги по упрочнению, нанесению покрытий и ремонту, иногда владеют только отдельными технологиями, поэтому объективный вариант решения выдвигаемых задач заказчиками с технической и экономической сторон ими может быть и не предложен.

Современный уровень развития науки и техники позволил разработать новейшие технологические процессы упрочнения и нанесения покрытий

(наплавка порошковой проволокой, детонационное, высокоскоростное и газодинамическое напыление, PVD и CVD процессы нанесения тонкопленочных покрытий, финишное плазменное упрочнение, плазменная закалка, плазменная модификация и др.); современные материалы, способные противостоять коррозионному изнашиванию в течение 30–50 лет; новое поколение оборудования; программное обеспечение технологий. Все эти достижения для успешного внедрения в производство требуют активной демонстрации для ознакомления ведущих технических специалистов, возможности изготовления опытных образцов и деталей.

Главным отличием данной конференции является то, что на ней присутствуют не только ученые, преподаватели и разработчики технологий упрочнения, нанесения покрытий и ремонта, но и представители промышленности — непосредственные потребители данных технологий из России и стран СНГ. Здесь происходит прямое общение разработчика и непосредственного потребителя инновационных проектов. Именно диалогом и обменом опытом отличается эта конференция. Основная цель конференции — популяризация внедрения технологий, которые способны создавать надежную и конкурентоспособную продукцию, пропаганда необходимости получения новых знаний, способствующих повышению качества, надежности и долговечности выпускаемых и эксплуатируемых технических изделий. Особенностью конференции является ее практическая направленность: есть возможность найти исполнителя для внедрения процессов упрочнения, нанесения покрытий, восстановления и ремонта, на месте продемонстрировать процесс нанесения износостойких покрытий на изделия, привезенные с собой. Конференция важна также для аспирантов и студентов, которые выбрали в качестве своей будущей трудовой деятельности инженерное творчество.

На конференции было заслушано около 40 пленарных докладов. Каждая организация, представившая доклад, была отмечена дипломом. Аннотации 116 докладов и статей, присланных на конференцию, представлены на сайте www.technoconf.ru.

На конференции была представлена «Энциклопедия технологий ремонта, восстановления и упрочнения» — компакт-диск всех материалов предшествующих конференций (порядка 8000 стр.). Была проведена презентация книги «Плазменные технологии. Руководство для инженеров». Авторами монографии являются организаторы конференции — Н. А. Соснин, С. А. Ермаков, П. А. Тополянский.

Традиционно для участников конференции было организовано посещение промышленных участков по восстановлению и нанесению функциональных покрытий с использованием технологий газотермического напыления, наплавки и упрочнения. Был продемонстрирован новый процесс финишного плазменного упрочнения с нанесением тонкопленочного износостойкого покрытия, разработанный и запатентованный специалистами НПФ «Плазмацентр». При использовании данной технологии всего за несколько минут обработки изделий можно многократно повысить их стойкость.

В рамках конференции одновременно прошли школы-семинары: «Наплавка, напыление и упрочнение деталей промышленного оборудования — выбор технологии, оборудования и материалов», «Упрочнение, восстановление и ремонт инструмента, штампов, пресс-форм и другой технологической оснастки».

В ходе дискуссий и обсуждений участники конференции отметили сложности внедрения передовых современных технологий упрочнения, восстановления и ремонта. Активно высказывались мнения о целесообразности организации региональных центров реновации технических средств. Опыт функционирования такого центра в Санкт-Петербурге и Ленинградской области на базе научно-производственной фирмы «Плазмацентр» показал эффективность развития этого направления.

Участники конференции отметили некоторую активизацию работ по применению новых наукоемких технологий упрочнения (плазменных, лазерных, ультразвуковых и других электрофизических процессов) для продления ресурса работы деталей, инструмента и технологической оснастки. Нанотехнологии выходят из исследовательских лабораторий и все шире применяются для упрочнения различных изделий. Активно проводятся совместные работы ученых и практиков различных организаций России и стран СНГ.

Многие ведущие ученые выразили озабоченность появлением на рынке технологий упрочнения, нанесения покрытий и ремонта неквалифицированных фирм, которые не брезгают обманом, неэффективными рекомендациями и решениями, занимаются воровством идей, способов и устройств, выдавая их за собственные разработки.

Мнения и отзывы ведущих ученых и специалистов России и стран СНГ, работающих в области упрочнения, нанесения покрытий и ремонта, об эффективности и значимости проводимой конференции выложены на сайте www.technoconf.ru.

● #786

КНИГИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭКОТЕХНОЛОГИЯ»



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

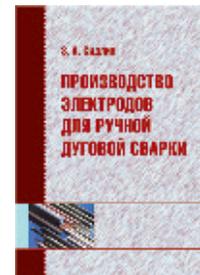
Изложены направления развития и совершенствования технического уровня сварочного производства и качества изготовления сварных конструкций. Дана характеристика современных конструкционных материалов, описаны пути повышения точности изготовления сварных конструкций, уровня механизации и автоматизации сварочного производства. Освещены принципы управления качеством сварных конструкций. Приведены современные электродуговые, плазменные, лазерные и фрикционные технологии сварки, наплавки, напыления и резки сталей, алюминиевых сплавов, титановых сплавов и пластмасс.

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

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

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

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



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

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

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

Заказы направлять по адресу: 380036 РФ, г. Белгород, б-р Юности, 2, к. 317.

Тел./ф. (4722) 53-73-27; тел. (4722) 53-73-23; моб. тел. 8 (910) 736-26-79

E-mail: mozgovojev@rambler.ru. МОЗГОВОЙ Виктор Федорович



МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

СТАНКОСТРОЕНИЕ

14-17 октября 2014 Крокус Экспо, Москва

При поддержке: МИНПРОМТОРГА России, Торгово-промышленной Палаты Российской Федерации Московской торгово-промышленной палаты, Союза машиностроителей России

Тематика выставки:

Металлообрабатывающие станки, кузнечно-прессовое оборудование, инструмент, автоматические линии, робототехника, комплектующие изделия, литейное производство, сварочное оборудование, обработка листового металла, лазерные технологии, измерительные приборы, программное обеспечение, деревообрабатывающее оборудование



СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ОТ ВЕДУЩИХ КОМПАНИЙ

Организатор
выставки:
ООО «Райт Солюшн»



+7 (495) 988-27-68
info@stankoexpo.com
www.stankoexpo.com

Генеральный информационный
спонсор:



Почетный уралмашевец

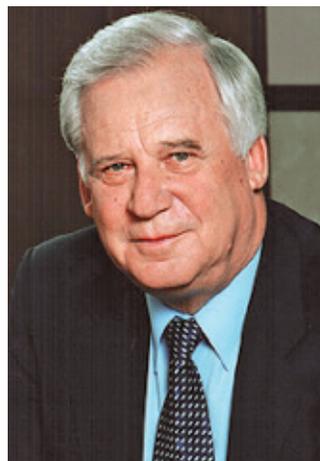
К 85-летию Николая Ивановича Рыжкова

В. И. Панов, д-р техн. наук, ОАО «Уралмашзавод» (Екатеринбург)

Николая Ивановича Рыжкова (а по тем временам для нас, студентов, просто Николая) я увидел впервые, когда мы «дневники», заканчивали учебу в институте. В аудитории дипломников высокий симпатичный «вечерник» сразу привлек внимание. Бросались в глаза коммуникабельность и простота общения с нами, совсем простыми мальчиками и девочками, поступившими в институт сразу после окончания десятилетки. Тогда мы, конечно, даже не предполагали, что сын украинского шахтера будет занимать высшие государственные посты.

Совместное решение ЦК КПСС и Совета министров Союза ССР 1957 г. было направлено на коренное перевооружение отечественного сварочного производства путем создания показательных сварочных производств. Первым стал Уралмашзавод. Началось проектирование блока цехов сварных машиностроительных конструкций. Отдел сварки был реорганизован в отдел главного сварщика, и сразу после защиты дипломного проекта Н.И. Рыжков стал первым отечественным главным сварщиком, другой кандидатуры такого масштаба попросту не было.

Сейчас, имея длительный производственный стаж и опыт преподавания в вузах сварочных дисциплин, понимаешь, какой груз был на плечах у главного сварщика, его заместителя В.В. Спешкова, главного конструктора общего машиностроения И.С. Миценгендлера, Е.С. Хенина (ВПИИ-тяжмаш) и других. Рыжков собрал воедино ум, опыт и мудрость «стариков», прошедших горнило военных лет, и энергию молодых талантливых начинающих руководителей. Поэтому неслучайно, что коллектив, руководимый Н.И. Рыжковым, впоследствии получил государственную премию. Этот уникальный опыт отражен в монографии «Производство сварных конструкций тяжелого машиностроения». Ее значение для науки и практики сварочного производства в свое время отметил проф. В.А. Вино-



Сенатор Федерального собрания
Российской Федерации
Н. И. Рыжков — председатель
Попечительского совета
«Прохоровское поле»

куров (МВТУ им. Баумана). Известна и высокая оценка этой книги Б.Е. Патеном.

Поскольку приходилось решать серьезные проблемы, была создана заводская общественная комиссия (шефство комсомола), меня назначили ее председателем. Вот тут я, молодой специалист, прошел школу Рыжкова, которая не прошла даром, меня избрали на освобожденную комсомольскую работу. В те времена была очень жесткая система подготовки кадров: освобожденных комсомольских работников готовили для руководящей работы в цехах. Но именно Николай Иванович во многом определил мою дальнейшую производственную судьбу. Он смог убедить секретаря парткома Уралмашзавода дать согласие на мое возвращение обратно в отдел главного сварщика. Мне поручали решение очень серьезных задач, в том числе и по личному указанию Н.И. Рыжкова. Именно здесь я вырос как специалист, закончил заочную аспирантуру в ЦНИИТМАШе (Москва), там же защитил кандидатскую диссертацию, затем и докторскую, но уже в УрФУ.

Вскоре Н.И. Рыжков был назначен сначала главным инженером Уралмашзавода,

а через пять лет — его директором. Позднее он перешел работать в министерство.

Рыжков обладал, как сейчас говорят, харизмой, он умел заставлять специалистов принимать оптимальные решения в тяжелых условиях без угроз, крика и использования «административного» языка.

В 1972 г. началась эпопея создания уникального шагающего экскаватора ЭШ-100.100 с длиной стрелы 100 м и ковшем вместимостью 100 м³ (240 т грунта), машины в северном исполнении, не имевшей мировых аналогов (см. «Сварщик России», 2013, № 2). Впервые монтаж крупногабаритных сварных конструкций машины подобного класса производился в полевых условиях резко континентального климата Сибири. По этой и другим причинам возникали трудности, которые невозможно было предусмотреть в заводских условиях. Мон-

таж машины был приостановлен, сомневающимися в успехе дела было много.

Николай Иванович, отправляя меня на место монтажа машины (Назарово Красноярского края), выразился так: «Приказать не могу, но по-человечески прошу потушить «пожар». Первая моя командировка вместо одного месяца продлилась четыре. В помощь были выделены бригада тензометристов и другие специалисты самого высокого уровня, что позволило найти оптимальные конструкторско-технологические решения и возобновить монтажные работы.

На разработку технологии композиционной наплавки (мельхиор+рэлит) засыпного аппарата крупнейшей в мире доменной печи объемом 5000 м³ для Кривого Рога работал весь научно-исследовательский коллектив (около 130 чел.) отдела главного сварщика. Достаточно сказать, что для проверки герметичности швов только одной из деталей требовалось до 200 л керосина. Проблемы возникали на каждом шагу. Цейтнот был ужасный. Контроль со стороны А.Н. Косыгина был жестким. Публичные сомнения японцев в изготовлении такой домны. Были ситуации, когда я просто не знал, какие решения надо принимать, чем это грозит при эксплуатации и т.д. А директор Уралмашзавода Н.И. Рыжков при разборе положения говорил: «Виктор Иванович, я тобой недоволен». Я бледнел, краснел и думал, лучше бы он отругал меня самыми грубыми словами. Все это заставляло думать, думать и еще раз думать, разумно рисковать, находить новые неожиданные решения.

Уралмашевцы постоянно бывали в Министерстве тяжелого, транспортного и энергетического машиностроения Союза ССР и, конечно, приходилось прибегать к помощи первого заместителя Министра, авторитет Рыжкова для работников министерства был безоговорочным. При нашем появлении помощник Рыжкова просто беленел: «Когда вы, уралмашевцы, оставите в покое Николая Ивановича?». Мы популярно объясняли, что Рыжкову очень дороги наши физиономии, он рад любой весточке с Уралмаша. Мне же иногда приходилось выполнять отдельные поручения Николая Ивановича по организации сварочных выставок на ВДНХ, участвовать в подготовке заседаний коллегии министерства, их проведении и др. И тут он снова преподносил уроки решения



Заводская общественная комиссия Уралмашзавода. В центре — главный сварщик Н. И. Рыжков, справа от него — Виктор Панов. Музей истории Уралмашзавода



Главный инженер Уралмашзавода Н.И. Рыжков (слева) и электросварщик Александр Медведков (Музей истории Уралмашзавода)

сложнейших вопросов. К проведению каждой коллегии Н. И. Рыжков готовился капитально. Николай Иванович лично общался со специалистами, глубоко вникал в суть вопроса, знал и понимал проблемы, видел пути их решения. И мне было просто жалко докладчика, когда тот пытался «вешать лапшу на уши». Реакция Рыжкова была такова, что вряд ли подобный фокус этот человек мог повторить в будущем.

Нам часто приходилось ездить и в Краматорск, где Рыжков в свое время закончил техникум. Работники Новокраматорского машиностроительного завода считали его своим и спрашивали: «Не знаете, как поживает наш Мыкола?».

Когда Рыжков начал работать в Госплане СССР, а тем более в ЦК КПСС, и в Совете министров СССР, охрана надежно оградила его от нашего брата. Тем не менее, уралмашевцы знали о том, что Н. И. Рыжкова уважали А. Н. Косыгин, Л. И. Брежнев и Ю. В. Андропов. Также не были секретом и отношения Б. Е. Патона и Н. И. Рыжкова. А об уважении моего научного руководителя лауреата Ленинской и двух сталинских премий К. В. Любавского (создателя отечественной школы металлургии сварки, в том числе и в среде СО₂) к Николаю Ивановичу я слышал неоднократно.

28 сентября 2009 г. Николаю Ивановичу Рыжкову исполнилось 80 лет. В бывшем

областном партийном архиве нашего города была организована выставка «Государственный деятель, инженер, гражданин». На ее открытии выступили Ю. Н. Кондратов, сменивший Рыжкова на посту генерального директора Уралмашзавода, директор НИИТЯЖМАШа Уралмашзавода Г. Н. Башилов, главный конструктор машин непрерывного литья заготовок В. М. Нисковских, помощник генерального директора завода Е. П. Политов и др. А вспомнить было что: техническое перевооружение Уралмашзавода и его филиалов, массовое многоэтажное жилищное строительство, пуск троллейбусов и многое другое.

Среди писателей престижной стала литературная премия имени Героя Советского Союза Н. И. Кузнецова, с инициативой создания которой выступил Н. И. Рыжков. Ее лауреатами стали Юлиан Семенов и другие советские писатели.

Хотя название выставки начиналось со слов «государственный деятель», но все выступавшие особо отмечали, прежде всего, человеческие качества юбиляра. Помимо работников завода, своими воспоминаниями поделились радио- и тележурналисты, художники, писатели. Прозвучало предположение, что именно Рыжков подсказал С. Федорову создать региональные центры микрохирургии глаза.



Директор Уралмашзавода Н. И. Рыжков (в центре) среди участников контрольной сборки надстройки шагающего экскаватора ЭШ-100-100 и руководства сварочного производства (Архив ОГС Уралмашзавода)

Н. И. Рыжков в Армении. 1994 г.



Секретарь ЦК КПСС Н. И. Рыжков при каждом удобном случае посещал сварочное производство Уралмашзавода (Музей истории Уралмашзавода)



Длительная дружба связывала Рыжкова с Львом Леонидовичем Сорокиным, руководителем свердловской писательской организации. Уже будучи сенатором, Николай Иванович взял на себя хлопоты по выходу в свет посмертного сборника стихов этого замечательного советского русского поэта.

Вспоминаю другой случай. Однажды в половине десятого вечера в цехе металлоконструкций появляется водитель Рыжкова: «Николай Иванович приказал увезти Вас домой». В 8 утра следующего дня Рыжков по телефону попросил меня уходить домой пораньше. Я же возражал, что беру пример с него, много проблем и т.д. Мои доводы надоели Николаю Ивановичу: «Как директор Уралмашзавода я не рекомендую тебе спорить со мной и приказываю уходить домой ровно в 17:00». На следующий день он опять позвонил, поинтересовался, как я выполняю его приказ.

Огромным уважением пользовался Н. И. Рыжков у начальников цехов Уралмашзавода, это — особая каста, которые заслужила много теплых слов. Настоящие трудоголики и профессионалы, воспитанные трудовыми буднями Великой отечественной войны знали, что всегда найдут понимание у такого же трудяги, как и они. Пришедшие им на смену молодые люди шли к директору Уралмаша со своими проблемами, за поддержкой и советом.

Остались в памяти воспоминания к.т.н., доцента Ю. А. Маслова и других знакомых о том, что Председатель Совета министров Союза ССР всегда откликнулся на личные просьбы.

До сих пор у меня перед глазами страшное землетрясение в Армении. Равнодушное лицо холеного генерального секретаря ЦК КПСС и сопереживающий национальному горю Председатель Совета министров СССР. Не зря Николаю Ивановичу Рыжкову, Национальному герою Армении, благодарные армяне поставили памятник в Спитаке.

Участие Н. И. Рыжкова в ликвидации чернобыльской катастрофы менее известно, что явно несправедливо. Именно благодаря его действиям как Председателя Совета министров СССР удалось избежать очень многих еще более страшных бед.

В настоящее время Н. И. Рыжков — сенатор Федерального собрания, где со свойственным ему размахом и энергией проводит работу по увековечиванию событий Великой Отечественной войны. Он — автор серии книг о бурных событиях конца прошлого века. Они читаются на едином дыхании.

Нельзя не упомянуть и Людмилу Сергеевну Рыжкову, которая также закончила нашу сварочную кафедру. Она долгие годы работала в бюро сварных конструкций шагающих экскаваторов. Для меня этот коллектив остается одним из самых любимых.

Выступая на 75-лети Уралмашзавода, Николай Иванович, кстати, не только 10-й по счету Председатель Совета министров Союза ССР, но и последний, сказал, что он не обижен государственными наградами, но самым дорогим и престижным он считает присуждение ему звания «Почетного уралмашевца».

● #787

ХІІІ МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2014

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ



**МЕТАЛЛО-
ОБРАБОТКА**

МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



УКРПЛАСТ

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

ПРОМЫШЛЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



УКРВТОР

КОМИССИОННАЯ ТЕХНИКА,
ОБОРУДОВАНИЕ



ПОДШИПНИКИ



УКРСВАРКА

ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ
И МАТЕРИАЛЫ



**ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ
СКЛАДСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**



СУБКОНТРАКТЫ

РАЗМЕЩЕНИЕ ЗАКАЗОВ ПО КООПЕРАЦИИ

Генеральный
информационный партнер:

**ОБОРУДОВАНИЕ
ИНСТРУМЕНТ**

Технический партнер:

RentMedia

ufi
Approved
Event



ОРГАНИЗАТОР

Международный выставочный центр

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

Министерства промышленной политики Украины

Украинской Национальной Компании "Укрстанкоинструмент"

**18-21
НОЯБРЯ**



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

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

www.iec-expo.com.ua

www.tech-expo.com.ua

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

Сервисная карточка читателя

Без заполненного
формуляра
недействительна

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

- обведите в Сервисной карточке индекс, соответствующий интересующей Вас продукции/услуге (отмечен на страницах журнала после символа «#»);
- заполните Формуляр читателя;
- укажите свой почтовый адрес;
- отправьте Сервисную карточку с Формуляром по адресу: **119049, г. Москва, Ленинский пр-т, д. 6, стр. 7, оф.19, «Сварщик в России».**

773 774 775 776 777 778 779 780 781 782 783 784
785 786 787 788 789 790 791 792 793 794 795 796
797 798 799 780 781 782 783 784 785 786 787 788
789 790 791 792 793 794 795 796 797 798 799 800
801 802 803 804 805 806 807 808 809 810 811 812
813 814 815 816 817 818 819 820 821 822 823 824
825 826 827 828 829 830 831 832 833 834 835 836
837 838 839 840 841 842 843 844 845 846 847 848

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Подробный почтовый адрес: _____

« _____ » _____ 2014 г.

_____ *подпись*

Формуляр читателя

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Виды деятельности предприятия _____

Выпускаемая продукция / оказываемые услуги _____

Руководитель предприятия (Ф. И. О.) _____

Тел. _____ Факс _____

Отдел маркетинга / рекламы (Ф. И. О.) _____

Тел. _____ Факс _____

Отдел сбыта / снабжения (Ф. И. О.) _____

Тел. _____ Факс _____

Тарифы на рекламу в 2014 г.

На внутренних страницах

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

На страницах основной обложки

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

На страницах внутренней обложки

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

Изготовление оригинал-макета

- 10% стоимости рекламной площади

Статья на правах рекламы

- 1 стр. — 7500 руб.

Прогрессивная система скидок

| Количество подач | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|------------------|----|-----|-----|-----|-----|
| • Скидка | 5% | 10% | 13% | 17% | 20% |

Тарифы на рекламу универсальные для журналов «Сварщик в России» и «Сварщик» (Украина). При размещении рекламно-информационных материалов одновременно в журналах «Сварщик» и «Сварщик в России» предоставляется скидка 5%.

Требования к оригинал-макетам

Для макетов «под обрез»:

формат журнала после обрезки 205×285 мм; до обрезки 210×295 мм; **внутренние поля для текста и информативных изображений не менее 20 мм.**

Цветные: TIF CMYK 300 dpi или EPS Illustrator for PC 5–11, include placed images (CMYK 300 dpi или bitmap 600 dpi, текст в кривых), или CorelDraw 9–12, текст в кривых.

Сопроводительные материалы: желательна распечатка с названием файла и точными размерами макета. Размеры макета должны точно соответствовать вышеуказанным.

Носители: CD-ROM, или DVD, или флэш-диск.

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

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

Заполняется печатными буквами

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

ФИЛИАЛ: 000 «РИВАЛ-РУ»
+7 (495) 649-3020
info@rywal.ru
www.rywal.eu

Дистрибьюторы:

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

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

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

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



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



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

**Разработка и
изготовление
оборудования**

для механизированной дуговой наплавки

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



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

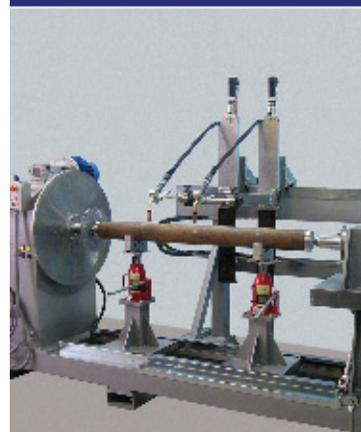
ИЗРМ-5 —
универсальная
установка
автоматической
дуговой наплавки
малогобаритных
цилиндрических
деталей



**НАВКО-
ТЕХ**

Automatic machines and robots for arc welding

**Автоматические установки и роботы
для дуговой сварки и наплавки**



УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ
ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ ШВОВ

УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ
КОЛЬЦЕВЫХ ШВОВ

РОБОТотехнологические
КОМПЛЕКСЫ для СВАРКИ

СВАРОЧНАЯ АППАРАТУРА

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

http://www.navko-teh.kiev.ua

E-mail: info@navko-teh.kiev.ua



**ООО МЕЖДУНАРОДНАЯ
КОМПАНИЯ "ВИКШАЙН"
ТОРГОВЫЙ ДОМ "ОЛЬГА"**



**ТЯНЬЦЗИНЬСКАЯ ГРУППА КОМПАНИИ
СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ «ЗОЛОТОЙ МОСТ»**

www.vicshine-welding.com www.tdolga.ru

www.tjgoldenbridge.com

"Vicshine" является комплексным предприятием, занимающимся и продажей, и предоставляющим системное обслуживание оборудования для сварочных материалов «Золотой мост» в России. Основная концепция компании "Vicshine" – профессионализм работников, отличное качество товаров, дополнительные услуги по сервисному обслуживанию. Мы постараемся стать вашим надежным партнером.

АДРЕСА ОБСЛУЖИВАНИЯ:

Адрес: КНР. Пров. Цзилинь, г. Чанчунь, ул. Народная, д.7655, Ханкунгоцзи бизнес-центр, А-802
Тел.: +86-431-81911128 +86-431-81911130
E-mail: sales@vicshine.com

Адрес: МО г.Одинцово Транспортный проезд 7
Тел.: +7 916-703-3166 8 (495) 64-92-998
E-mail: vicshine-welding@mail.ru

Адрес: г. Санкт-Петербург, ул. Ремесленная, 17, офис. 433.
Тел.: +7 911-824-5318
E-mail: lager74@mail.ru tdolga.spb@mail.ru

Адрес: г. Уссурийск, Новоникольское шоссе, 9А.
Тел.: 8 (4234) 35-68-75 8 (4234) 34-50-21
E-mail: tdolga@mail.ru tdolga1@mail.ru

Адрес: г. Хабаровск, с.Тополово, ул. Гаражная,66.
Тел.: +7 914-772-6202 +7 914-164-9656
8 (4212) 35-11-00 8 (4212) 35-11-58
8 (4212) 35-11-63
E-mail: oooiigrok@mail.ru tersindv@mail.ru



Тяньцзиньская группа компаний сварочных материалов «Золотой мост» является крупнейшим производителем специальных сварочных материалов. Мы предлагаем большой ассортимент сварочных материалов, свыше 300 видов, и принимаем заказы по разработке и производству оригинальных сварочных материалов.



Служебный корпус "Vicshine"



Производственное помещение



Склад в г. Уссурийск & г. Хабаровск



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



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

*Качество продукции подтверждается
объемами поставок
и широким кругом партнеров*



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

Представители:

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

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

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

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