

THE LINDE GROUP

Linde

К новым вершинам с ПАО «Линде Газ Украина».

ПАО «Линде Газ Украина», входящее в международную промышленную группу Linde, является ведущим поставщиком промышленных газов и технологических решений для производства. Наши концепции и решения приносят ощутимые преимущества в металлообработке, при сварке, резке, пайке и других процессах.

Технологии, предлагаемые компанией ПАО «Линде Газ Украина», позволяют:

- Повысить производительность и качество.
- Снизить затраты.
- Применить новые формы газообеспечения.
- Занять лидирующее положение на рынке.

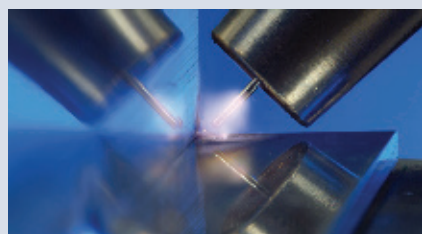
ПАО «Линде Газ Украина»

Головной офис, г. Днепропетровск: ул. Кислородная, 1 тел./факс: (0562) 35-12-28

Филиал в г. Киев: ул. Лебединская, 36 тел./факс: (044) 507-23-69

Филиал в г. Калуш: ул. Промышленная, 4 тел./факс: (034) 259-13-00

www.linde.ua





СВАРОЧНЫЕ ЭЛЕКТРОДЫ ДЛЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ



КС Хаваран, Иран



Сварено электродами ООО «ФРУНЗЕ-ЭЛЕКТРОД»

1. Система качества по ДСТУ ISO 9001:2009.
2. Сертификатные испытания каждой партии электродов.
3. Изготовление на швейцарском оборудовании.
4. Вакуумная упаковка.
5. Маркировка каждого электрода.

ООО «ФРУНЗЕ-ЭЛЕКТРОД»

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

LTD Frunze-Electrodes

58, Gorky Street, Sumy, 40004, Ukraine
Tel./Fax: +38 (0542) 22-13-42
+38 (0542) 22-54-38
Tel.: +38 (0542) 68-60-31

E-mail: frunze@i.ua

www.frunze.com.ua



5 (105) 2015

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

Журнал награжден Почетной грамотой и Памятным знаком Кабинета Министров Украины

Сварщик®

Технологии
Производство
Сервис

5—2015

СОДЕРЖАНИЕ

Поздравляем!

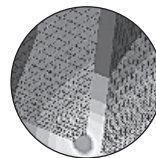
75 лет Леониду Михайловичу Лобанову 4



Новости техники и технологий 5

Технологии и оборудование

Электронно-лучевые технологии в сварочном производстве.
Г. И. Лащенко 6



Дугоконтактная конденсаторная сварка разнородных металлов.
Д. М. Калеко 10



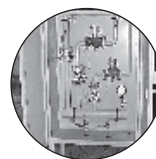
«Умные» зажимы контактных стыковых машин «Чайка»
для сварки лент и стержней *Д. В. Чайка, В. Г. Чайка,
Б. И. Волохатюк, А. И. Ситко, С. П. Крушневич, А. А. Хатаян* 13

Технологии и материалы

Сварка термостойких пластмасс. Сварка нагретым инструментом.
*М. В. Юрженко, Н. Г. Кораб, В. Ю. Кондратенко, А. Н. Гальчун,
В. В. Анистратенко, М. Г. Менжерес* 16



Защитные покрытия из порошка Al_2O_3 на изделиях
из титана. *Ю. Н. Тюрин, О. В. Колисниченко, И. М. Дуда, Н. Я. Васирик,
М. Г. Ковалева, М. С. Прозорова, М. Ю. Арсеев* 19



Производственный опыт

Капитальный ремонт и модернизация двух стационарных машин
газовой резки и создание участка разделки крупного лома
на шихту на ПАО «Энергомашспецсталь». *В. М. Литвинов,
Ю. Н. Лысенко, С. А. Чумак, В. В. Капустин, Н. П. Бескровный,
А. А. Горшков, М. Ю. Шуб* 24



Наши консультации 30

Роботизация сварочного производства

Роботизация сварочных процессов: TPS/i Robotics.
Новые решения от Fronius: семинар 32



Причины сдерживания роботизации промышленных
предприятий в Украине. *А. Н. Моторин, В. А. Дорошенко* 33



Охрана труда

Порядок расследования несчастных случаев
комиссией предприятия. *О. Г. Левченко* 41



Все для сварки. Торговый ряд 49

Вітаємо!

- 75 років Леоніду Михайловичу Лобанову 4

Новини техніки й технологій 5

Технології й устаткування

- Електронно-променеві технології в зварювальному виробництві.
Г. І. Лашенко 6
- Дугоконтактне конденсаторне зварювання різномірних металів.
Д. М. Калєко 10
- «Розумні» затискачі контактних стикових машин для зварювання стрічок і стрижнів Д. В. Чайка, В. Г. Чайка, Б. І. Волохатюк, А. І. Ситко, С. П. Крушневич, А. А. Хатаян 13

Технології й матеріали

- Зварювання термостійких пластмас. Зварювання нагрітим інструментом. М. В. Юрженко, Н. Г. Кораб, В. Ю. Кондратенко, А. Н. Гальчун, В. В. Аністратенко, М. Г. Менжерес 16
- Захисні покриття з порошку Al_2O_3 на виробках з титану.
Ю. Н. Тюрин, О. В. Колісниченко, І. М. Дуда, Н. Я. Василік, М. Г. Ковальова, М. С. Прозорова, М. Ю. Арсєнко 19

Виробничий досвід

- Капітальний ремонт та модернізація двох стаціонарних машин газового різання й створення ділянки оброблення великого лому на шихту на ПАТ «Енергомашспецсталь». В. М. Литвинов, Ю. Н. Лисенко, С. А. Чумак, В. В. Капустін, Н. П. Бескровний, А. А. Горшков, М. Ю. Шуб 24

Наші консультації 30

Роботизація зварювального виробництва

- Роботизація зварювальних процесів: TPS/i Robotics. Нові рішення від Fronius: семінар 32
- Причини стримування роботизації промислових підприємств в Україні. А. Н. Моторін, В. А. Дорошенко 33

Охорона праці

- Порядок розслідування нещасних випадків комісією підприємства. О. Г. Левченко 41

Все для сварки. Торговий Ряд 49

CONTENT

News of technique and technologies 5

Technologies and equipment

- Electron-beam technologies in welding production
G. I. Lashenko 6
- Condenser contact arc welding of dissimilar metals. D. M. Kaleko 10
- Smart clips for contact butt machines «Chaika» for welding of tapes and rods. D. V. Chaika, V. G. Chaika, B. I. Volochatiuk, A. I. Sitko, S. P. Krushnevich, A. A. Chatayan 13

Technologies and materials

- Welding of heat-resistant plastics. Welding by heated tool.
M. V. Iurzhenko, N. G. Korab, V. Yu. Kondratenko, A. N. Galischun, V. V. Anistratenko M. G. Mengeres 16
- Protective coverings from the powder of Al_2O_3 on titanium products.
Yu. N. Tyurin, O. V. Kolisnichenko, I. M. Duda, N. Ya. Vasilik, M. G. Kovaleva, M. C. Prozorova, M. Yu. Arseenko 19

Production experience

- Capital repair and modernization of two gas cutting stationary machines and creating the cutting area of a major scrap in the charge at PJSC «Energomashspetsstal».
V. M. Litvinov, Yu. N. Lysenko, S. A. Chumak, V. V. Kapustin, N. P. Beskrovny, A. A. Gorshkov, M. Yu. Shub 24

Our consultations 30

Robotization of welding production

- Robotization of welding processes: TPS/i Robotics. New solutions from Fronius: seminar 32
- The reasons of deterrence robotization of industrial enterprises in Ukraine. A. N. Motorin, V. A. Doroshenko 33

Labour protection

- The procedure for accidents investigation of commission of the company. O. G. Levchenko 41

All welding. Trading row 49

Свидетельство о регистрации №13094-1978 Пр от 27.08.07

Учредители

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

Издатель

ООО «Экотехнология»

Информационная поддержка:

Общество сварщиков Украины
Журнал «Автоматическая сварка»
Национальный технический
университет Украины «КПИ»

Журнал издается
при содействии UNIDO,
НТК «ИЭС им. Е. О. Патона»
НАНУ



Главный редактор

В. Д. Позняков

Зам. главного редактора

В. Г. Абрамишвили

Редакционная коллегия

В. А. Белинский, Ю. К. Бондаренко,
А. В. Вавилов, Ю. В. Демченко,
В. М. Илюшенко, Г. И. Лашенко,
О. Г. Левченко, В. М. Литвинов,
Л. М. Лобанов, А. А. Мазур,
П. П. Проценко, С. В. Пустовойт,
И. А. Рябцев

Редакционный совет

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

Редактор, маркетинг

О. А. Трофимец

Верстка

В. П. Семенов

Адрес редакции

03150, Киев, ул. Горького, 62Б,
а/я 52

Телефон

+380 44 200 5361

Тел./факс

+380 44 200 8018, 200 8014

E-mail

welder.kiev@gmail.com
trofimits.welder@gmail.com

URL

http://www.welder.stc-paton.com/

Представительство в Беларуси

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

Представительство в России

Москва, ООО «Центр трансфера
технологий» ИЭС им. Е. О. Патона
В. В. Сипко
+7 903 795 18 49
e-mail: ctt94@mail.ru

Представительство в Латвии

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

Представительство в Литве

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

Представительство в Болгарии

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

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

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

Подписано в печать 13.10.2015. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

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

Зак. № 000113 от 13.10.2015. Тираж 900 экз.

Печать: ООО «Полиграфический центр «Принт 24», 2014.

Киев, ул. Шахтерская, 9. Тел./ф. (044) 591 1012, 591 1013.

© ООО «Экотехнология», 2015

Электронно-лучевые технологии в сварочном производстве

Г. И. Лащенко

Рассмотрены особенности технологии электронно-лучевой сварки (ЭЛС). Представлена схема конструкции типовой ЭЛП. Изучены особенности ЭЛС толстолистового металла. Приведены характерные значения давлений, влияющих на расплав при ЭЛС. Рассмотрены формы отклонений электронного пучка и приведена схема последовательности операций по его отклонению.

Дугоконтактная конденсаторная сварка разнородных металлов

Д. М. Калеко

Рассмотрены применения дугоконтактной конденсаторной сварки, при которой дуга горит между соединяемыми поверхностями металлических деталей, происходит их нагрев и детали стыкуются усилием осадки. Отмечено, что такой способ сварки позволяет получать соединения металлов, сплав которых был ранее неизвестен. Проведен анализ соединения разнородных деталей разного сечения.

«Умные» зажимы контактных стыковых машин «Чайка» для сварки лент и стержней

Д. В. Чайка, В. Г. Чайка, Б. И. Волохатюк, А. И. Ситко, С. П. Крушневич, А. А. Хатаян

Разработана машина для контактной стыковой сварки «Чайка» МКССО-60, каретка подвижного зажима которой не имеет трущихся частей и не требует обслуживания. Созданы «умные» зажимы для этой машины, обеспечивающие усилие зажатия ленты пропорциональное ее толщине, настройку равномерного нагрева по ее ширине, доступ к электродам для их очистки. Предложен метод оценки качества получаемых соединений путем измерения величины осадки.

Сварка термостойких пластмасс. Сварка нагретым инструментом

М. В. Юрженко, Н. Г. Кораб, В. Ю. Кондратенко, А. Н. Гальчун, В. В. Анистратенко, М. Г. Менжерес

Изучены особенности сварки нагретым инструментом одного из термостойких полимеров класса полиариленов — полиэфиримида (PEI). Показано на примере полимерного материала ZX-410 (на основе PEI), что метод сварки нагретым инструментом встык, при температуре нагревательного инструмента 400 ± 15 °C и длительности прогрева 40–50 с, может обеспечить максимальный уровень в 75–77% относительной прочности сварных соединений.

Защитные покрытия из порошка Al_2O_3 на изделиях из титана

Ю. Н. Тюрин, О. В. Колісниченко, І. М. Дуда, Н. Я. Василик, М. Г. Ковалева, М. С. Прозорова, М. Ю. Арсеев

Исследованы возможности повышения стойкости к гидро- и газоабразивному изнашиванию изделий из титановых сплавов, путем нанесения защитных керамических покрытий из порошка Al_2O_3 с использованием кумулятивно-детонационной технологии. Показано, что такое керамическое покрытие, нанесенное с использованием указанной технологии, существенно увеличивает твердость и износостойкость поверхности титановых деталей ОТ4св, эксплуатируемых в условиях гидро- и газоабразивного воздействия.

Капитальный ремонт и модернизация двух стационарных машин газовой резки и создание участка разделки крупного лома на шихту на ПАО «Энергомашспецсталь»

В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко, С. А. Чумак, В. В. Капустин, Н. П. Бескровный, А. А. Горшков, М. Ю. Шуб

Рассмотрены этапы капитального ремонта и модернизации 2-х стационарных машин газовой резки МГР УОП-1. Описаны разработанные детали газовой части машин, включая резак РГКМ-5. Установлено, что в результате проведенных ремонта и модернизации МГР УОП-1 повысились их надежность, безопасность и увеличился срок службы.

Электронно-променевые технологии в сварочном производстве

Г. И. Лащенко

Розглянуті особливості технології електронно-променевого зварювання (ЕПЗ). Представлена схема конструкції типової ЕПГ. Вивчені особливості ЕПЗ товстолистового металу. Приведені характерні значення тисків, що впливають на розплав при ЕПЗ. Розглянуті форми відхилень електронного пучка і приведена схема послідовності операцій по його відхиленню.

Дугоконтактне конденсаторне зварювання різнорідних металів

Д. М. Калеко

Розглянуте застосування дугоконтактного конденсаторного зварювання, при якому дуга горить між металевими деталями, що сполучаються, відбувається їх нагрів і деталі стикуються зусиллям осадки. Відмічено, що такий спосіб зварювання дозволяє отримувати з'єднання металів, сплав яких був раніше невідомий. Проведений аналіз з'єднання різнорідних деталей різного перерізу.

«Розумні» затиски контактних стыковых машин для зварювання стрічок і стрижнів

Д. В. Чайка, В. Г. Чайка, Б. І. Волохатюк, А. І. Ситко, С. П. Крушневич, А. А. Хатаян

Розроблена машина для контактного стыкового зварювання «Чайка» МКССО-60, каретка рухливого затиску якої не має частин, що труться, і не вимагає обслуговування. Створені «розумні» затиски для цієї машина, що забезпечують зусилля затиску стрічки пропорційне її товщині, налаштування рівномірного нагріву по її ширині, доступ до електродів для їх очищення. Запропонований метод оцінки якості отримуваних з'єднань шляхом виміру величини осадки.

Зварювання термостійких пластмасс. Зварювання нагрітим інструментом

М. В. Юрженко, Н. Г. Кораб, В. Ю. Кондратенко, А. Н. Гальчун, В. В. Анистратенко, М. Г. Менжерес

Вивчені особливості зварювання нагрітим інструментом одного з термостійких полімерів класу поліариленив — поліефіримида (PEI). Показано на прикладі такого полімерного матеріалу ZX-410 (на основі PEI), що метод зварювання нагрітим інструментом встык, при температурі нагрівального інструменту 400 ± 15 °C і тривалістю прогрівання 40–50 с, може забезпечити максимальний рівень в 75–77% відносної міцності зварних з'єднань.

Захисні покриття з порошку Al_2O_3 на виробках з титану

Ю. Н. Тюрин, О. В. Колісниченко, І. М. Дуда, Н. Я. Василик, М. Г. Ковальова, М. С. Прозорова, М. Ю. Арсеев

Досліджені можливості підвищення стійкості до гидро- і газоабразивного зношування виробів з титанових сплавів, шляхом нанесення захисних керамічних покриттів з порошку Al_2O_3 з використанням кумулятивно-детонаційної технології. Показано, що таке керамічне покриття, нанесене з використанням зазначеної технології, істотно збільшує твердість і зносостійкість поверхні титанових деталей ОТ4св, експлуатованих в умовах гидро- і газоабразивної дії.

Капітальний ремонт та модернізація двох стаціонарних машин газового різання й створення ділянки оброблення великого лому на шихту на ПАТ «Енергомашспецсталь»

В. М. Литвинов, Ю. Н. Лисенко, С. А. Чумак, В. В. Капустин, Н. П. Бескровний, А. А. Горшков, М. Ю. Шуб

Розглянуті етапи капітального ремонту і модернізації 2-х стаціонарних машин газового різання МГР УОП-1. Описані розроблені деталі газовой частини машин, включаючи різак РГКМ-5. Встановлено, що за результатами проведених ремонту і модернізації МГР УОП-1 підвищилися їх надійність, безпека та збільшився термін служби.

Леониду Михайловичу Лобанову — 75 лет!

В сентябре исполнилось 75 лет доктору технических наук, профессору, академику НАН Украины, заслуженному деятелю науки и техники Украины, лауреату Премии Совета Министров СССР, Государственной Премии Украины, Премии им. Е. О. Патона НАНУ, известному ученому в области материаловедения, прочности материалов и конструкций Леониду Михайловичу Лобанову.

В 1962 г. Л. М. Лобанов окончил факультет промышленного и гражданского строительства Киевского инженерно-строительного института, а в 1968 г. — вечернее отделение механико-математического факультета Киевского государственного университета по специальности «механика».

С 1963 г. жизнь Л. М. Лобанова неразрывно связана с Институтом электросварки им. Е. О. Патона, в котором он прошел путь от инженера до заведующего отделом «Оптимизации сварных конструкций новой техники». В 1985 г. его избрали на должность заместителя директора института, а в 2015 г. — академиком-секретарем Отделения физико-технических проблем материаловедения НАНУ.

Научная деятельность Л. М. Лобанова направлена на изучение поведения материалов при сварке, разработку экспериментальных методов исследований и регулирования сварочных напряжений и деформаций, создание современных сварных конструкций, отличающихся высокой надежностью и долговечностью, а также методов и средств их диагностики.

Особое внимание в своей работе Л. М. Лобанов уделяет разработке методологических основ прогнозирования остаточного ресурса, созданию методов, технических средств и технологий для оценки технического состояния и продления сроков эксплуатации техногенных и экологически опасных объектов. С 2004 г. он является заместителем науч-

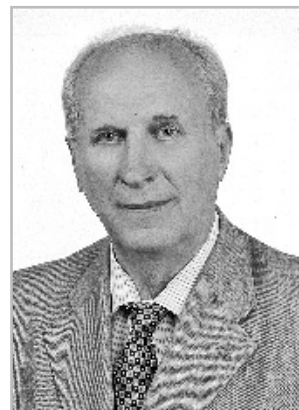
ного руководителя программы НАНУ «Проблемы ресурса и безопасности эксплуатации конструкций, инженерных сооружений и машин».

Л. М. Лобанов активно участвует в развитии украинской системы стандартизации и сертификации сварочных технологий, материалов и оборудования. С 1992 г. он возглавил Национальный технический комитет Украины по стандартизации ТК-44 «Зварювання і споріднені технології». По его инициативе в 1996 г. при ИЭС было создано ГП — научно-технический центр обеспечения качества и сертификации «СЕПРОЗ», а в 2004 г. — Международный научно-технический центр обеспечения качества и сертификации «ПАТОНСЕРТ», который проводит сертификацию сварочных производств в соответствии с международными стандартами.

Л. М. Лобанов внес и продолжает вносить большой вклад в развитие научно-технического сотрудничества с организациями и предприятиями Украины, стран СНГ, Китайской Народной Республики и Южной Кореи, регулярно выступает с докладами на престижных научных форумах, возглавляет ряд международных проектов.

Л. М. Лобанов — автор более 750 научных работ, среди которых 6 монографий, 80 авторских свидетельств и патентов. Он создал признанную научную школу в области сварных конструкций. Подготовил 9 докторов и 16 кандидатов технических наук.

За научно-технические достижения ему были присуждены: в 1981 г. Премия Совета Министров СССР, в 1994 г. — Государственная премия Украины в области науки и техники. За цикл работ по вопросам прочности, диагностики и продления ресурса сварных конструкций в 2004 г. был отмечен премией им. Е. О. Патона НАН Украины. Награжден орденами «За заслуги» I (2014), II (2009) и III (1997) степеней, орденом «Знак почета» (1982), знаком отличия НАН Украины «За научные достижения» (2007 г.), а также многими медалями, в том числе за создание крупногабаритных конструкций для работы в космосе — медалью им. Ю. В. Кондратюка. В 2004 г. присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки и техники Украины». Награжден Почетным золотым знаком Польского научно-технического общества (2014).



Робот серии CR-35iA компании FANUC

Единственный в мире коллаборативный робот CR-35iA грузоподъемностью 35 кг освободит вас от тяжелой работы. Способность поднимать грузы весом до 35 кг в сочетании с потрясающей досягаемостью и абсолютной безопасностью позволяют использовать данный робот для выполнения самых разнообразных работ. Большинство из них традиционно выполнялись вручную, но теперь все изменилось. Благодаря FANUC у вас появится время для выполнения более квалифицированной работы. Не беспокойтесь, датчики усилия и мягкая резиновая кожа обеспечат вашу безопасность.

CR-35iA не нуждается в специальном программировании. Возможно обучение с помощью стандартных решений FANUC. В зависимости от области применения, робот можно оснастить различными системами технического зрения. В наличии как стандартные промышленные периферийные системы, так и датчики изображения FANUC Vision Sensor и FANUC 3D Area Sensor. Благодаря системе FANUC 3D Area Sensor робот может брать детали произвольной формы и передавать их вам. FANUC

CR-35iA без труда поднимает и позиционирует тяжелые изделия, что дает возможность сконцентрироваться на выполнении более сложных задач. Он позволит работать быстрее, безопаснее и эффективнее.

Робот CR-35iA FANUC — первый подобный робот в мире. Робот достаточно силен и безопасен, что дает возможность людям и роботам работать совместно во множестве новых областей. Предназначение робота FANUC — помогать людям при выполнении тяжелой, монотонной работы в таких отраслях, как автомобилестроение, упаковка, распределение и металлообработка. Благодаря этому роботу у вас появится больше времени для выполнения более квалифицированной работы, он поможет избежать переутомления и производственных травм. Работая вместе с роботом вы повысите производительность, обеспечите более высокий уровень охраны здоровья и безопасности сотрудников, сделаете ваш бизнес более конкурентоспособным.



● #1519

robotics.com.ua

Моделирование тепловых и металлургических процессов сварки и термообработки

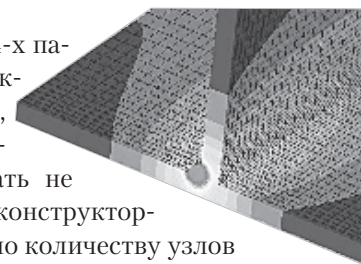
Инновационная программа SYSWELD (Франция) предназначена для расчетов процессов сварки и термообработки. В программе реализован механизм численного решения, который, за счет обратных связей, шаг за шагом выполняет поставленные задачи: расчет тепловых полей, микроструктуры шва и структурных напряжений. Программа позволяет в рамках моделирования варьировать параметры процесса сварки и благодаря этому находить оптимальные решения. Она воссоздает сварочные процессы характерные для всех промышленных сплавов на основе алюминия и сталей. Возможен также анализ специфики поведения и экзотических сплавов, например, используемых преимущественно в аэрокосмической отрасли. Программа SYSWELD моделирует также термическую обработку металлов и сварку, внутренние напряжения, деформацию, твердость и прочность материалов.

SYSWELD состоит из 4-х пакетов для работы конструкторов и технологов. Пакет, используемый технологами, позволяет обрабатывать не более 15000 узлов. Для конструкторского пакета ограничения по количеству узлов нет. Программное обеспечение позволяет проводить моделирование вручную, по шаблону или автоматически. Результаты могут быть представлены в виде графиков, диаграмм, числовых значений. SYSWELD позволяет оценить остаточную деформацию, минимизировать остаточные напряжения; учесть влияние геометрии, материала, оптимизировать процесс сварки, оценить металлургические превращения, анализировать влияние активного источника тепла (при лазерной сварке).

Особенностью работы программы является то, что в ней заложен алгоритм учета деформаций, вызываемых металлургическими превращениями, которые оказывают большое влияние на остаточные сварочные коробления. SYSWELD работает с термокинетическими диаграммами, которые описывают процесс фазовых переходов.

● #1520

www.esi-group.com



Электронно-лучевые технологии в сварочном производстве*

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

2. Электронно-лучевая сварка

Важное место среди электронно-лучевых технологий занимает электронно-лучевая сварка. При осуществлении электронно-лучевой сварки (ЭЛС) в качестве энергоносителя используют мощный электронный пучок (луч), который генерируется в электронно-лучевой пушке (ЭЛП), конструктивная схема которой приведена на рис. 3 [5].

В катодном блоке 1 расположен разогреваемый металлический диск, эмитирующий электроны. Электрическое поле, создаваемое между катодом и анодом 2, формирует электроны в пучок и направляет его в отверстие по оси анода. За пределами анода пучок движется по инерции под воздействием магнитных полей фокусирующих линз 3, 4 и обмоток 5, которые отклоняют пучок.

Современные ЭЛП формируют пучки с углом схождения $\alpha_n = 0,02$ рад. Максимальный технологический эффект достигается в наиболее узкой части пучка, а именно в плоскости фокального пятна.

Сварку тонколистовых металлов ($\delta \leq 1-3$ мм) обычно выполняют расфокусированным пучком электронов при небольших значениях удельной мощности в пятне нагрева (рис. 4) [6]. По термодинамическому циклу такая сварка почти не отличается от аргонодуговой сварки неплавящимся электродом.

Большинство исследований и разработок в области ЭЛС, выполненных в последние десятилетия, посвящено сварке толстолистового металла.

Особенности электронно-лучевой сварки толстолистового металла. При сварке толстолистовых металлов используют острофокусные пучки электронов с плотностью мощности $1 \cdot 10^7$ Вт/см². Такой электронный пучок представляет собой сосредоточенный источник и обеспечивает «кинжальное» проплавление металла. Теоретический термический КПД такого

источника $\eta_T = 0,484$. Эффективный КПД нагрева основного металла электронным пучком η_n достигает 0,95. Поэтому согласно [5] полный тепловой КПД ЭЛС достигает

$$\eta_{np} = \eta_n \cdot \eta_T = 0,45 \quad (8)$$

В работе [7] показано, что электронно-лучевая и лазерная сварки являются синергетическими (самоорганизующимися) процессами. Они характеризуются в определенном диапазоне режимов высокими значениями η_T , которые при сварке титана достигают 0,7 (т.е. превышают теоретический). При этом установлено, что термический КПД в значительной степени зависит от теплопроводности свариваемого материала (для низкотеплопроводного материала η_T выше) и параметров сварки.

Параметрами процесса ЭЛС являются ускоряющее напряжение $U_{уск}$, сила тока пучка I_n , расстояния от пушки до изделия d и от пушки до плоскости фокусировки b , скорость сварки $v_{св}$.

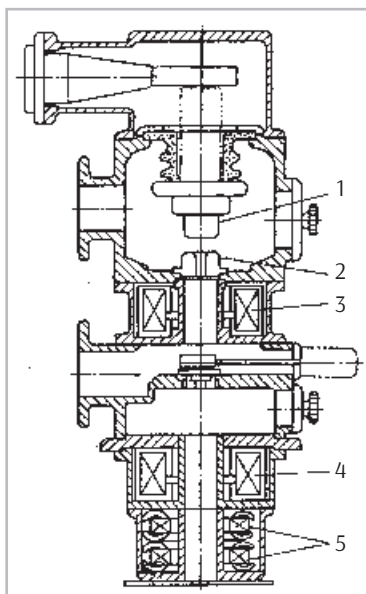


Рис. 3. Схема конструкции типовой сварочной ЭЛП: 1 — катодный блок; 2 — анодный блок; 3, 4 — фокусирующие линзы; 5 — обмотка

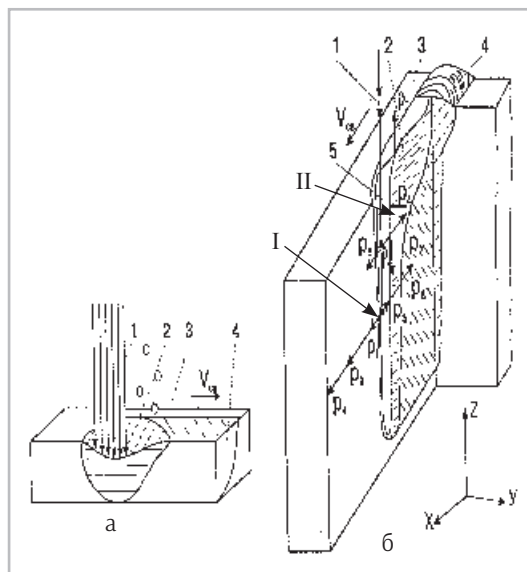


Рис. 4. Продольно-поперечное сечение сварочной ванны со схемой давлений, воздействующих на жидкий металл: а — сварка низкоконцентрированным источником нагрева; б — сварка с глубоким проплавлением; 1 — сварочный пучок; 2 — расплавленный металл; 3 — свариваемый металл; 4 — сварной шов; 5 — пародинамический канал; I — передняя стенка канала; II — задняя стенка канала

* Продолжение. Начало в № 4—2015.

Объем металла V_m , расплавляемый сосредоточенным источником теплоты мощностью $P = U_{\text{уск}} \cdot I_{\text{п}}$, составляет

$$V_m = h \cdot B \cdot v_{\text{св}} = \eta_{\text{т}} \cdot P \cdot \eta_{\text{и}} / T_{\text{пл}} \cdot c_{\gamma}, \quad (9)$$

где h и B — средние значения глубины проплавления и ширины шва соответственно; $v_{\text{св}}$ — скорость сварки; c_{γ} — объемная теплоемкость металла; $T_{\text{пл}}$ — температура плавления.

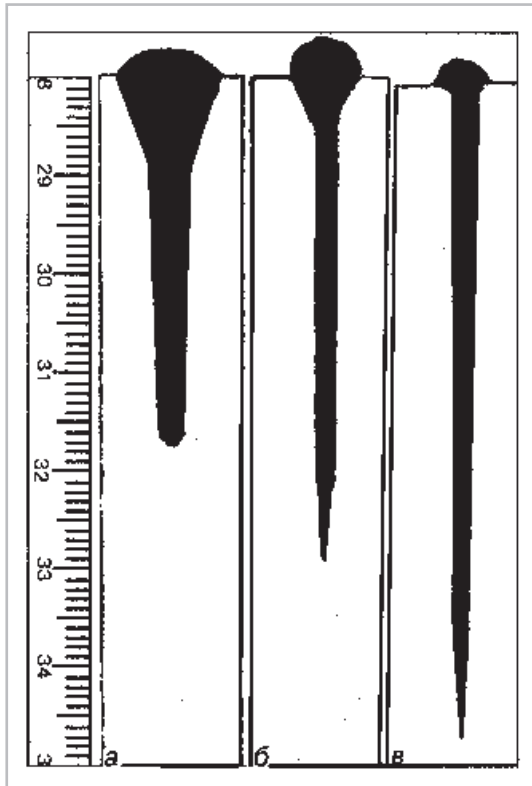


Рис. 5. Макрошлифы стали X18H9T, сформированные электронными пучками при различных ускоряющих напряжениях $U_{\text{уск}}$, кВ: а = 30; б = 60; в = 100

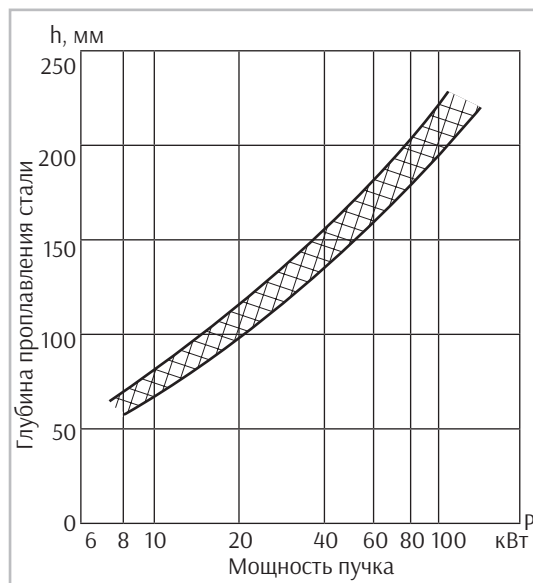


Рис. 6. Зависимость глубины проплавления стали X18H9T от мощности пучка

Установлено [5, 6], что при изменении мощности пучка P за счет увеличения $I_{\text{п}}$ ширина шва B возрастает, а глубина проплавления h практически не изменяется.

При одинаковой ширине пучка с ростом ускоряющего напряжения $U_{\text{уск}}$ глубина проплавления увеличивается. На рис. 5 приведены макрошлифы стали X18H9T, проплавленные электронным пучком мощностью 10 кВт при различных ускоряющих напряжениях — 30, 60 и 100 кВ [5]. На рис. 6 показаны зависимости глубины проплавления h этой стали от мощности пучка P .

При сварке стали в нижнем положении со скоростью 2,5 мм/с — $P/h = 0,25$ кВт/мм, в горизонтальном — $P/h = 0,20$ кВт/мм. Эти ориентировочные величины могут быть использованы технологами при выборе типа ЭЛП.

Глубину проплавления h можно определить по формуле [5]

$$h = 0,4 \eta_{\text{пр}} \cdot P / v_{\text{св}} S B, \quad (10)$$

где S — теплосодержание единицы объема расплавленного металла.

Экспериментально установлено, что $B = (1-2) d_{\text{п}}$ ($d_{\text{п}}$ — диаметр пучка).

При низком ускоряющем напряжении (до 30 кВ) глубину проплавления шва h можно вычислить по формуле определения мощности для проплавления на заданную глубину:

$$U_{\text{б}} I_{\text{п}} = 0,5 h \cdot v_{\text{св}} d_{\text{ф}} \cdot [c_{\text{р}} \cdot \rho (T_{\text{пл}} - 273) + H] \times \\ \times [1 + 1,2 \lambda (1/d_{\text{ф}} v_{\text{св}} + 1/2 \alpha)], \text{ Вт}, \quad (11)$$

где $U_{\text{уск}}$ — ускоряющее напряжение, В; $I_{\text{п}}$ — сила тока пучка, А; h — глубина проплавления шва, см; $v_{\text{св}}$ — скорость сварки, см/с; $d_{\text{ф}}$ — диаметр луча в фокусе, см; $c_{\text{р}}$ — теплоемкость, Дж/кг; ρ — плотность, г/см³; $T_{\text{пл}}$ — температура плавления, °К; H — скрытая теплота плавления, Дж/см³; λ — коэффициент теплопроводности, Дж/(см·с·К); α — коэффициент температуропроводности, см²/с.

Для нелегированных и низколегированных сталей $c_{\text{р}} = 0,71$, $\rho = 7,65$, $\lambda = 0,33$, $\alpha = 0,0615$, $H = 2135$, $d_{\text{ф}} = 0,1$. Подставляя эти значения, получают упрощенную формулу для глубины проплавления шва h :

$$U_{\text{уск}} I_{\text{п}} = 515 h \cdot v_{\text{св}} \cdot [1 + 0,4 (10/v_{\text{св}} + 8,13)], \text{ Вт}. \quad (12)$$

При высоких ускоряющих напряжениях 75–150 кВ справедлива скорректированная формула для глубины проплавления шва h :

$$U_{\text{уск}} I_{\text{п}} = 258 h \cdot v_{\text{св}} \cdot [1 + 0,4 (20/v_{\text{св}} + 8,13)], \text{ Вт}. \quad (12)$$

Сварка толстого металла происходит в несколько этапов. В начальный период из-за высоких концентрации энергии в пятне нагрева и температурного градиента преимущественно происходит испарение металла. В дальнейшем по мере нагрева металл плавится и образуется сварочная ванна. Под воздействием реактивного давления паров жидкий металл оттесняется из зоны нагрева. При этом оголяемые глубинные слои металла, получая энергию электронов, плавятся, испаряются, вытесняются, образуется парогазовый канал и наступает динамическое равновесие всех сил, действующих на жидкий металл [6].

Оценка давлений, действующих в парогазовом канале при сварке стали в нижнем положении с несквозным проплавлением глубиной 50 мм, представлена в табл. 2 [6].

Таблица 2. Характерные значения давлений, влияющих на расплав при ЭЛС

Источник и вид давления	Обозначение*	Давление, дин/см ²
Поток энергии	p_1	$5 \cdot 10^2$
Гравитация, объемное давление	p_2	$3,4 \cdot 10^4$
Отдача при испарении	p_{30}	$10^6 - 10^7$
	$p_{3 \text{ уст}}$	$10^4 - 10^5$
Пар в канале	p_4	$10^4 - 10^5$
Поверхностное натяжение	p_5	10^4
Термокапиллярный эффект	p_6	$3,25 \cdot 10^2$
Увлечение жидкости потоком пара	p_7	$10^1 - 10^2$

* Индексы «0» и «уст» соответствуют начальному процессу проплавления и установившемуся состоянию.

Качество формирования швов при ЭЛС с глубоким проплавлением во многом зависит от формы зоны проплавления и соотношения сил, действующих в сварочной ванне. Статическое равновесие канала в сварочной ванне описывает уравнение [5]

$$p_1 - p_2 \cos \gamma + p_4 - p_5 = 0, \quad (13)$$

где γ — угол между осью электронного потока и направлением силы тяжести.

Анализ сил, действующих на сварочную ванну, показывает, что с возрастанием глубины проплавления при сварке в нижнем положении объемное давление $p_2 = \rho_{ж} g h$, где $\rho_{ж}$ — плотность расплава; g — ускорение свободного падения, также увеличивается и все больше препятствует проникновению электронного пучка в глубь металла, требуя пропорционального увеличения его мощности. Поэтому при сварке стальных деталей толщиной более 60 мм с глубоким проплавлением электронный пучок рекомендуют располагать горизонтально. При этом объемное давление практически не оказывает влияния на глубину проплавления.

В процессе формирования сварных швов образуется ряд специфических дефектов: пустоты в корне шва (холодные затворы), полости большой протяженности (ложные каналы), узкие щели в плоскости симметрии шва [5, 6]. При кристаллизации металла шва могут возникать трещины и поры.

Процесс сварки может сопровождаться разбрызгиванием и выплесками расплава из сварочной ванны, что связано

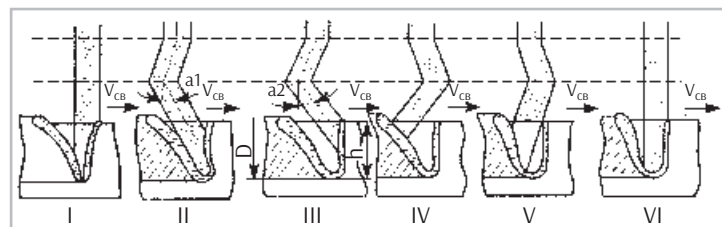


Рис. 7. Схема последовательности операций отклонения электронного пучка

с нарушением гидродинамической стабильности сварочной ванны.

Для устранения упомянутых выше дефектов и недостатков применяют ряд технологических приемов [6]. Наиболее широко распространены следующие: полное проплавление, развертка и наклон электронного пучка, сварка с присадкой, сварка смещенным и расщепленным электронным пучком, модуляция силы тока электронного пучка.

При полном проплавлении удается исключить дефекты в корне шва, свести к минимуму угловые деформации и вероятность появления пор и раковин.

Наиболее эффективными формами отклонений электронного пучка являются окружность, эллипс, дуга (продольная и поперечная). В результате формирования при развертке усредненного распределения плотности мощности пучка поперек направления сварки с минимумом в приосевой области уменьшается амплитуда корневых пиков и расширяется корень сварного шва. Установлено, что при радиусе закругления корня сварного шва 1–1,5 мм (для глубины проплавления 10–80 мм) и 2–4 мм (для глубины проплавления 100–200 мм) вероятность появления дефектов в корне шва минимальна. Двойное преломление электронного пучка при развертке (рис. 7) позволяет существенно увеличить угол его отклонения относительно оси по сравнению с однократным преломлением при сохранении той же ширины сварного шва в его верхней части. Этот прием предназначен для получения сварных швов с параллельными границами и широким корнем.

Сварку выполняют в несколько этапов (рис. 7): вначале неотклоненным электронным пучком (I), а затем при поочередном его отклонении с помощью двойного преломления вперед и назад по отношению к направлению перемещения зоны сварки (II–V). Одновременно производят сканирование электронного пучка по траектории, являющейся дугой окружности или эллипса и обращенной выпуклостью в сторону отклонения электронного пучка, что и позволяет получить сварочную ванну цилиндрической формы, предотвратив таким образом образование дефектов в корне шва.

Рекомендуемая частота развертки электронного пучка находится в диапазоне

100–500 Гц для сталей и 500–1000 Гц для алюминиевых и титановых сплавов. Поперечные размеры траектории развертки составляют 1–1,5 мм. При этом скорость движения электронного пучка вдоль траектории развертки желательно поддерживать постоянной: 600–800 мм/с для сталей и 2000–2500 мм/с для алюминиевых и титановых сплавов.

Качество сварных швов заметно улучшается при тандемной сварке двумя электронными (расщепленными) пучками листовых металлов толщиной ≤ 10 мм. В этом случае при увеличении общей мощности источников сварочного нагрева на 20–25 % возможно резкое (в 5–7 раз) увеличение скорости сварки.

Сварка с постоянным наклоном электронного пучка углом вперед на 5–7°, а иногда и до 20°, позволяет предотвратить s-образную форму фронта кристаллизации сварочной ванны и тем самым снизить пористость и вероятность образования раковин, а также исключить бугристость сварного шва.

Сварку с присадкой обычно используют для устранения проседания сварного шва,

вызванного повышенными зазорами в стыке, а также для дополнительного введения легирующих элементов в шов. При этом применяют в основном проволоку диаметром 0,8–1,2 мм, подаваемую в сварочную ванну позади электронного пучка под углом 15–45° к его оси или укладываемую на стык перед зоной сварки.

Для устранения дефектов в корне шва прибегают к использованию различных подкладок (удаляемых и неудаляемых) в виде гранул или рубленой проволоки, а также керамических подкладок.

При сварке разнородных металлов распространенным приемом является поперечное смещение луча в сторону более тугоплавкого, а при сварке-пайке — в сторону менее тугоплавкого металла.

Импульсную модуляцию силы тока с частотой до 400 Гц обычно используют для уменьшения тепловложения при сварке малогабаритных тонкостенных изделий.

● #1521

Литература

5. Электронно-лучевая сварка / Под ред. Б.Е. Патона. — Киев: Наукова думка, 1987. — 256 с.
6. Бах Ф.В., Беньяш А., Лау К. и др. Вневакуумная электронно-лучевая сварка конструкционных сталей // Автомат. сварка. — 2009. — № 5. — С. 29–34.
7. Зуев И.В. Самоорганизация (синергетика) процессов сварки и пайки. Работа формирования шва // Свароч. пр-во. — 1995. — № 9. — С. 13–16.

AWL Techniek разработала новый модульный лазерный сварочный кондуктор

Компания AWL Techniek (Нидерланды) имеет обширный опыт в разработке и производстве лазерных сварочных кондукторов, главным образом, для автомобильной промышленности. Требования рынка становятся все более жесткими, а используемые материалы требуют соблюдения оптимальных условий в процессе сварки.

Хотя ранее AWL разрабатывала различные типы лазерных сварочных кондукторов, сварка спинок задних автомобильных сидений обычно осуществляется с помощью так называемого сэндвич-кондуктора, который представляет собой две соединенные пластины, между которыми помещается свариваемый предмет. Преимуществом сэндвич-кондукторов является отсутствие необходимости в защитном газе, как в случае других лазерных кондукторов.

Компания AWL уделяет особое внимание технологии зажимных приспособлений для сварочных кондукторов и качеству воздуха в кондукторе. В этом направлении осуществлены следующие разработки:

- переход от гидравлических цилиндров к пневматическим, что обеспечивает снижение утечек и загрязнения;



- постоянный поток воздуха в лазерном сварочном кондукторе, что повышает качество сварки и ее скорость;
- разработка локально расположенных воздушных сопел, обеспечивающих точную подачу воздушного потока;
- сокращение процедуры подгонки и регулировки.

Наряду с этим, компания AWL также приступила к выпуску модульных лазерных сварочных кондукторов. Такая система позволяет с легкостью заменять один компонент кондуктора другим. Все это позволяет работать быстро и эффективно и упрощает производство кондукторов, сокращая для продукта путь от разработки до выхода на рынок.

www.awl.nl

Дугоконтактная конденсаторная сварка разнородных металлов

Д. М. Калеко, канд. техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ

Дугоконтактная сварка, в том числе конденсаторная, представляет собой способ, при котором дуга горит между соединяемыми поверхностями металлических деталей. При этом происходит нагрев этих поверхностей и на заключительной стадии процесса детали стыкуются усилием осадки. Как правило, при этом способе сварки, хотя бы одна деталь имеет не слишком большое сечение, а площадь сварного сечения соответствует этому сечению.

В настоящее время применяется дугоконтактная конденсаторная сварка металлических деталей, имеющих круглые или прямоугольные сечения, площадью до 30 мм². Эскизы сварных соединений приведены на рис. 1.

Из рис. 1 видно, что одна из соединяемых деталей (относительно малого сечения) может быть проволокой или стержнем (а, б, г–л), пластиной (б, ж, п), многожильным проводом (с, т), шариком (ж, м–з) или втулкой (у).

Дугоконтактная конденсаторная сварка по характеру соединения может выполняться в двух вариантах: в твердом состоянии и с наличием закристаллизовавшегося металла в стыке. В твердом состоянии выполняются соединения сечением до 1,2 мм², при этом необходимо, чтобы в паре деталей неравного сечения осаживаемая деталь малого сечения

была из металла, имеющего меньшую (небольшую) твердость, чем у металла другой детали-партнера. Увеличение сечения вызывает необходимость пропорционального повышения усилия осадки, что приводит к определенным сложностям создания ручного инструмента, но может быть реализовано в стационарных установках. Увеличение усилия осадки может вызвать деформацию ответной детали, что в некоторых случаях ухудшает эксплуатационные или эстетические характеристики изделия. Поэтому для сечений свыше 1,5 мм², как правило, применяют разновидности дугоконтактной сварки, при которых уменьшают удельное усилие осадки, что приводит к неполному удалению закристаллизовавшегося металла в стыке.

Величина свариваемого сечения является отправной характеристикой классификации разновидностей дугоконтактной сварки, поскольку определяет необходимое время горения дуги.

Наименьшее время горения дуги (нагрева) — до 1 мс — реализуется в процессе ударной конденсаторной сварки (УКС). До 3–4 мс длится нагрев при конденсаторной приварке шпилек. От 20 до 100 мс горит дуга при дуговой приварке шпилек «коротким циклом», а свыше 100 мс — при дугоконтактной сварке с искусственным формированием внешнего валика вокруг присоединяемого стержня или Т-образной приварке тонкой пластины сечением до 30 мм².

Метод УКС реализуется при высоковольтном разряде конденсаторов относительно малой емкости. Напряжение зарядки конденсаторов свыше 400 В позволяет надежно возбуждать дугу даже на окисленных поверхностях, а высокое давление паров свариваемых металлов дает возможность почти во всех случаях применения этого способа обходиться без защиты зоны сварки, в том числе, при соединении высокоактивных металлов, таких, как алюминий, титан или вольфрам. Защита зоны стыка от внешней атмосферы оказалась необходимой только

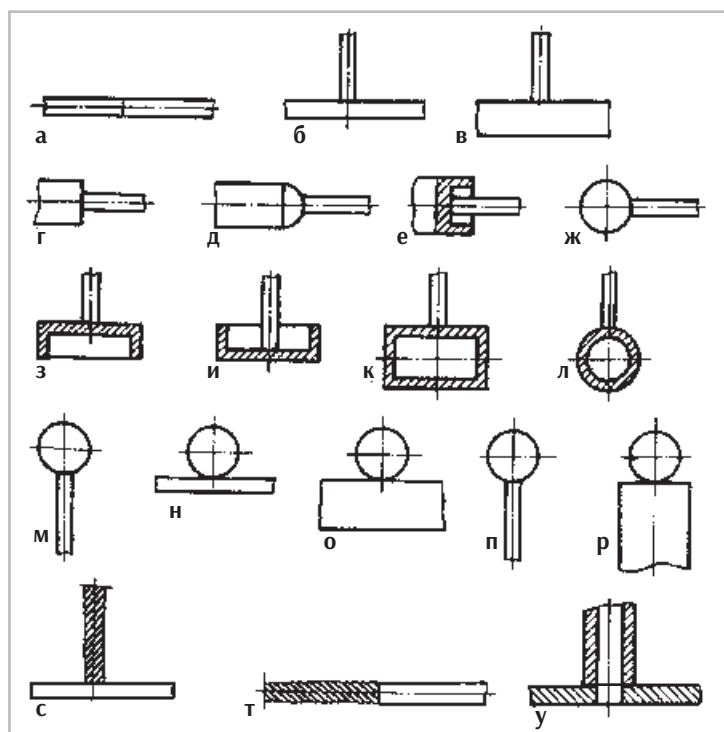


Рис. 1. Эскизы сварных соединений, выполняемых различными способами дугоконтактной сварки

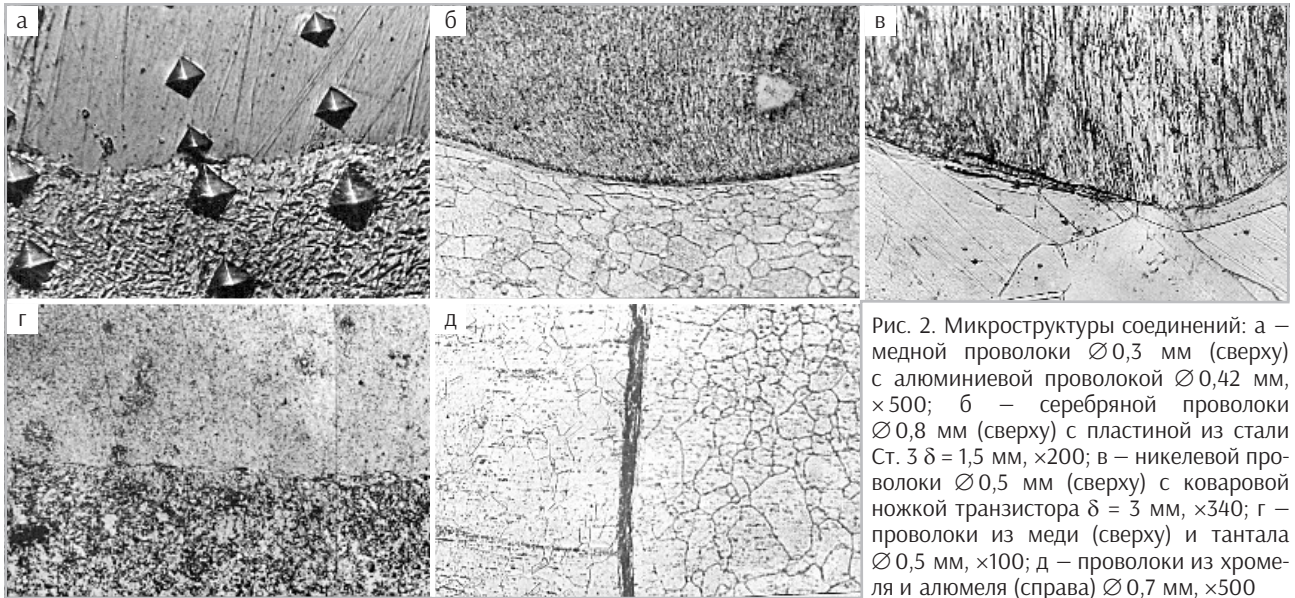


Рис. 2. Микроструктуры соединений: а – медной проволоки $\varnothing 0,3$ мм (сверху) с алюминиевой проволокой $\varnothing 0,42$ мм, $\times 500$; б – серебряной проволоки $\varnothing 0,8$ мм (сверху) с пластиной из стали Ст. 3 $\delta = 1,5$ мм, $\times 200$; в – никелевой проволоки $\varnothing 0,5$ мм (сверху) с коваровой ножкой транзистора $\delta = 3$ мм, $\times 340$; г – проволоки из меди (сверху) и тантала $\varnothing 0,5$ мм, $\times 100$; д – проволоки из хромеля и алюмеля (справа) $\varnothing 0,7$ мм, $\times 500$

при УКС проволоки с пластиной из никель-титанового сплава (нитинола).

Благодаря очистке дугой поверхности металлов в месте сварки от адсорбированных газов и защите зоны сварки от взаимодействия с воздушной атмосферой, область соединения перед осадкой «ювенильно» чистая. При этом прилегающая к стыку часть металла нагрета до пластичного состояния. При сближении свариваемых поверхностей до расстояний адгезионного взаимодействия создаются предпосылки для получения твердофазного соединения. При сварке в твердом состоянии разнородных металлов, учитывая разновеликость их кристаллов, наблюдается непрерывная граница, разделяющая соединенные детали. Однако в этой зоне создаются условия, благодаря которым сварное соединение при растяжении разрушается по менее прочному звену вдали от места сварки.

При сварке элементов изделия, имеющих разное сечение по оси соединения, осадка элемента с меньшим сечением приводит к увеличению поверхности схватыва-



Рис. 3. Микроструктура соединения стальной проволоки $\varnothing 0,8$ мм (сверху) с медной пластиной, $\times 600$

ния и, соответственно, увеличению прочности соединения. Поэтому, как правило, соединения, полученные методом УКС, разрушаются по наиболее слабому материалу вдали (более 3 диаметров) от места сварного соединения.

На рис. 2 показаны микроструктуры соединений, полученных ударной конденсаторной сваркой в твердом состоянии.

Интересно отметить, что сварка в твердом состоянии позволяет получить соединения металлов, сплав которых не известен, например соединение меди и тантала (рис. 2, г).

Очистка свариваемых поверхностей и их сближение при УКС настолько стабильны, что позволяют автоматизировать этот процесс и получать гарантированное качество сварных соединений при стабильности напряжения зарядки конденсаторов и работы механизма соударения.

Сварка разнородных деталей разного сечения имеет особенность, которую необходимо учитывать. Если металл детали меньшего сечения имеет твердость больше, чем у металла детали-партнера, то при соударении происходит ее погружение в деталь-партнер без образования твердофазного соединения.

Для получения прочных соединений в таких случаях применяют технологический прием предварительного увеличения сечения проволоки путем деформации ее привариваемого конца. При этом уменьшается удельное усилие осадки и проволока не углубляется в деталь-партнер. В то же время снижение удельного усилия осадки не позволяет сблизить свариваемые поверхности до возникновения сил схватывания, поэтому в зоне соединения сохраняется закристаллизовавшийся металл свариваемых деталей. Однако, благодаря импульсному характеру нагрева и чрезвычайно высокой скорости охлаждения, достигающей 10^6 К/с, в стыке происходит не столько растворение, сколько защемление расплавленного и закристаллизовавшегося металла обеих свариваемых деталей. В качестве примера на рис. 3 приведена микроструктура стальной проволоки, приваренной к медной пластине. Как известно, взаимная растворимость меди и желе-

за при комнатной температуре составляет несколько процентов. Тем не менее, полученный тип структуры обеспечивает равнопрочность соединения стальной проволоке при условии увеличения площади сварки в 2 раза (в данном случае привариваемый торец стальной проволоки был осажен до диаметра 1,2 мм, т. е. сечение возросло в 2,25 раза).

При дугоконтактной конденсаторной приварке стержней диаметром более 2 мм к изделиям с развитой поверхностью (такой процесс получил название конденсаторной приварки шпилек) усилие осадки практически всегда недостаточно для вытеснения расплавленного металла из зоны сварки, поэтому в таких случаях соединение происходит с сохранением закристаллизовавшегося металла в стыке. Учитывая требование получения сварного соединения, равнопрочного с материалом шпильки (стержнем), международным стандартом ISO13918 предусматривается создание (холодной высадкой) буртика на привариваемом торце шпильки. Диаметр буртика превышает диаметр шпильки на 1,5 мм.

При определении свариваемости шпильки и пластины из разнородных материалов существенным фактором является соотношение их диаметров и толщин. Например, известна сложность получения соединения алюминия со сталью сваркой плавлением. Но если диаметр шпильки превышает толщину листа, к которому она должна быть приварена, соединение получается равнопрочным с одним (менее прочным) элементом изделия.

На рис. 4 представлены микроструктуры таких соединений. Для них характерно наличие заземленного металла в стыке. При этом заземление всегда происходит в металле пластины. Вероятно, это связано с тем, что ванна на пластине всегда больше диаметра шпильки, независимо от полярности сварки.

Поскольку при конденсаторной приварке шпилек удельное усилие осадки невелико по сравнению с УКС, а привариваемая поверхность торца шпильки имеет площадь больше ее поперечного сечения, не возникает проблем при соединении металлов разной твердости. Эксперименты показали надежную приварку медных шпилек к стальному листу и стальных шпилек к медному листу (в кристаллодержателях мощных транзисторов).

Сохранение расплавленного металла в стыке играет положительную роль при приварке стержней к изделиям порошковой металлургии. Примером таких соединений может служить сварное соединение латуни Л63 с медно-вольфрамовым сплавом (мундштук сварочного аппарата) (рис. 5).

К разряду разнородных могут быть также отнесены соединения из отличающихся марок стали. Особый практический интерес представляет присоединение шпилек к изделиям из средне- и высокоуглеродистых сталей, широко применяемых в машиностроении и строительстве. Учитывая кратковременность процесса конденсаторной приварки шпилек, международными стандартами регламентируется содержание углерода в стальных шпильках и изделиях на уровне до 0,17 %. Однако результаты исследова-

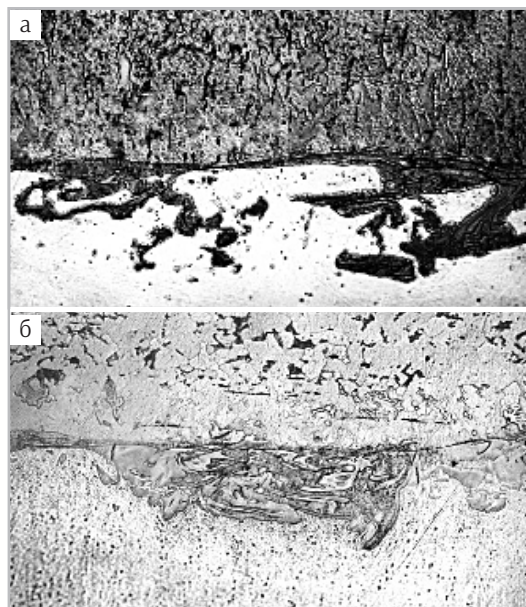


Рис. 4. Микроструктуры соединений: а – алюминиевого стержня $\varnothing 3$ мм с пластиной из стали Ст. 3, $\times 200$; б – стального стержня $\varnothing 5$ мм с алюминиевой пластиной, $\times 500$

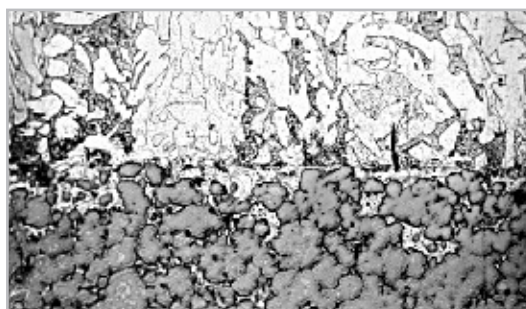


Рис. 5. Микроструктура участка сварного соединения латунного стержня Л63 $\varnothing 6$ мм с медно-вольфрамовым сплавом $\varnothing 8$ мм, $\times 500$

ний, проведенных в ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ показывают, что могут быть получены качественные соединения углеродистых сталей с содержанием углерода до 0,8 % со шпильками из низкоуглеродистой и нержавеющей стали, а также латуни. Несмотря на то, что в зоне термического влияния, расположенной со стороны детали из углеродистой стали, отмечается повышенная твердость и структура закалки, такие соединения не разрушаются как при статической, так и ударной нагрузке. «Слабым местом» при этом является «тело» шпильки.

Описанный метод дугоконтактной конденсаторной сварки имеет широкий спектр преимуществ и может быть использован конструкторами и технологами для успешного решения задач соединения ряда однородных и разнородных металлов.

● #1522

«Умные» зажимы контактных стыковых машин «Чайка» для сварки лент и стержней

Д. В. Чайка, д.т.н., В. Г. Чайка, к.т.н., Б. И. Волохатюк, А. И. Ситко, ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ (Киев)
С. П. Крушневич, к.т.н., Институт газа НАНУ (Киев), А. А. Хатаян (Вильнюс, Литовская Республика)

Контактная сварка — термомеханический процесс образования неразъемного соединения металлов вследствие сцепления их атомов, при котором локальный нагрев свариваемых деталей протекающим электрическим током в зоне соединения сопровождается пластической деформацией, развивающейся под действием сжимающего усилия. По методу нагрева различают два способа сварки — контактная стыковая сварка сопротивлением и контактная стыковая сварка оплавлением.

Основной недостаток практически всех ручных зажимов контактных стыковых машин в том, что они не раскрываются полностью после каждой сварки для очистки токоподводящих электродов, а усилие зажатия в них не контролируется. Поскольку усилия осадки мало для тонких и узких лент, нет необходимости в их сильном зажатии. При зажатии узких лент на губках остается след (пила продавлиывает токоподводящий электрод). Усилие зажатия должно обеспечивать качественный токоподвод без проскальзывания пилы в губках. Для этого целесообразна разработка «умных» зажимов, которые будут зажимать ленту с заданным усилием, пропорциональным ее толщине. Кроме того, зажимы должны обеспечивать равномерное распределение усилий прижима и контактных сопротивлений в токоподводах и, соответственно, равномерный нагрев по ширине ленты. Для этого они должны иметь легкую и понятную настройку узла зажатия пилы с предварительной установкой на шкале зажима значения толщины свариваемой ленты.

К общим недостаткам контактных машин известных зарубежных производителей можно отнести:

- расположение зажимов лент не симметричное по отношению к оси сварочного трансформатора не обеспечивает равномерного нагрева лент при термообработке (электромагнитное поле трансформатора смещает линии тока);
- большие массы подвижных зажимов обуславливают малые скорости осадки при сварке сечений, которые являются минимальными для сварочной машины;
- процесс оплавления сопровождается выделением большого количества частиц металла в виде брызг и аэрозолей. Поэтому во всех сварочных машинах чрезвычайно уязвимы подшипники каретки подвижного зажима и поверхности медных токоподводящих губок;
- для шлифовки токоподводов необходимо их снятие со сварочной машины;

Существующие сварочные машины практически исчерпали свои возможности по улучшению свойств сварных соединений. Поэтому авторами была разработана и внедрена в производство серия машин для стыковой сварки оплавлени-

ем нового поколения «Чайка» [3, 4, 5], в которых отсутствуют выше перечисленные недостатки. Основные особенности разработанных машин, отличающие их от машин других производителей следующие:

- каретка подвижного зажима не имеет трущихся частей (подшипников) и не требует специального обслуживания в процессе эксплуатации машины;
- машины обеспечивают максимальную (заложенную в конструкции) скорость при закрытии искрового зазора в процессе осадки при сварке всех сечений на всех режимах сварки;
- зажимы лент раскрываются таким образом, что обеспечивают полный доступ к токоподводящим губкам для их очистки после каждой сварки;
- зажимы обеспечивают усилие прижатия ленты верхней губкой к электроду, пропорциональное толщине зажимаемой ленты;
- зажимы имеют легкую и понятную настройку равномерного распределения усилия прижатия по ширине ленты и равномерного нагрева путем предварительной установки на шкале зажима значения толщины свариваемой ленты;
- управление машиной осуществляется одним рычагом либо джойстиком, что доступно любому сварщику;
- для оценки качества получаемых соединений в электронном устройстве машины измеряется и отображается на дисплее реальное значение полученной осадки;
- трансформатор сконструирован таким образом, что потери мощности от магнитных потоков рассеяния сведены к минимуму.

Технические данные машин для контактной стыковой сварки оплавлением «Чайка» приведены в табл. 1.

Разработанное оборудование запатентовано, имеет высокую надежность и обеспечивает стабильное качество сварных соединений ленточных пил, прутков и проволок.

Сегодня производятся две новые модели сварочных машин «Чайка», разработанные

авторами. Первая машина МКССО-40 — с ручным включением и с гидравлическим приводом оплавления, вторая МКССО-60 — полностью автоматическая с электрическим приводом оплавления, управляемая микроконтроллером.

В первой модели (МКССО-40) применен разработанный авторами гидравлический привод оплавления с саморегулированием скорости оплавления: при срыве оплавления по какой-либо причине (окисленные торцы, падение напряжения сети и т. д.) нагрев лент переходит из процесса оплавления в процесс нагрева сопротивлением. Вследствие этого твердые слои металла оплавляемых торцов опираются друг о друга и давление жидкости в гидроцилиндре уменьшается, а скорость перемещения поршня снижается, и, соответственно, скорость оплавления автоматически уменьшается. При этом машина выходит из кризиса (стабилизируется оплавление) без потери качества сварного соединения. Скорость сварки (время сварки) регулируется дросселем гидроцилиндра. Для минимального изменения скорости оплавления и времени сварки в связи с изменением вязкости жидкости, в зависимости от температуры окружающей среды, в машине используется специальное гидравлическое масло. Его вязкость мало зависит от температуры. Привод оплавления в новой модели машины полностью переработан таким образом, что срок службы гидроцилиндра практически неограничен. Особенностью машины является то, что время сварки не постоянно вследствие саморегуляции скорости оплавления. Для контроля времени сварки предусмотрена индикация. Тепловыделение в стыке после включения осадки регулируется мощностью импульсов тока и временем их прохождения.

Вторая модель (МКССО-60) сварочной машины автоматизирована и управляется микроконтроллером. Это позволило упростить конструкцию механической части и тем самым повысить ее надежность. В дополнение, в зависимости

от типа пилы, возможно оперативное изменение набора параметров сварки для выбора оптимального ускорения при оплавлении, времени сварки и точного дозирования тепловыделения при осадке. Последнее обеспечивается путем строгого дозирования количества импульсов тока, проходящих через стык после включения осадки, и их мощности. Для оценки качества получаемых соединений после каждой сварки производится измерение реальной величины осадки и ее значение отображается на дисплее.

На машине установлены разработанные авторами «умные» зажимы, которые раскрываются полностью после каждой сварки для очистки контактных поверхностей верхних губок и токоподводящих электродов (рис. 1).

В данных зажимах независимо от усилия на кулачке, закрывающего зажим, усилие прижатия ленты верхней губкой к электроду пропорционально толщине зажимаемой ленты. Для обеспечения равномерного распределения усилия прижатия по ширине ленты и, соответственно, равномерного нагрева зажимы имеют легкую и понятную настройку. Это обеспечивается путем предварительной установки на шкале, вынесенной на переднюю часть зажима, значения толщины свариваемой ленты. Для повышения качества зажатия узких ножей и лобзиков введена простая и эффективная настройка положения верхней губки по отношению к электроду, а благодаря новой конструкции кулачка, закрывающего зажим (подшипники установлены на ось, на которую замыкается кулачок), срок службы узла значительно увеличен.

Благодаря специально разработанному алгоритму управления работой сварочного аппарата удалось сократить количество основных органов управления до одного 4-позиционного джойстика, которым выполняется как выбор предварительных настроек сварки, так и запуск самой сварки и термообработки. Упорная рамка, регулирующая

Таблица 1. Технические данные машин для контактной стыковой сварки оплавлением «Чайка»

Параметры	«ЧАЙКА» МКССО-40	«ЧАЙКА» МКССО-60
Первичное напряжение сети, В	380	380
Максимальный первичный ток (при сварке), А	10	15
Ширина / толщина свариваемых лент, мм	10–40 / 0,6–1,3	20–60 / 0,7–1,3
Диаметры свариваемых проволок и стержней из низкоуглеродистых сталей, мм	1,0–8,0	1,5–9,0
Количество сварок (лент) в час	30–40	30–40
Время сварки, с	0,9–2,0	1,0–2,0
Напряжение сварки, В	2,8–3,2	2,8–3,4
Охлаждение	водяное, автономное	водяное, автономное
Усилие осадки, Н	200–400	200–800
Регулировка термообработки	ручная	ручная / автоматическая
Габаритные размеры НхЛхВ, мм	250х500х400	250х500х400
Масса, кг	85	85

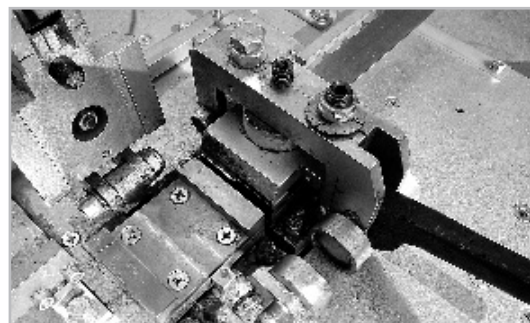


Рис. 1. Внешний вид зажимов на машине «Чайка» МКССО-60

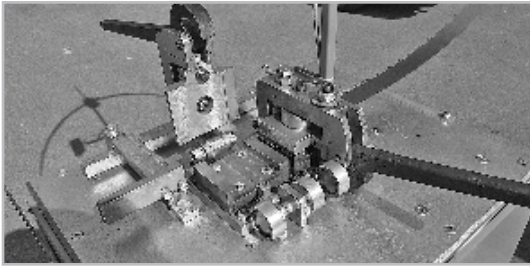


Рис. 2. Упорная рамка для двух зажимов машины «Чайка» МКССО-60

новке, регулировке и выполнению параметров сварки, обеспечивает стабилизацию тепловыделения в стыке при осадке. Блок-схема работы сварочного аппарата с электронным управлением представлена на рис. 3.

На основании изложенных выше преимуществ машины «Чайка» МКССО-60, можно сделать следующие выводы:

1. Разработана машина для контактной стыковой сварки, каретка подвижного зажима которой не имеет трущихся частей (нет подшипников) и не требует обслуживания в процессе эксплуатации.

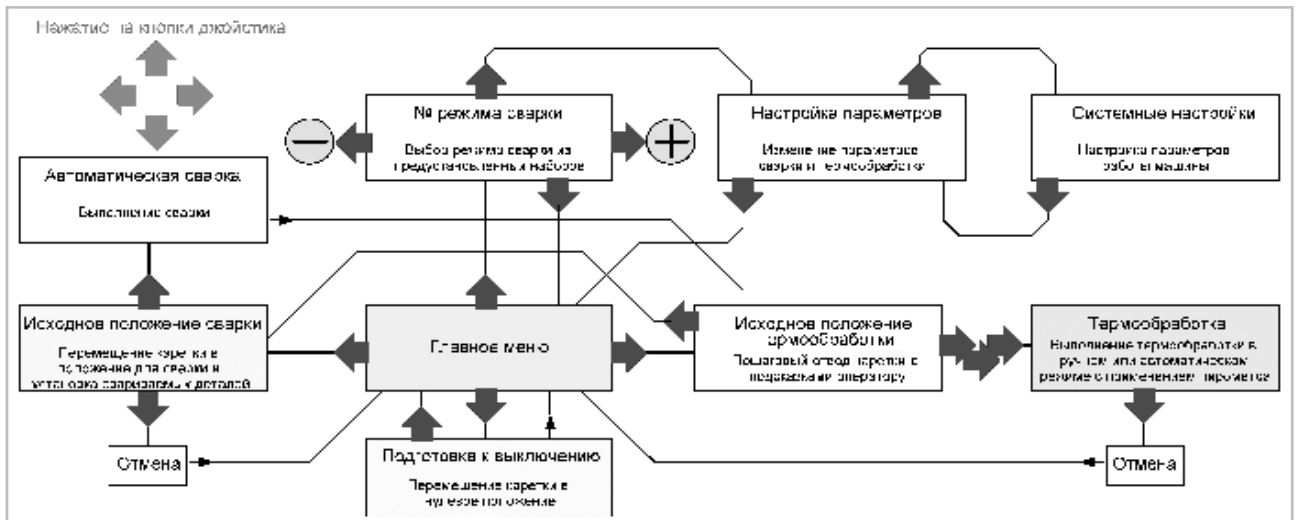


Рис. 3. Блок-схема работы сварочного аппарата с электронным управлением

выступ зуба из зажимов машины и обеспечивающая прямолинейную сварку лент, выполнена общей для двух зажимов, имеет облегченную настройку одним болтом и допускает поддержку пилы как по зубу, так и по «спине» (рис. 2).

Удобство такого решения было подтверждено в процессе эксплуатации машины. Программное обеспечение сварочного аппарата допускает обновление встроенной программы самим пользователем, что дает возможность оперативно отреагировать на просьбы оператора по корректировке алгоритма работы без необходимости перевозки самого аппарата в сервисный центр. Многоязыковый интерфейс позволяет использовать машину в различных странах.

Одним из основных преимуществ машины с микроконтроллерной системой управления является то, что для ее использования не требуется специального обучения оператора-сварщика. Машина сама предлагает режимы сварки и термообработки разнообразных пил, ножей и лобзиков. Сварщику достаточно выбрать из меню свой вариант и выполнять пошаговые инструкции, предлагаемые на дисплее. Кроме того, машина имеет очень широкие возможности по уста-

2. Разработаны зажимы, обеспечивающие усилие зажатия ленты пропорциональное ее толщине, легкую и понятную настройку равномерного нагрева по ее ширине, полный доступ к электродам для их очистки после каждой сварки.

3. Отпала необходимость в обучении сварщика. Управление машиной осуществляется одним джойстиком по подсказкам на дисплее, что упрощает работу оператора и делает ее более продуктивной.

4. Предложен метод оценки качества получаемых соединений путем измерения реальной величины осадки, значение которой отображается на дисплее после каждой сварки.

● #1523

Литература

1. Кучук-Яценко С. И., Лебедев В. К. Контактная стыковая сварка непрерывным оплавлением. — Киев: Наукова думка, 1976. — 328 с.
2. Патон Б. Е., Лебедев В. К. Электрооборудование для контактной сварки. Элементы теории. — М.: Машиностроение, 1969. — 440 с.
3. Пат. 77255 Украина «Машина для контактной стыковой сварки оплавлением «ЧАЙКА» / В. Г. Чайка и др. — Опубл. 15.02.2006, Бюл. № 2 и 15.11.2006, Бюл. № 11.
4. Чайка В. Г., Волохатюк Б. И., Чайка Д. В. Серия машин «Чайка» для контактной стыковой сварки ленточных пил, проволок и стержней // Автомат. сварка. — 2008 г. — № 10. — С. 53–56.
5. Чайка В. Г., Волохатюк Б. И., Чайка Д. В. Проблемы контактной стыковой сварки ленточных пил, проволоки и стержней // Сварщик. — 2008. — № 5. — С. 28–33.

Сварка термостойких пластмасс. Сварка нагретым инструментом*

М. В. Юрженко, канд. физ.-мат. наук, **Н. Г. Кораб**, канд. тех. наук, **В. Ю. Кондратенко**, **А. Н. Гальчун**, **В. В. Анистратенко**, **М. Г. Менжерес**, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАНУ

В настоящее время заготовки, состоящие из труб, цилиндров, брусков и т.п., для их последующего целевого использования активно производят из новых термостойких пластмасс класса полиариленов, которые могут традиционно свариваться нагретым инструментом. Данная работа посвящена изучению технологических особенностей сварки нагретым инструментом одного из широко распространенных полимеров класса полиариленов — полиэфиримида (PEI).

Полиэфиримид (PEI) является термостойким, высокопрочным, аморфным, термопластичным полимером с хорошими электроизоляционными свойствами, высоким сопротивлением действию открытого пламени и химически активных веществ. Он полностью сохраняет свои эксплуатационные свойства при рабочей температуре до 170 °С [1]. Полиэфиримид широко используется в качестве матрицы для высокотехнологических полимерных композитных материалов для различных стекло-, угле- и органопластиков [2]. Относительно невысокая стоимость PEI по сравнению с другими полимерами класса полиариленов и его хорошая перерабатываемость, привлекают многих производителей, которые выпускают из этих материалов трубы, стержни, листы, а также более сложные профили. При изготовлении деталей из этих заготовок часто возникает потребность использовать для их соединения сварку.

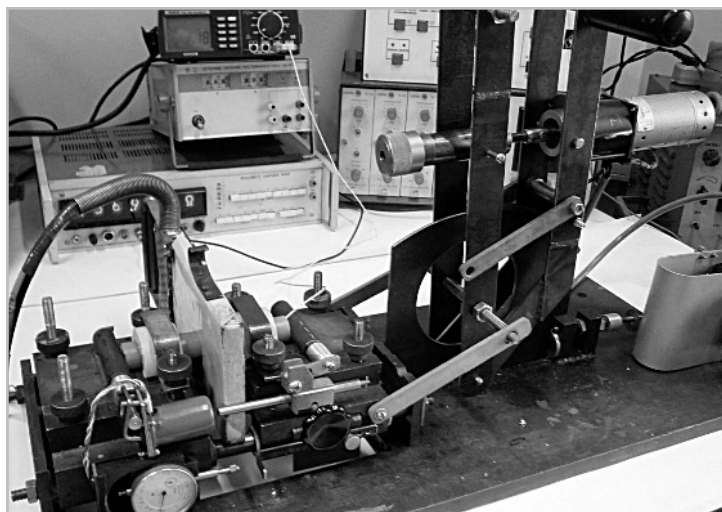


Рис. 1. Экспериментальная установка для сварки термостойких пластмасс нагретым инструментом встык

Ранее [3–5] отмечалось, что полиэфиримид плохо сваривается нагретым инструментом и, как правило, не удается достичь 100% прочности сварного соединения. В Украине подобные исследования еще не проводились, в связи с чем в данной работе изучали возможность сварки нагретым инструментом встык материала на основе PEI марки ZX-410 компании Zedex. Для сварки использовали образцы, изготовленные из трубы внешним диаметром 63 мм, толщиной стенки 12 мм и листа толщиной 8 мм.

Сварку нагретым инструментом встык материала PEI проводили на экспериментальной установке, представленной на рис. 1. В составе установки — универсальные зажимы для образцов, позволяющие фиксировать детали как плоской, так и круглой формы и электромеханический привод осадки. Сварка велась с помощью специально разработанного высокотемпературного нагревательного инструмента с возможностью регулирования и длительной стабилизации температуры до 500 °С. Для контроля процесса в зоне сварки фиксировали величину осадки образцов.

Согласно паспортным данным характеристическое значение условной температуры плавления материала ZX-410 составляет 320 °С. С целью определения оптимальных режимов сварки в пределах допустимых границ, изменялись основные параметры процесса. Так температура нагревательного инструмента варьировалась в пределах 330–460 °С. Длительность прогрева свариваемых поверхностей устанавливали в пределах 20–40 с в зависимости от характера валиков первичного грата по всему периметру образцов. Рабочее давление при осадке составляло 0,2–0,5 МПа.

Полиэфиримид, по своим характеристикам, имеет низкую теплопроводность, что осложняет его прогрев на значительную глубину. Как аморфный материал он не имеет фиксированной температуры плав-

* Часть 2. Часть 1 — в № 4–2015.

ления и при нагревании свыше 300 °С постепенно переходит в пластичное состояние, сохраняя при этом высокую вязкость. Кроме того, РЕИ обладает высокой адгезией к нагретым поверхностям, поэтому в процессе сварки этот материал сильно прилипает к нагревательному инструменту, что следует учитывать при его изготовлении (использовать высоко-термостойкие антиадгезионные покрытия) и в самом процессе сварки.

Существенной проблемой при сварке полиэфиримида, как отмечалось в исследованиях зарубежных коллег, также является его склонность к образованию пор в сварном соединении при сварке различными способами, что связывают с наличием в нем влаги. Процесс порообразования существенно усиливается с увеличением температуры нагревательного инструмента. Для подтверждения или опровержения утверждений зарубежных коллег исходный материал проверили на содержание влаги: стружку из материала ZX-410 испытывали по методике ГОСТ 26359 «Полиэтилен. Метод определения содержания летучих веществ» при температуре 105 °С, которая является достаточной для удаления свободной влаги из материала. В результате испытаний было получено значение доли летучих веществ в материале — 0,75%, что скорее связано с большой удельной поверхностью стружки и, по мнению авторов, не может быть причиной столь значительного процесса порообразования, выявленного в проведенных экспериментах при нагревании. Было сделано предположение, что процесс порообразования в зоне сварки может быть связан с влагой в окружающей среде. Однако эксперименты по сварке нагретым инструментом в защитной атмосфере инертного аргона также не дали положительного результата в уменьшении количества пор в сварном соединении. Отсюда можем сделать вывод, что природа процесса порообразования при нагреве полиэфиримида скорее связана с химическими особенностями материала, чем с внешними факторами.

Экспериментальные сварки нагретым инструментом образцов труб из РЕИ показали (рис. 2), что для выдавливания вязкого «расплава», вместе с образовавшимися порами, из зоны сварки необходимо прикладывать значительное давление осадки, су-

щественно большее, чем при сварке полиэтиленовых или полипропиленовых труб. Поскольку трубы из РЕИ, при толщине стенки в 12 мм, имели большую площадь поперечного сечения, экспериментальная установка не могла обеспечить необходимое усилие осадки, поэтому дальнейшие эксперименты проводили на плоских листовых образцах толщиной 8 мм (рис. 3).

При сварках нагретым инструментом встык плоских листовых образцов шириной от 15 до 50 мм определяли параметры процесса сварки, которые обеспечивают наибольшую прочность сварных соединений. Прочность швов изучали при одноосном растяжении по ГОСТ 11262-80 «Пластмассы. Метод испытания на растяжение». Образцы для испытаний вырезали непосредственно из сварных соединений. В качестве основного критерия качества сварных соединений была принята относительная прочность сварного шва к прочности исходного материала ZX-410, для которого, согласно предварительным испытаниям, предел текучести равен 103,6 МПа (по данным компании-производителя — 101 МПа) при относительном удлинении 32% (по данным компании-производителя — 25%).

Поскольку по результатам предварительных исследований было отмечено увеличение количества пор при высоких температурах, варьированием температуры нагревательного инструмента опытным путем подбирались режимы прогрева образцов с наименьшим эффектом поробразования. Как показали результаты дальнейших экспериментов, такой подход не дал положительного результата. Хотя нагреваемые поверхности при относительно низких температурах нагревателя (340–360 °С) и переходят в вязкотекучее состояние, глубина прогрева материала в зоне сварки, учитывая его низкую теплопроводность, является недостаточной и сплавления свариваемых поверхностей при осадке практически не происходит (рис. 4).

Очевидно, что текучести материала было недостаточно для формирования полноценного сварного соединения. В результате происходило лишь первичное схватывание образцов и при испытаниях соединения раз-

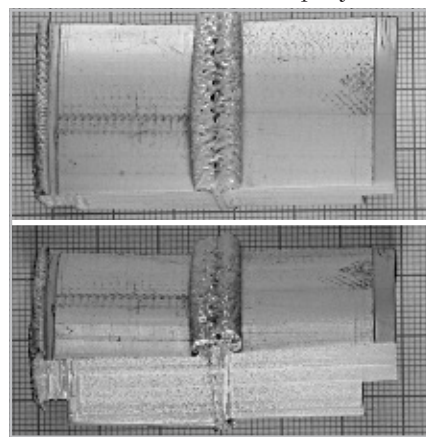


Рис. 2. Сварной шов трубного образца из РЕИ, полученный при сварке нагретым инструментом встык

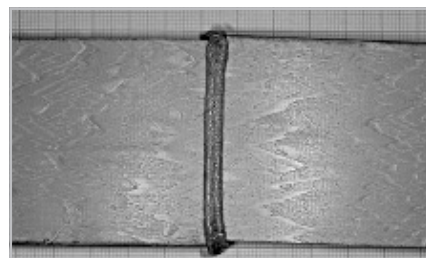


Рис. 3. Сварной шов плоского листового образца из РЕИ, полученного при сварке нагретым инструментом встык

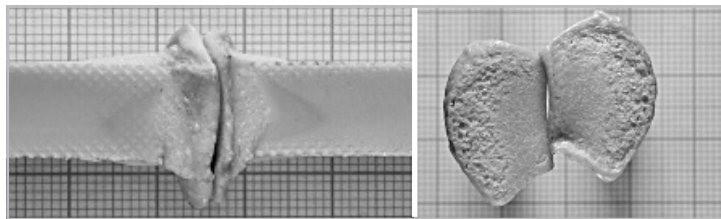


Рис. 4. Внешний вид и характер разрушения сварного шва плоских листовых образцов из PEI, полученного при сварке встык с пониженной температурой нагретого инструмента

рушались по линии сплавления с относительной прочностью не более 25 %.

При сварке с температурой нагревательного инструмента $440\text{--}460\text{ }^{\circ}\text{C}$ происходит активный нагрев свариваемых поверхностей. Время прогрева варьировали от 20 до 40 с, добиваясь при этом его достаточной глубины и величины осадки до 4 мм. Однако все же происходило значительное образование пор и механические испытания сварных соединений показывали относительный уровень прочности порядка 45–55 %.

Наилучшие результаты были получены при температуре нагревательного инструмента порядка $400\pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и длительности прогрева 40–50 с. В этом случае эффект поробразования в зоне сварки проявлялся не так явно, что позволило прогревать свариваемые поверхности на достаточную глубину, а затем значительным усилием осадки выдавливать «расплав» вместе с образовавшимися порами в материал грата. Внешний вид сварного соединения плоских образцов шириной 50 мм, выполненного на таком режиме, показан на рис. 5. Проведенные эксперименты показали, что для гарантированного полного выдавливания в грат сформировавшегося пористого «расплава» целесообразно контролировать процесс осадки, обеспечивая ее величину порядка 3–4 мм.

На поперечном сечении сварного соединения плоских листовых образцов (рис. 5, а) видна тонкая, практически неизменная по ширине линия сварного шва и поры различного размера, которые в процессе осадки были выдавлены в материал грата. На образцах, сваренных на оптимальных режимах получили уровень относительной прочности порядка 75–77 %, что является максимальной величиной, достигнутой как в проведенных авторами экспери-

ментах, так и зарубежными коллегами при использовании метода сварки нагретым инструментом встык.

На поверхности образцов, разрушенных в результате механических испытаний (рис. 5, б) видно, что несмотря на отсутствие пор и других включений в сварном соединении, по линии сплавления образуются вертикальные слои материала, похожие по своему внешнему виду на слоистую структуру поверхности листов, которая образуется вследствие высокой вязкости «расплава» материала под действием раскатывающих валков при формировании самих листов на производстве. Разрушение при механических испытаниях происходило со снижением общего уровня прочности по поверхности этих слоев.

Таким образом, на примере полимерного материала ZX-410 на основе полиэфиримида (PEI) показано, что метод сварки термостойких полимеров класса полиариленов нагретым инструментом встык, при температуре нагревательного инструмента $400\pm 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и длительности прогрева 40–50 с, может обеспечить максимальный уровень в 75–77 % относительной прочности сварных соединений. Этот достаточно простой и технологичный метод сварки может быть применен в промышленных условиях при соединении деталей состоящих из труб, стержней и балок из указанного материала с учетом соответствующего коэффициента запаса прочности. ● #1524

Продолжение в следующем номере

Список литературы

1. Михайлин Ю. А. Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы. — СПб.: Профессия, 2006. — 624 с.
2. Михайлин Ю. А. Конструкционные полимерные композиционные материалы. 2-е издание, СПб.: Изд. «Научные основы и технологии», 2013. — 822 с.
3. Vijay K. Stokes. A phenomenological study of the hot-tool welding of thermoplastics. Part 3. Polyetherimide. Polymer. — 2001. — Vol.42. — P. 775–792.
4. Ageorges C., Ye L. Fusion bonding of polymer composites. — London: Springer-Verlag Ltd, 2002. — 284 p.
5. Yousefpour A., Hojjati M., Immarigeon J.-P. Fusion bonding/welding of thermoplastic composite materials. — 2004. — Vol. 17. — № 4. — P. 303–339.

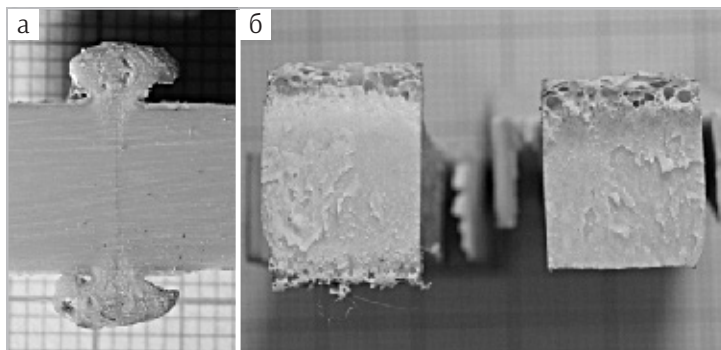


Рис. 5. Поперечное сечение сварного соединения плоского листового образца из PEI (а) и характер разрушения после механических испытаний (б)

Защитные покрытия из порошка Al_2O_3 на изделиях из титана

Ю. Н. Тюрин, О. В. Колисниченко, И. М. Дуда, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАНУ,
Н. Я. Василик, Институт химической физики им. Н. Н. Семенова РАН (Москва, РФ),
М. Г. Ковалева, М. С. Прозорова, М. Ю. Арсеев, Белгородский государственный университет (РФ)

Титановые сплавы отличаются сочетанием ряда ценных свойств, перспективных для применения во многих областях современной техники. К недостаткам титана следует отнести: невысокие антифрикционные свойства; склонность титана и многих его сплавов к водородной хрупкости и солевой коррозии; низкую износостойкость в условиях воздействия гидро-газоабразивного потока. Например, при эксплуатации поверхность лопаток компрессора турбины постоянно подвержена воздействию газоабразивного потока. В результате, материал лопатки (сплав на основе титана) подвергается эрозионному износу твердыми частицами, которые присутствуют в газе. Образуются повреждения, снижающие эффективность работы компрессора. Другой пример — детали геодезического оборудования, которые изготавливаются из сплава ОТ4св и изнашиваются потоками воды, содержащими абразивные частицы.

Известно, что в воздухе на поверхности изделия из титана формируется окисная пленка, которая препятствует адгезии материала покрытия к подложке и затрудняет формирование защитного покрытия. Для разрушения этой пленки и активации поверхности титанового изделия наиболее перспективны детонационные технологии, которые осуществляют механическую активацию поверхности подложки. Техно-

логия осуществляется без нагрева деталей ($<200^\circ\text{C}$), что исключает термические поводки, структурные и фазовые превращения в сплаве.

В настоящее время значительный интерес вызывают защитные керамические покрытия на основе оксида алюминия Al_2O_3 , обладающие хорошими физико-механическими и химическими характеристиками (высокой твердостью, стойкостью к износу и воздействию агрессивной среды, низкой тепло- и электропроводностью и т.д.).

Керамические покрытия используют, как правило, для защиты деталей, работающих в тяжелых условиях. Они характеризуются высокой стойкостью в агрессивных и окисли-

тельных средах, а также обеспечивают защиту деталей при работе в условиях высоких температур, гидро- и газоабразивного износа. Кроме того, порошки на основе Al_2O_3 имеют невысокую стоимость, что определяет экономическую эффективность их применения.

Целью настоящей работы является исследование возможности повышения стойкости к гидро- и газоабразивному изнашиванию образцов и изделий из титанового сплава, путем создания на их рабочей поверхности защитных керамических покрытий Al_2O_3 с использованием кумулятивно-детонационной технологии.

Для напыления покрытий была использована многокамерная кумулятивно-детонационная горелка (рис. 1). Горелка содержит: камеру газодинамического смешивания компонентов горючей смеси 1, свечу зажигания 2, фор-камеру 3, камеру для смешивания газов 4, кольцевую камеру сгорания 5, кумулятивную камеру 6, камеру для нагрева и синхронизации ввода порошка 7, узел 8 для крепления сменных камер 9 и узел 10 для крепления насадки для отклонения продуктов сгорания. Эта горелка использует практически все горючие газы (кроме ацетилена) в смеси с кислородом и воздухом. Газодинамическое смешивание компонентов горючей смеси в камерах 1 и 4, а также фор-камерное зажигание свечой 2 в камере 3 обеспечивает инициирование детонационного режима сгорания в горючих смесях любой концентрации. Камера 5 обеспечивает формирование многоступенчатых ударных волн в продуктах сгорания, которые объединяются в камере 6 и, в дальнейшем, используются для ускорения и нагрева порошковых материалов в камере 9. Порошковый материал предварительно подогревается в камере 7, делится на порции и импульсно выдается в камеру 9 с частотой, синхронной частоте инициирования детонации.

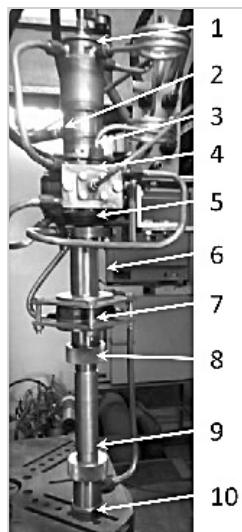


Рис. 1. Многокамерная кумулятивно-детонационная горелка

Суммирование энергий продуктов сгорания горючей смеси от нескольких специализированных камер приводит к кумулятивному эффекту и позволяет формировать высокоскоростной поток (>2000 м/с). Скорость и температура продуктов сгорания зависят от соотношений окислительного, горючего и нейтрального газа при заполнении детонационных камер. Порошок и газы подаются в горелку непрерывно. Дозирование и синхронизация заполнения камер порошком и газами осуществляется автоматически за счет использования энергии газодинамических струй от предыдущего импульса сгорания. Особенностью многокамерного газодинамического ускорителя является то, что для разгона и нагрева порошка используются кумулированные потоки продуктов сгорания, которые образуются в нескольких детонационных камерах, точное дозирование и синхронизации ввода напыляемого порошка.

Для нанесения керамического покрытия на поверхности изделий из титановых сплавов использовали горючую смесь: пропан (30%) + бутан (70%), кислород и воздух. Формирование керамического покрытия осуществляли с частотой инициирования сгорания горючей смеси — 20 Гц. Покрытия наносили послойно при возвратно — поступательном перемещении горелки с поперечным смещением при каждом ее перемещении на 4 мм и с трехкратным перекрытием при формировании слоя. Производительность процесса составляла 550 г/ч. Значение скорости переднего фронта порошковой струи, оцененное на отрезке 20–50 мм от среза сопла, составила — (1400 ± 150) м/с. Покрытие наносили из порошка Al_2O_3 — AMPERIT®740.0.

Фракционный состав и распределение по размерам частиц порошка определяли с помощью лазерного анализатора размеров частиц Analysette22 NanoTec. Исследование микроструктуры, элементного состава порошка и покрытия Al_2O_3 проводили с помощью растрового электронно-ионного микроскопа (РЭМ) Quanta 2003D, оснащенного детектором рентгеновского излучения системы PEGASUS 2000. Пористость покрытия определяли металлографическим методом с элементами качественного и количественного анализа геометрии пор с применением оптическо-

го инвертированного микроскопа Olympus GX51. Рентгеноструктурные исследования порошка и покрытия проводили с помощью использования дифрактометра Ultima IV Rigaku и просвечивающего микроскопа (ПЭМ) с полевой эмиссией Tescan G220F S-T. Микротвердость по поперечному микрошлифу покрытия и подложки определяли используя автоматическую систему анализа микротвердости DM-8 по методу микро-Виккерса при нагрузке на индентор 0,3 Н. Исследование трибологических характеристик покрытий проводили по стандартной схеме испытания «шарик–диск» на автоматизированной машине трения (Tribometer, CSM Instruments, Швейцария) с применением фактографического анализа бороздки износа покрытий и пятна износа на контртеле (шарик из корунда диаметром 6 мм). Испытания износостойкости проведены на воздухе при нагрузке 6 Н, линейной скорости 15 см/с, с радиусом кривизны износа 5 мм, пути трения — 1200 м. Измерение глубины бороздок проводили в 4-х диаметрально и ортогонально противоположных областях образца на автоматизированном прецизионном контактном профилометре Surtronic 25 и определяли среднее значение площади поперечного сечения и глубины бороздки износа. Определение адгезионной прочности покрытий проведено на электромеханической машине Instron 5882 (USA) согласно стандарту ASTM C633. Метод испытания, описанный в этом стандарте, используется для определения адгезионной или когезионной прочности газотермического покрытия. Испытания износостойкости, при газоабразивном воздействии в потоке твердых частиц, проведены на установке для пневмоструйной обработки Euroblast (фирма Guyson, Англия) по ГОСТ 23.201-78. Метод газоабразивного изнашивания основан на одновременном воздействии на испытуемые образцы потоков твердых частиц, создаваемых центробежным ускорителем при фиксированных режимах испытаний. Испытания проводили сжатым воздухом, чтобы подавать абразивный материал прямо на образцы. Давление воздуха составило 3 атм., диаметр сопла — 5 мм, частота вращения ротора — 6000 об./мин., расстояние от сопла до образца — 60 мм, угол атаки 90° , количество используемого абразива — $(5 \pm 0,2)$ кг. В качестве абразивного материала использовали электрокорунд марки 25А М28 ГОСТ 3647-80 (размер частиц 20–28 мкм).

Покрытие наносили из порошка Al_2O_3 — AMPERIT®740.0 с основной фракцией (5,6–22,5) мкм. Рентгеноструктурный анализ порошка показал, что порошок состоит из частиц оксида алюминия $\alpha-Al_2O_3$ с тригональной решеткой и $\gamma-Al_2O_3$ с кубической решеткой и содержанием примесей (оксида кремния, железа) порядка 3,83% (табл. 1). Электронно-микроскопические исследования поперечного шлифа системы «покрытие–подложка» (рис. 2) показало, что покрытие из порошка Al_2O_3 представляет собой чередование характерно упакованных «чешуек» — деформированных дискретных частиц. Пористость полученного покрытия составила менее 0,5%. Покрытие формирует-

ся путем последовательной укладки множества деформированных частичек, имеющих разную температуру, скорость и массу (рис. 2, з). Размер деформированных частичек составил $\approx (0,5-3)$ мкм (рис. 2, з).

Таблица 1. Фазовый состав порошка и покрытия Al_2O_3

Материал	Фазовый состав, масс. %				
	$\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$	$\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$	$\Theta\text{-Al}_2\text{O}_3$	Примеси SiO_2, Fe	Аморфная фаза
Порошок Al_2O_3	3,83	92,34	—	3,83	—
Покрытие	13,35	9, 5	75,35	0, 3	1,55

Из-за присутствия в исходном порошке частиц размером до 30 мкм, в полученном слое керамики наблюдаются недеформированные раздробленные частички, что обуславливает выкрашивание этих частиц при шлифовании образцов (рис. 2, з).

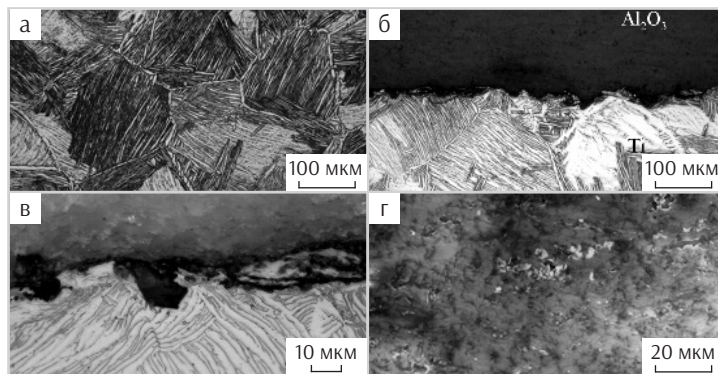


Рис. 2. Микроструктура: а – титанового деформируемого сплава ОТ4св в исходном состоянии; б – системы «покрытие – сплав ОТ4св»; в – граничной зоны «покрытие Al_2O_3 – сплав ОТ4св»; г – покрытия Al_2O_3 , нанесенного кумулятивно-детонационным методом на подложку из сплава ОТ4св

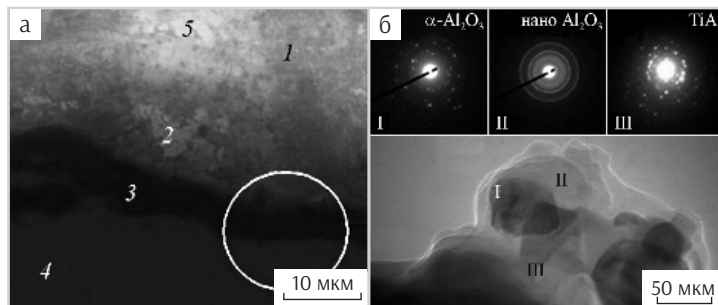


Рис. 3. Граничная зона «покрытие Al_2O_3 / сплав ОТ4св»: а – РЭМ; б – ПЭМ. 1 – покрытие; 2 – переходной слой от покрытия; 3 – переходной слой от подложки; 4 – подложка

Таблица 2. Элементный состав системы «покрытие Al_2O_3 / сплав ОТ4св» (рис. 3, а)

Область анализа	Содержание элементов, масс. % / ат. %		
	O	Al	Ti
1	33,79 / 48,70	52,06 / 44,49	14,15 / 6,81
2	33,38 / 48,84	49,07 / 42,58	17,55 / 8,58
3	33,74 / 50,90	40,23 / 35,98	26,03 / 13,12
4	6,31 / 16,21	5,10 / 7,77	88,59 / 76,02
5	34,28 / 49,30	51,36 / 43,80	14,36 / 6,90

В результате проведенных исследований установлено, что видимая граница прилегания керамического покрытия к подложке не имеет дефектов, то есть участков с ослабленными связями, которые являются микротрещинами, находящимися в одной плоскости и способными к распространению при наложении внешних нагрузок. В зоне контакта покрытия с подложкой обнаружена смешанная структура, состоящая из островков керамического материала в титане весьма разнообразных форм и размеров (рис. 3, а, б).

Согласно результатам элементного анализа, в слое покрытия (рис. 3, а, точки 1, 2, 5) в основном содержатся алюминий и кислород, и их концентрация в разных точках изменяется незначительно (табл. 2). Известно, что при взаимодействии углерода с титаном в покрытии образуются хрупкие фазы, что приводит к появлению трещин на границе и образованию сквозных пор, но присутствие углерода в объеме покрытия и граничной зоны не выявлено.

Алюминий и кислород стабильно присутствуют во всем слое керамического покрытия, что и следовало ожидать, исходя из химического состава наносимого порошка. Элементный состав покрытия неоднородный (табл. 2), на границе между переходной зоной и основным покрытием (рис. 3, а, область 3) содержится ≈ 34 масс. % Al, ≈ 40 масс. % O, остальное Ti. Наличие в этой области ≈ 26 масс. % Ti можно объяснить его переносом из подложки. При высокоскоростном формировании керамики на подложке происходит частичная деструкция оксида алюминия и перемешивание продуктов деструкции с материалом подложки. Высокая скорость нанесения дисперсных материалов обеспечивает их деформирование, частичную механо-химическую деструкцию и образование достаточно толстого (5 мкм) переходного слоя, который обеспечивает сопряжение керамического слоя с подложкой из титана. В переходном слое «покрытие подложка» имеются нанокристаллические интерметаллические соединения TiAl (рис. 3, б). Присутствие в приграничном слое между покрытием и подложкой металлического алюминия и интерметаллидов AlTi способствует релаксации напряжений. Следовательно, титан следует рас-

смагивать как примесь, благоприятно влияющую на механические свойства приграничного слоя между подложкой и покрытием. Исследования адгезионной прочности покрытия показали следующий результат (35 ± 8) МПа.

Проведенный рентгенофазовый анализ показывает, что концентрация основных составляющих покрытия — алюминия и кислорода, в разных точках покрытия, изменяется незначительно. Фазовый состав покрытия (табл. 1) в основном представлен частицами θ - Al_2O_3 и α - Al_2O_3 (в незначительном количестве присутствуют включения SiO_2 , γ - Al_2O_3) и аморфной фазы, состоящей из Al, O, Fe и Si. Микротвердость покрытия составляет (1300 ± 25) HV_{0,3} (твердость ОТ4св — (200 ± 10) HV_{0,3}). Фактор износа керамического покрытия из порошка Al_2O_3 — $2,02 \cdot 10^{-4}$ мм² / (Н·м), а сплава ОТ4св — $6,97 \cdot 10^{-5}$ мм² / (Н·м).

Нанесение защитных наноструктурных керамических покрытий Al_2O_3 не оказывает влияния на изменение микроструктуры сплава ОТ4св (рис. 2, б). Данный вывод открывает возможность использования кумулятивно-детонационной технологии нанесения защитных наноструктурных керамических покрытий Al_2O_3 , с целью обеспечения высоких эксплуатационных свойств деталей из титанового сплава (например, деталей геофизических приборов и лопаток компрессора газотурбинного двигателя).

При испытаниях на износ титановых сплавов, в условиях сухого трения, преобладает механизм адгезионного изнашивания. Керамическое покрытие на поверхности образца из титанового сплава ОТ4св исключает адгезионную составляющую износа и увеличивает его износостойкость почти на порядок.

В результате анализа рельефа износа поверхности керамических покрытий установлено, что поверхность трения представляет собой продольные контактные участки, ориентированные по направлению скольжения, которые не имеют значительных повреждений и изменений.

Газоабразивную стойкость образцов из сплава ОТ4св с керамическим покрытием определяли путем воздействия потока абразивных частиц. Износ определяли по изменению массы образца и сравнению полученной величины с износом ис-

Таблица 3. Результаты исследований газоабразивной стойкости образцов из сплава ОТ4св

Материал	Начальная масса, г	Масса образца после испытания, г	Величина износа, $\Delta m / m_0, \%$
Сплав ОТ4св	14,6517	14,5647	0,5938
Покрытие Al_2O_3 на сплаве ОТ4св	15,3351	15,2781	0,3717

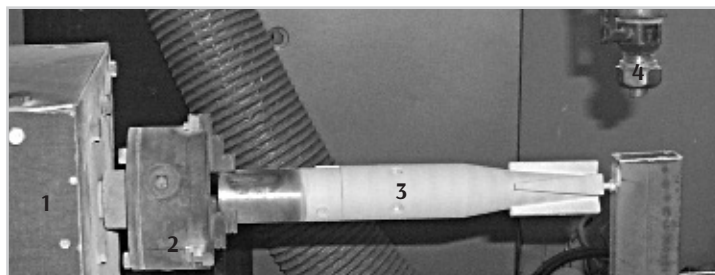


Рис. 4. Устройство для вращения деталей

ходного образца (сплав ОТ4св без покрытия). В табл. 3 представлены результаты взвешивания образцов, рассчитанные по формуле: $\zeta = \Delta m \cdot 100 / m_0$, где Δm — изменение массы образца в результате испытания на износ; m_0 — начальная масса образца. За стойкость к газоабразивному изнашиванию принимали соотношение величины износа исследуемого образца к износу образца в исходном состоянии. При проведении эксперимента обнаружен эффект насыщения (шаржирования) поверхности сплава ОТ4св частицами абразивного материала (порошка электрокорунда 25А М28). Это эффект ведет к увеличению веса образца и, соответственно, к снижению эффективности измерения результатов износа. Установлено, что стойкость к газоабразивному изнашиванию образца с защитным керамическим покрытием по сравнению с образцом без покрытия повысилась в 2 раза.

Исследование гидроабразивного износа керамического покрытия осуществлялись в процессе промышленных испытаний деталей геофизического оборудования. Напыление покрытий осуществляли многокамерной кумулятивно-детонационной горелкой (рис. 1) на специализированном манипуляторе (рис. 4), который состоит из устройства для вращения деталей и 3-х координатной системы перемещения горелки. Манипулятор состоит из вращателя — 1, устройства — 2 для закрепления детали — 3, многокамерной кумулятивно-детонационной горелки — 4.

Контроль износа керамического покрытия осуществляли при анализе износа центриатора (рис. 5, а), который подвергается наиболее интенсивному гидроабразивному износу. Покрытие наносилось при технологических режимах, аналогичных для исследуемых образцов.

Центриатор работает в скоростном потоке подземных вод, содержащих абразивные частицы размером до 3000 мкм. Промышленные испытания центриаторов в течение двух лет показали, что керамическое покрытие имело высокую стойкость к износу и не разрушалось на поверхности. Разрушение поверхности центриатора начиналось на острых кром-

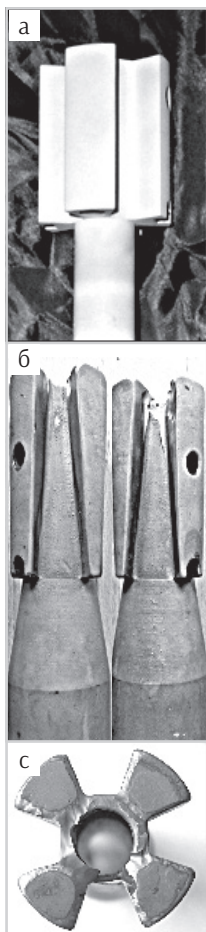


Рис. 5. Деталь геофизического прибора — центратор: а — после нанесения покрытия; б — центратор после 2 лет эксплуатации; с — торец центратора со следами износа

ках. При ударе крупных абразивных частиц об острые кромки образуются места смятия и разрушение покрытия на этих кромках. В дальнейшем наблюдается интенсивный износ поверхности, не защищенной покрытием (рис. 5, б, с). Можно отметить, что керамическое покрытие на поверхности центратора (рис. 5, б, с) не отслаивается и, практически, не изнашивается. Износ наблюдается только на острых кромках, которые подвергаются деформированию при ударе о крупные абразивные частицы. Промышленное испытание центраторов в течение двух лет подтвердили прочность и высокую износостойкость материала покрытия в условиях гидроабразивного износа. Работоспособность деталей с покрытием увеличилась более чем в два раза.

Проведенные исследования показали: Использование кумулятивно-детонационной технологии для напыления покрытий из порошка Al_2O_3 позволяет получать плотные, твердые, износостойкие, многофазные, керамические покрытия. Несмотря на высокую твердость, покрытие достаточно пластично и хорошо прилегает к подложке. Видимая граница прилегания керамического покрытия к подложке не имеет дефектов, то есть участков с ослабленными связями. Переходной слой «покрытие подложка» содержит и нанокристаллические интерметаллические фазы TiAl .

Импульсная кумулятивно-детонационная технология исключает нагрев изделия, не оказывает заметного влияния на изменение его структуры и позволяет наносить равномерные по толщине покрытия на локальные поверхности изделий, имеющих сложную конфигурацию и большие размеры.

Фазовый состав покрытия в основном представлен частицами $\theta\text{-Al}_2\text{O}_3$ и $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$, в незначительном количестве присутствуют включения SiO_2 , $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$ и аморфной фазы, состоящей из Al, O, Fe и Si.

Исследования износостойкости титановых образцов, при газоабразивном воздействии в потоке твердых частиц, показали значительное (более чем в 2 раза) повышение стойкости к износу образца с защитным керамическим покрытием по сравнению с образцом без покрытия.

Промышленные испытания деталей геофизического оборудования с керамическим покрытием подтвердили высокую прочность и износостойкость материала покрытия в условиях гидроабразивного изнашивания.

Показано, что керамическое покрытие из порошка Al_2O_3 , нанесенное с использованием кумулятивно-детонационной технологии, существенно увеличивают твердость и, соответственно, износостойкость поверхности титановых деталей (ОТ4св), эксплуатируемых в условиях гидро- и газоабразивного воздействия.

• #1525

Новый металл легче воды?

В Нью-Йоркском университете под руководством доцента Нихилу Гупта разработали металл, который умеет плавать.

Новейший композитный состав металла содержит магниевый сплав и карбид кремния. Материал очень прочный, чрезвычайно легкий и термостойкий. Яхта из такого композита не утонет даже со значительными повреждениями.

Разработка представляет собой разновидность синтаксической пены. Американским исследователям одним из первых удалось получить «материал будущего» — пенообразный легкий металл, подходящий для использования в промышленных масштабах.

Матрица, из которой состоит полученный материал, выполнена из магниевого сплава. Сплав доводится до пенообразного состояния и полых сфер из армированного карбида кремния. Полученные сферы-частицы имеют плотность $0,92 \text{ г на см}^3$, меньшую, чем плотность воды — 1 г на см^3 . Легкость и плавучесть материала дополняются прочностью, позволяющей выдержать любые внешние усилия. Оболочка одной сферы-части-



цы может выдержать давление $1,73 \times 10^2 \text{ Па}$, что превышает давление в пожарном брандспойте в 100 раз.

Композит легко приспособляется под различные задачи и области применения. Его плотность может быть уменьшена или увеличена за счет количества кремниевых сфер, наполняющих магниевую матрицу.

В мае 2015 г. полученный материал прошел предварительные тесты в Университете Нью-Йорка. В ближайшие 3 года разработанная технология может быть использована в рамках какого-либо прототипа. Им может стать лодка, автомобиль или амфибия.

www.ruyachts.com

Капитальный ремонт и модернизация двух стационарных машин газовой резки и создание участка разделки крупного лома на шихту на ПАО «Энергомашспецсталь»

В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко, С. А. Чумак, ООО «НИИПТмаш — Опытный завод»,

В. В. Капустин, Н. П. Бескровный, А. А. Горшков, М. Ю. Шуб, ПАО «Энергомашспецсталь» (Краматорск)

В 1976 г. на заводе «Энергомашспецсталь» был введен в эксплуатацию цех подготовки шихты, основным оборудованием которого являлись три стационарные машины газовой резки УОП-1 с горизонтальным и вертикальным ходом резака 2800 мм и одна переносная машина УОПП-1 с горизонтальным и вертикальным ходом резака 1200 мм. Стационарные машины были изготовлены силами завода по чертежам разработчика — НПО «НИИПТмаш», а переносная машина разработана и изготовлена последним. Спустя 35 лет, в связи с физическим износом, все машины были демонтированы. Стационарные машины разобрали и отправили на склад для хранения, а переносную машину после ремонта установили на эстакаде ЭСПЦ, где она работает и в настоящее время. В 2014 г., в связи с производственной необходимостью, руководством завода было принято решение восстановить две машины УОП-1, модернизировав их, и создать участок подготовки шихты на новом месте (эстакада ЭСПЦ), а работающую машину УОПП-1 отправить на капитальный ремонт.

На момент разработки машин газовой резки (МГР) конструкторы руководствовались характеристиками имеющихся в их распоряжении газокислородных резаков для больших толщин: инжекторного резака Р-100-2 (КПИ) и резака внутрисоплового смешивания газов РГМ-9 (НИИПТмаш). Максимальная толщина реза этих резаков 1200 мм при соблюдении следующих условий:

- при резке заготовок переменного сечения (например, круглого) расстояние между торцом мундштука и поверхностью заготовки в любой момент не должно превышать 80 мм;
- врезание в заготовку с круглым или овальным поперечным сечением должно происходить по касательной;
- при резке заготовки с прямоугольным поперечным сечением, вначале угол наклона резака к поверхности заготовки должен быть отрицательным в пределах 3°–9°, а в конце резки — положительным в тех же пределах.

Эти требования усложняли конструкцию МГР, т.к. дополнительно к регулируемым приводам рабочего перемещения резака, поперечного и вертикального, а также —

к приводам установочного перемещения машины по монорельсу вдоль заготовки и поворота консольной направляющей относительно колонны, необходимо предусмотреть еще два нерегулируемых привода:

- перемещения резака вдоль собственной оси;
- поворота (качания) резака в плоскости реза.

В процессе эксплуатации МГР в цехе подготовки шихты резаки МГР-9 были заменены на резаки РГКМ-3, а затем на резаки РГКМ-5, которые устроены по принципу внешнего смешивания газов пламени. Работа последних меньше зависела от расстояния между резаком и поверхностью заготовки, а также от угла наклона резака в плоскости реза.

Капитальный ремонт и модернизация двух МГР УОП-1 осуществлялась силами завода. Газовая часть машин, включая резаки РГКМ-5, была разработана и изготовлена на ООО «НИИПТмаш — Опытный завод». В процессе ремонта и модернизации были осуществлены следующие изменения (рис. 1 и 2):

- убраны привод перемещения резака вдоль своей оси и привод поворота резака в плоскости реза. Эти приводы в процессе резки почти не использовались, однако они значительно снижали жесткость машины в целом, что приводило к заметным колебаниям резака при его рабочих перемещениях. В результате изменений упростилась конструкция МГР и увеличилась ее жесткость;
- рабочее место оператора МГР УОП-1 находилось на площадке, жестко связанной с горизонтальной направляю-

щей, и перемещалось вверх-вниз вместе с ней. Оператор был изолирован от разрезаемой заготовки и не мог контролировать процесс резки. Эту функцию выполнял помощник оператора. Рабочее место оператора, газовый и электрический пульты были перенесены с верхней подвижной площадки на тележку машины в удобное место с возможностью контроля оператором процесса резки, в этом случае для управления МГР требуется один человек;

- предусмотрен переносной электрический пульт, с которого можно управлять основными перемещениями резака и работой электромагнитных клапанов в узлах подготовки энергоносителей;
- устаревшие электрическая и газовая части МГР полностью заменены на новые, с использованием современных приборов и оборудования;
- разработана и внедрена эстакада (ранее отсутствующая) для перемещения резиноканевых рукавов и электрических кабелей при движении МГР по монорельсу, увеличена плавность хода МГР.

МГР состоит из следующих узлов (рис. 1): узел подготовки кислорода 1 и узел подготовки природного газа 2 находятся в шкафах, которые расположены неподвижно у основания колонны эстакады

мостового крана. Кислород и природный газ подводятся от цеховых магистралей к узлам подготовки через стальные трубы. От узлов подготовки энергоносителей к МГР кислород и природный газ поступают через резиноканевые рукава, которые подвешены к тележкам эстакады для транспортировки энергоносителей. Пульт управления газовый 3 расположен в кабине оператора рядом с электрическим пультом на специальной площадке тележки машины. Резак 4 крепится на кронштейнах каретки привода горизонтального перемещения резака по направляющей.

Кроме перечисленных узлов и изделий, в газовой части МГР предусмотрен ручной резак РЗ-ФЛЦ для работы в чрезвычайной ситуации, копьедержатель для работы кислородным копьем и запальник. Их питание кислородом и природным газом осуществляется от узлов подготовки газов-энергоносителей МГР.

На рис. 2 показан общий вид машины газовой резки УОП-1 после модернизации. Поворотная консольная направляющая расположена параллельно с эстакадой для транспортировки рукавов и кабелей, крыша которой видна справа от машины. Слева от машины расположены кессоны для сбора шлака, перекрытые секциями проложек, на которые устанавливают разрезаемую заготовку. Это исходное положение МГР перед работой.

Технические характеристики МГР после ее модернизации приведены в табл. 1.

Остановимся более подробно на описании узлов и элементов газовой части МГР, так как от них, в первую очередь, зависит производительность и безопасность работ по кислородной резке крупногабаритного металлолома на шихту.

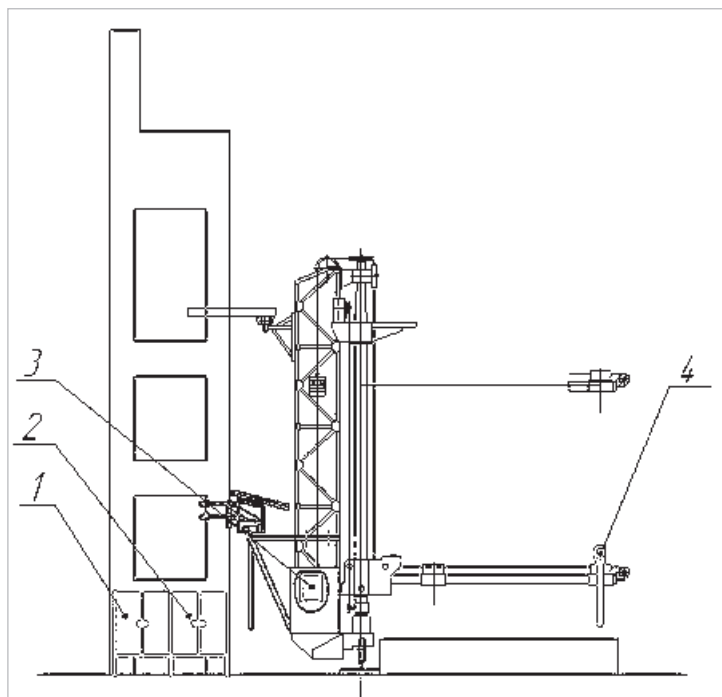


Рис. 1. Схема комплектации МГР основными узлами газовой части машины



Рис. 2. Общий вид машины газовой резки УОП-1 после модернизации

Таблица 1. Технические характеристики МГР после модернизации

Параметр	Величина
Ход МГР по рельсовой направляющей, мм	27 000
Скорость перемещения МГР по рельсовой направляющей, мм/мин	3000
Ход горизонтального перемещения резака, мм	2800
Скорость рабочего горизонтального перемещения резака, мм/мин	20–200
Ход вертикального перемещения резака, мм	2800
Скорость вертикального перемещения резака, мм/мин	20–200
Скорость установочных перемещений резака, мм/мин	1500
Угол поворота колонны в горизонтальной плоскости, град	210
Скорость поворота колонны с резаком, град/мин	54
Установленная мощность приводов, кВт	3,5
Питание установки, МПа природный газ кислород	0,12 0,8–1,2
Габаритные размеры установки, м	27×8,0×7,7



Рис. 3. Внешний вид газового пульта и его положение на МГР

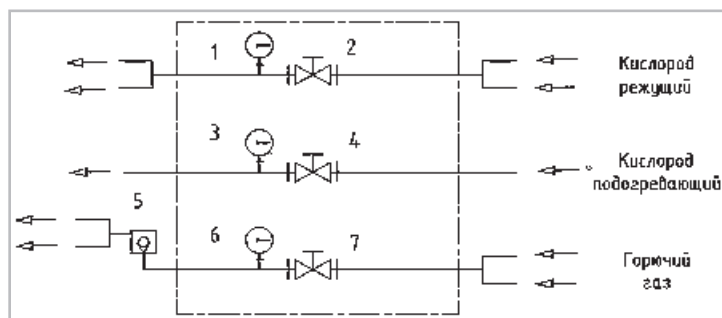


Рис. 4. Пневматическая схема газового пульта: 1, 3 – манометры, учитывающие расход кислорода; 2 – вентиль для подачи и регулирования количества кислорода режущего; 4 – вентиль для подачи и регулирования количества кислорода подогревающего; 5 – обратный клапан, расположенный на линии природного газа на участке между резаком и газовым пультом; 6 – манометр, учитывающий расход природного газа; 7 – вентиль для подачи и регулирования количества природного газа

Пульт управления газовый. Пульт управления газовый располагается на тележке МГР и содержит специальные вентили для регулировки расходов газов и манометры (рис. 3, 4).

В отдельном корпусе собраны все трубопроводы, вентили и манометры пульта газового, который спроектирован с соблюдением эргономических и санитарных норм. Положение оператора МГР в процессе резки – перед пультами газовым и электрическим. В нерабочем состоянии пульт газовый закрывается крышкой на замок.

Узел подготовки кислорода. Узел подготовки кислорода предназначен для питания кислородом резака РГКМ-5, копьедержателя КД, ручного резака РЗ-ФЛЦ и является составной частью МГР. Узел изготовлен в виде отдельного шкафа, который установлен стационарно, и соединен с эстакадой для транспортировки рукавов с энергоносителями стальной трубой Ду50 (рис. 5).

На входе в узел предусмотрен фланцевый отвод Ду50, для присоединения его к цеховой кислородной магистрали, кран 1 и коллектор, на котором расположены кран манометра 7 и манометр 4 для контроля давления кислорода в магистрали.

По линии кислорода режущего на выходе из коллектора последовательно расположены кран 5 и электромагнитный клапан 2. По линии кислорода подогревающего на выходе из коллектора расположены кран 6 и электромагнитный клапан 3.

Подача кислорода из магистрали, отвод кислорода режущего и подогревающего к резаку осуществляется через верхнюю стенку узла подготовки кислорода.

Питание кислородом копьедержателя осуществляется через кран 8, а ручного резака РЗ-ФЛЦ через кран 9. Отвод кислорода к копьедержателю и ручному резаку происходит с помощью резиноканевых рукавов через нижнюю стенку узла подготовки кислорода.

Узел подготовки природного газа. Узел подготовки природного газа предназначен для питания горючим газом машинного резака РГКМ-5, резака ручного РЗ-ФЛЦ и запальника ГВ-1. Узел изготовлен в виде стационарно установленного отдельного шкафа (рис. 6).

На входе в узел предусмотрен фланцевый отвод Ду50 для присоединения его

к цеховой газовой магистрали, кран 1 и газораздаточный коллектор. В глухой части коллектора расположены манометр 5 и соединенный с ним кран манометра 6. Этот манометр предназначен для контроля давления природного газа в магистрали.

Из коллектора через кран свечи 2 и верхнюю стенку узла подготовки горючего газа, проведен трубопровод свечи Ду 15, а через кран 3, электромагнитный клапан 4 — горючего газа и верхнюю стенку узла подготовки горючего газа проведен трубопровод к эстакаде для транспортировки резиноканевых рукавов и электрических кабелей (рис. 6).

Питание горючим газом ручного резака РЗ-ФЛЦ и запальника ГВ-1 из коллектора осуществляется через краны ручного резака 7 и запальника 8. Отвод природного газа к ручному резаку и к запальнику происходит с помощью резиноканевых рукавов через нижнюю стенку узла подготовки кислорода.

Машинный газокислородный резак РГКМ-5 и ручной резак РЗ-ФЛЦ. Машинный резак РГКМ-5 подробно описан в журналах «Сварщик», 2013, № 2 (стр. 22–26) и 2015, № 2 (стр. 9–13). С ручным резаком РЗ-ФЛЦ можно ознакомиться в том же журнале за 2006, № 6 (стр. 6–10).

Копьедержатель и запальник. Копьедержатель и запальник являются серийными изделиями производства ООО «НИИПТмаш — Опытный завод» и известны достаточно давно.

Эстакада для транспортировки резиноканевых рукавов с энергоносителями и электрических кабелей к МГР.

Эстакада для транспортировки рукавов (рис. 7) расположена между колоннами участка подготовки шихты и подвешена на них на высоте 3 м от пола. Направляющая эстакады длиной 37 м имеет коробчатое поперечное сечение и собрана из швеллеров № 10 с помощью ребер жесткости таким образом, что в нижней части направляющей по всей ее длине между полками швеллеров имеется свободное пространство. Внутри короба направляющей перемещаются тележки, по 7 штук на каждую МГР, к которым подвешены резиноканевые рукава и электрические кабели так, как показано на рис. 7. К крайней тележке подвижно прикреплено устройство

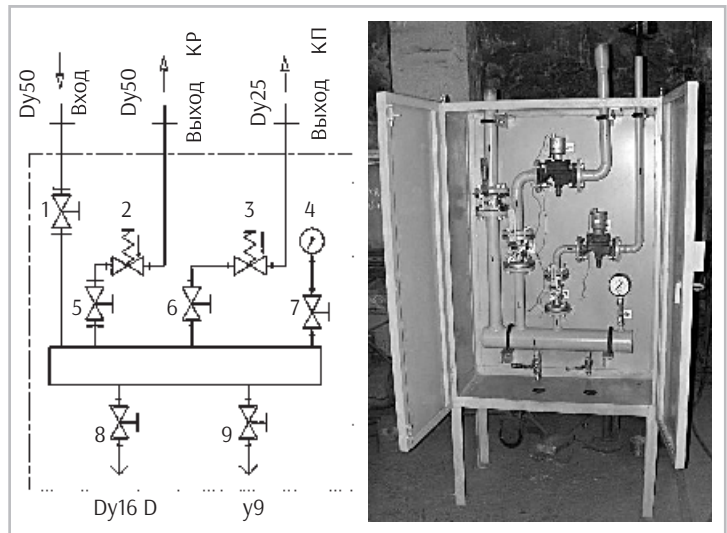


Рис. 5. Узел подготовки кислорода и его пневматическая схема

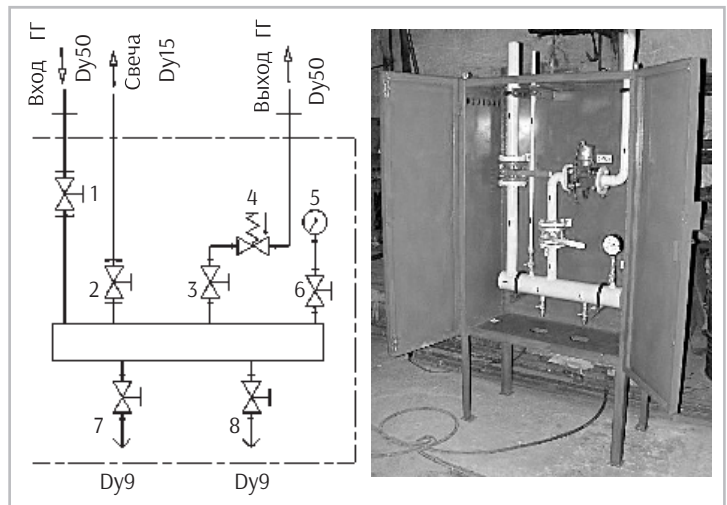


Рис. 6. Узел подготовки природного газа и его пневматическая схема



Рис. 7. Эстакада для транспортировки резиноканевых рукавов с энергоносителями от узлов подготовки кислорода и природного газа к МГР



Рис. 8. Участок разделки крупного лома на шихту

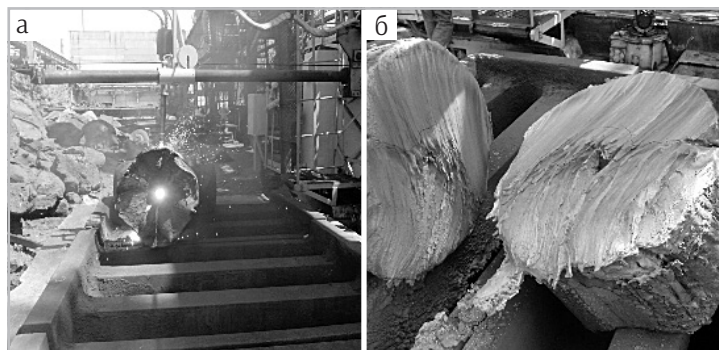


Рис. 9. Резка конца поковки Ø 900 мм с закованной усадочной раковиной

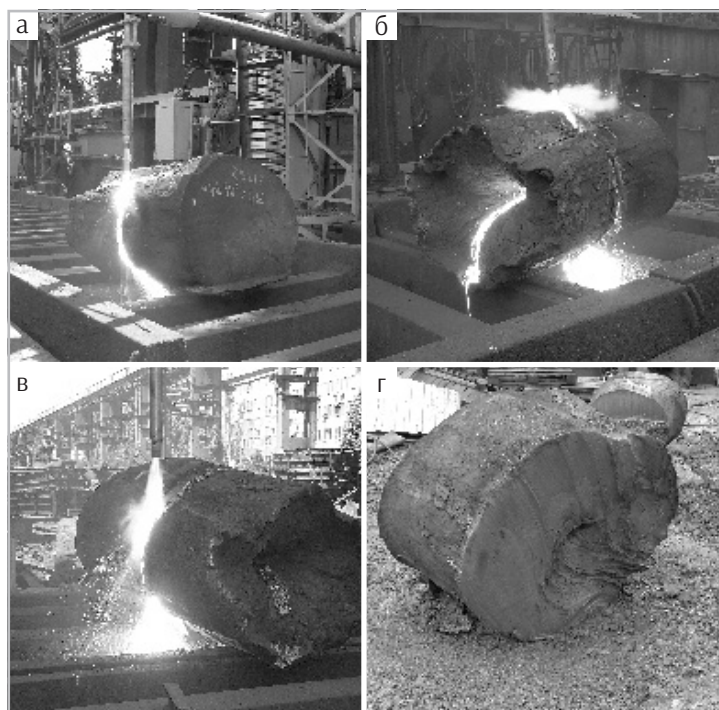


Рис. 10. Резка конца поковки Ø 1000 мм с усадочной раковиной: а — начало; б — середина резки; в — окончание резки; г — поверхность реза

для перемещения — водило (к МГР оно прикреплено неподвижно), которое передает усилие от МГР на эту тележку при перемещении последней. Все тележки связаны между собой стальной цепью, длина которой меньше, чем длина резиноканавых рукавов на участке между тележками. Это сделано для того, чтобы при движении МГР снять нагрузки с рукавов. Рукава с эстакады к газовому пульту МГР проложены через водило. Данное исполнение эстакады для транспортировки рукавов обеспечивает плавное перемещение МГР по монорельсу, безопасное и устойчивое.

Участок разделки крупного лома на шихту. До капитального ремонта МГР работали в цехе подготовки шихты (ЦПШ), который был спроектирован специально под эти машины. После переноса машин на эстакаду ЭСПЦ, участок создали заново с учетом недостатков, выявленных в течение многолетней эксплуатации МГР в ЦПШ.

Две МГР велосипедного типа установлены на общий монорельс длиной 37 м. Подвод энергоносителей выполнен таким образом, что зона действия каждой МГР равна площади $27 \times 2,8$ м. Направляющая МГР имеет возможность поворота и в исходном состоянии расположена параллельно монорельсу, освобождая площадь обслуживания под загрузку (рис. 8). Параллельно монорельсу МГР расположен бетонный кессон длиной 37 м, шириной 3,5 м и глубиной 2,5 м. Кессон перекрыт литыми секциями проложки, по 5 штук в каждой секции. Расстояние между проложками — 0,3 м. На дне кессона в каждой секции имеются стальные листы с проушинами по углам. На этих листах в кессоне собирается шлак и его периодически удаляют с помощью мостового крана. На секции проложки устанавливают разрезаемые заготовки, выкладывая их по длине кессона, и производят кислородную резку в щель между проложками.

На рис. 8 показан рабочий момент участка разделки крупного лома на шихту. На переднем плане 1-я МГР разрезает поковку из низколегированной стали и дым отсутствует, на заднем плане 2-я МГР разрезает заготовку из нержавеющей стали 08X18H10T, поэтому наблюдается некоторая задымленность зоны резки.

Примеры кислородной резки заготовок с помощью МГР УОП-1 на участке разделки крупного лома. На рис. 9 показан процесс кислородной резки конца поковки $\varnothing 900$ мм с усадочной раковинной в центре — а и с крупной трещиной по длине заготовки — б. В плоскость реза попали как раковина, так и трещина. Изучение поверхности реза подтвердило предположение, что раковина и трещина не оказывают влияния на процесс резки.

На рис. 10 представлены все этапы процесса кислородной резки конца поковки $\varnothing 1000$ мм с усадочной раковинной в центре. Усадочная раковина не оказала влияние на процесс резки.

Наиболее интересным является пример кислородной резки крупного лома на шихту, представленный на рис. 11.

Разделке на шихту подвергалась заготовка из низколегированной стали толщиной 1200 мм, имеющая большую усадочную раковину, которая по всей длине попадает в плоскость реза. Наружная поверхность заготовки имеет сложную конфигурацию, что вызывает проблемы при врезании кислородной струи в тело поковки. Резка производилась резаком РГКМ-5 с мундштуком № 3. Рабочее перемещение резака при резке осуществлялось в направлении к МГР. В начальный момент резки кислородная струя вначале разрежала выступы в верхней и нижней части поковки, затем пройдя пустоту диаметром 500 мм, врезалась в тело заготовки по всей толщине.

Поверхность реза гладкая, без размывов и зарезов. Отставание линии реза по толщине отсутствует. Переход от тела заготовки к пустоте в районе раковины и, наоборот, плавный, без зарезов. Это говорит о том, что резка осуществлялась в режиме максимальной экономии энергоносителей при оптимальной для данной толщины скорости. Очевиден значительный запас мощности резака. Расслоение по линии реза в теле заготовки и пустота в месте врезания не оказали влияние на процесс резки.

Запас мощности МГР реализовали при кислородной резке поковки толщиной 1700 мм. Резак РГКМ-5, мундштук № 4. Параметры энергоносителей в цеховых магистралях на момент резки: кислород — 1,0 МПа, природный газ — 0,1 МПа. Материал поковки: 34ХМФ. Резка произ-

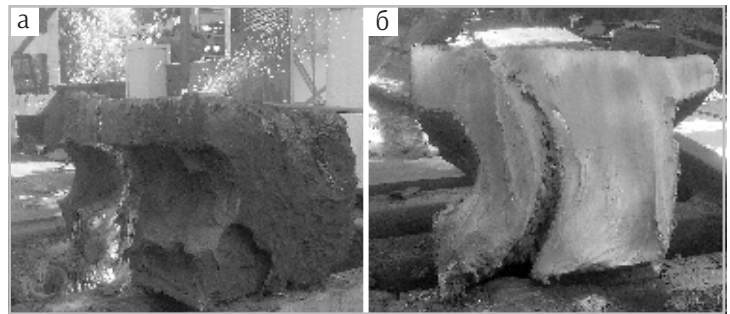


Рис. 11. Кислородная резка заготовки сложной формы толщиной 1200 мм: а — с большим расслоением по линии реза; б — поверхность реза заготовки

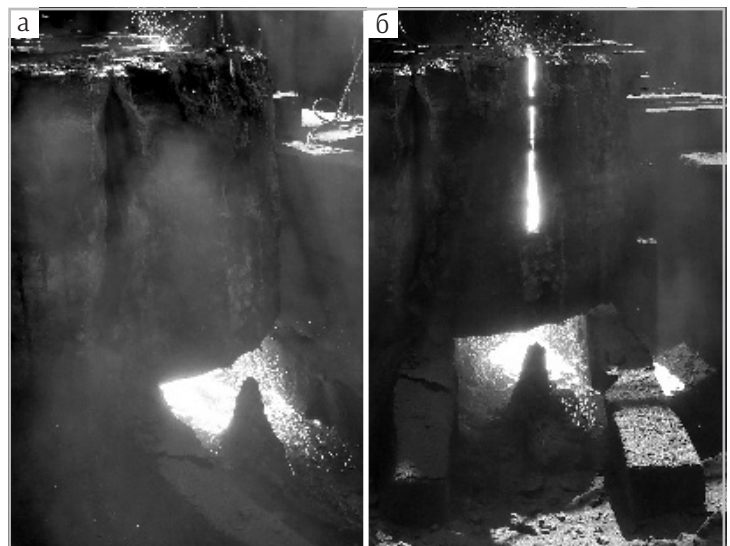


Рис. 12. Кислородная резка поковки толщиной 1700 мм из стали 34ХМФ: а — вид сбоку; б — вид спереди

водилась перемещением каретки с резаком по направляющей от дальнего края поковки к МГР. Отставание линии реза отсутствует, о чем можно судить по шлаковой дорожке в полости реза (рис. 12). По характеру распространения жидкого шлака, по выходу из полости реза и затвердевания его на земле, можно сделать вывод, что процесс резки происходит стабильно. В полости поковки отсутствуют пустоты, ликвации и неметаллические включения. Темный участок нижней части шлаковой дорожки — шлак, вытесненный кислородной струей из полости реза и застывший на периферии. Светлые размытые пятна на фоне разрезаемой поковки — дым и взвешенная пыль, исходящие из полости реза и остывающего шлака на земле, попавшие в световой луч.

В результате проведенных ремонта и модернизации МГР повысились их надежность, безопасность, упростился ремонт и увеличился срок службы.

Участок разделки крупного лома на шихту с двумя обновленными МГР УОП-1 принят в эксплуатацию, а работавшая до сих пор переносная машина газовой резки УОПП-1 отправлена на капитальный ремонт и модернизацию.



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

Техника выполнения сварных швов*

Сварка нахлесточного соединения в нижнем положении.

Данный тип сварного соединения широко используется в промышленности благодаря своей экономичности, так как не требует каких-либо значительных затрат на подготовку и сборку. Его максимальная прочность достигается при двухсторонней сварке угловым швом.

Сварка такого соединения может производиться как на прямой, так и на обратной полярности оптимальной величины. При этом положение электрода должно соответствовать изображенному на рис. 15.

При сварке нахлесточного соединения в нижнем положении на прямой полярности требуется поддержание достаточно короткой дуги, а на обратной полярности — минимально короткой. Сварочная дуга должна быть сориентирована в направлении корня соединения и горизонтальной поверхности пластины. Во время сварки необходимо совершать, относительно оси сварного шва, небольшие возвратно-поступательные колебания электрода. Это способствует предварительному подогреву соединения перед движущейся сварочной дугой, обеспечивает создание полноразмерной выпуклости и покрывает шлаковой коркой хвостовую часть сварочной ванны.

Очень важным условием для получения качественного соединения является полное проплавление корня шва и хорошее сплавление с поверхностями двух пластин. При сварке на прямой полярности верхняя кромка верхней пластины имеет тенденцию к прожогу, поэтому в любой момент существует риск как недозаполнения наплавленного валика, так и того, что сва-

рочная дуга недостаточно коротка. Подрезы появляются очень редко.

При сварке на обратной полярности важно следить за поддержанием более короткой дуги, а также за устранением возможного подреза, как на плоской поверхности пластины, так и вдоль верхней кромки верхней пластины. Для уменьшения вероятности появления подрезов, перемещение дуги должно быть ограничено размерами сварного шва.

Сварка нахлесточного соединения в горизонтальном положении. Сварка нахлесточного соединения в горизонтальном положении однопроходным угловым швом на прямой полярности часто применяется при сооружении резервуаров и в других строительных конструкциях.

При сварке данного соединения сварочный ток не должен быть слишком высоким. Электрод необходимо направлять в корень сварного шва, а его положение ориентировано в соответствии с рис. 16. Сварку лучше всего производить с небольшими возвратно-поступательными перемещениями электрода в направлении оси сварного шва, можно также применять незначительные поперечные колебания электрода. Сварочная ванна не должна быть слишком перегрета, поскольку это может привести к появлению трещин в металле сварного шва. В процессе сварки следует обращать особое внимание на перемещения электрода, с тем, чтобы не допустить появления прожогов кромки пластины, а также на то, чтобы сварочная дуга не контактировала с поверхностью вертикальной пластины вне пределов сварного шва, в противном случае неизбежно появление подрезов.

Сварка таврового соединения в нижнем положении. Большинство сварных швов, выполняемых сварщиком на практике, составляют угловые швы, выполняемые в нижнем положении. Технология сварки может включать как однопроходную, так и многопроходную сварку всеми типами электродов. Несмотря на то, что электроды, предназначенные для сварки на обратной полярности, не являются оптимальными для выполнения однопро-

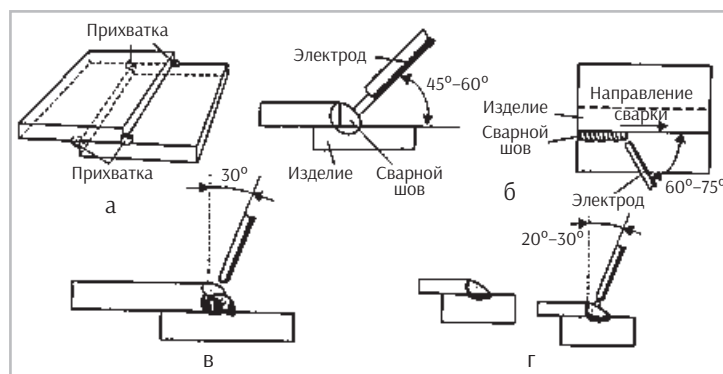


Рис. 15. Сварка нахлесточного соединения в нижнем положении: а — подготовка соединения к сварке; б — положение электрода при сварке однопроходным швом равных толщин; в — положение электрода при втором и третьем проходе при выполнении многопроходного шва; г — положение электрода при сварке разных толщин

* Продолжение. Начало в № 1, 2, 3, 4—2015

ходных угловых швов, использование таких электродов в подобных целях достаточно распространенная практика.

При сварке таврового соединения в нижнем положении на прямой полярности сварочный ток должен быть достаточным для получения обширной сварочной ванны. При сварке на обратной полярности сварочный ток должен быть несколько меньше. Положение электрода при сварке на прямой полярности должно соответствовать изображенному *рис. 17*.

Электрод должен быть направлен в корень сварного соединения. При сварке на обратной полярности длина дуги должна быть меньше. Перемещение электрода должно производиться равномерно на всем протяжении стыка, не выходя за пределы сварочной ванны.

Однако некоторые сварщики предпочитают использовать при этом небольшие возвратно-поступательные перемещения электрода в направлении оси шва. Это оказывает положительное влияние в виде предварительного подогрева свариваемых кромок и корневой части соединения, находящихся перед движущимся электродом, улучшает формирование наплавленного металла на вертикальной плоскости пластины, а также способствует предотвращению подтекания расплавленного шлака в головную часть сварочной ванны. При сварке на прямой полярности подрезы маловероятны. Сварка на обратной полярности требует обеспечения повышенных мер по исключению подрезов.

Сварка таврового соединения многопроходным швом в нижнем положении. Сварку крупных угловых швов часто выполняют путем многократного наложения узких валиков без поперечных колебаний электрода. В большинстве случаев облицовочный слой или последний валик выполняются без поперечных колебаний электрода. В некоторых случаях требуется, чтобы последний проход выполнялся с поперечными колебаниями, в частности, таковы требования при сварке трубопроводов и сосудов высокого давления. Сварка может выполняться как на прямой, так и на обратной полярности сварочного тока.

При сварке данного соединения сварочный ток устанавливается таким же, как и при сварке узким однопроходным швом. Положение электрода будет изменяться в зависимости от последовательности наложения слоев (*рис. 18*). Перемещение электрода аналогично перемещению при сварке однопроходным швом. Расположение или раскладка валиков по сторонам должны производиться таким об-

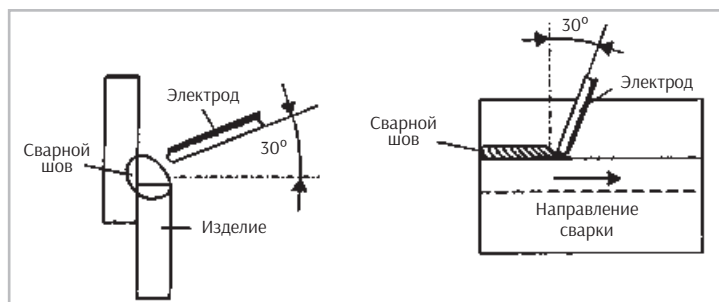


Рис. 16. Положение электрода при сварке нахлесточного соединения в горизонтальном положении

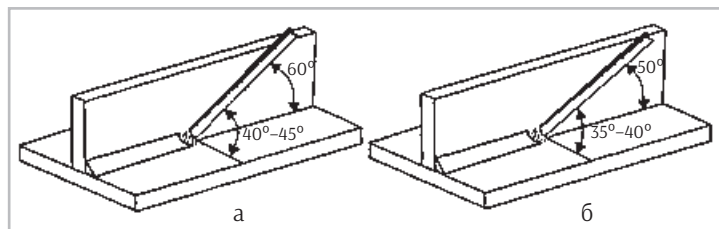


Рис. 17. Положение электрода при сварке таврового соединения в нижнем положении: а — на прямой полярности; б — на обратной полярности

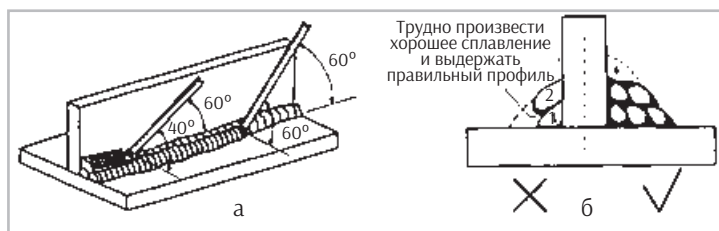


Рис. 18. Положение электрода при сварке таврового соединения многопроходным швом: а — в нижнем положении; б — порядок наложения слоев

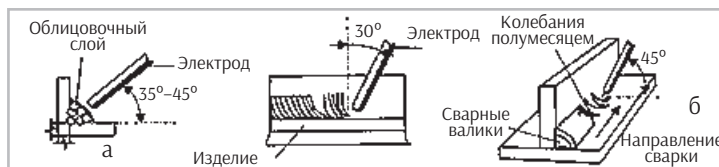


Рис. 19. Положение электрода: а — при выполнении облицовочного слоя; б — траектория колебательных движений электрода

разом, чтобы облицовочный слой точно соответствовал заданному размеру катета углового шва. Порядок наложения слоев показан на *рис. 18, б*.

Техника выполнения облицовочного слоя достаточно сложна. Сварочный ток должен быть оптимальным. Положение электрода и траектория перемещения должны соответствовать изображенному на *рис. 19, а, б*. Перемещение электрода вверх должно производиться быстро, на максимально растянутой дуге, но без обрыва дуги.

При сварке облицовочного слоя указателями ширины перемещения электрода могут служить две параллельные кромки ранее выполненных сварных валиков. Для предотвращения появления подрезов необходимо проводить задержки электрода на верхней и нижней кромках сварного шва. Нужно помнить, что при многопроходной сварке требуется тщательная очистка от шлаковой корки каждого наложенного слоя.

● #1527

Продолжение в следующих номерах журнала

Роботизация сварочных процессов: TPS/i Robotics. Новые решения от Fronius



17 сентября 2015 г. в Княжичах (Киевская область) в ТЦ ООО «Фрониус Украина» состоялся семинар «Роботизация сварочных процессов: TPS/i Robotics. Новые решения от Fronius». Организатором мероприятия выступила компания ООО «Фрониус Украина». Семинар посетили более 40 представителей разных предприятий Украины. В работе семинара участвовали представители компаний-интеграторов робототехнических комплексов: Triada RFA Systems (Запорожье), а также НПФ «Техвагонмаш» (Кременчуг), в лице главного инженера Дорошенко В. А.

С приветствием к участникам семинара и докладом: «Мировые тенденции в развитии роботизированной сварки», выступил Бондаренко В. Л., директор ООО «Фрониус Украина».

Далее заслушали ряд докладов сотрудников ООО «Фрониус Украина» и доклад «Системы технического зрения» заведующего отделом ИЭС им. Е. О. Патона Шаповалова Е. В.

10.00	Приветствие участников семинара. ООО «Фрониус Украина».	Бондаренко В., директор по торговле
10.10	Мировые тенденции в развитии роботизированной сварки.	
10.40	TPS/i Robotics. Интеллектуальная роботизированная система. Обзор. Основные преимущества сварочных систем TPS/i.	Корзин К., инженер по сварке
11.10	Неограниченные возможности TPS/i. Новые возможности TPS/i (Web Designer) с использованием новых роб. интерфейсов. Организация сетевого подключения источников, Weld Cube и новые решения от Fronius для мониторинга производственного цикла.	Корзин К., инженер по сварке
12.00	PMC/LSC – инновационный процесс от Fronius. Новые сварочные процессы от Fronius повышающие качество и производительность сварки. Рекомендации по применению процессов PMC/LSC.	Корзин К., инженер по сварке
12.20	TPS/i Robotics – новое поколение роботизированных сварочных горелок. Обзор новых роботизированных горелок для системы TPS/i, горелка Robacta Drive, процесс PMC-MIX и новый режим работы горелки TeachMode.	Слюта В., рук. отд. технической поддержки (TSN)
13.30	Feel – комплекс сервисных решений от Fronius. Удаленный доступ к источникам Web Browser, использование мобильных устройств для контроля и управления системой TPS/i.	Корзин К., инженер по сварке
13.50	Демонстрация роботизированной системы с TPS/i. На практике продемонстрированы сварочные процессы PMC/LSC в сравнении с обычными режимами сварки (Pulse/Standard). Показаны возможности и неоспоримые преимущества новых процессов.	Корзин К., инженер по сварке
15.00	Подведение итогов, вопросы участников и обсуждение.	Участники семинара
	Дополнительные темы:	Шаповалов Е. О., ИЭС им. Патона
	Системы «технического зрения»	
	Сварочные системы TIG/PLASMA для роботизированной сварки	Онищук В., инженер по сварке
16.00	Обмен опытом, обсуждение проектов (вечерняя программа: 17.00–19.30)	

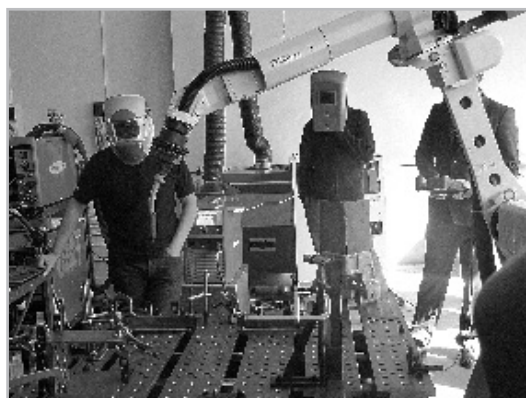


В перерыве между докладами прошла практическая демонстрация роботизированной системы с TPS/i представителем компании FANUC Кинебасом М. и инженером «Фрониус Украина» Корзиным К. Участникам семинара были наглядно продемонстрированы сварочные процессы PMC/LSC. Показаны возможности и преимущества системы TPS/i и процессов PMC/LSC по сравнению с обычными режимами (Pulse / Standard).

Вторую часть семинара посвятили обсуждению проектов и обмену опытом.

Следует отметить хорошую организацию семинара, получившего положительную оценку участников.

● #1528



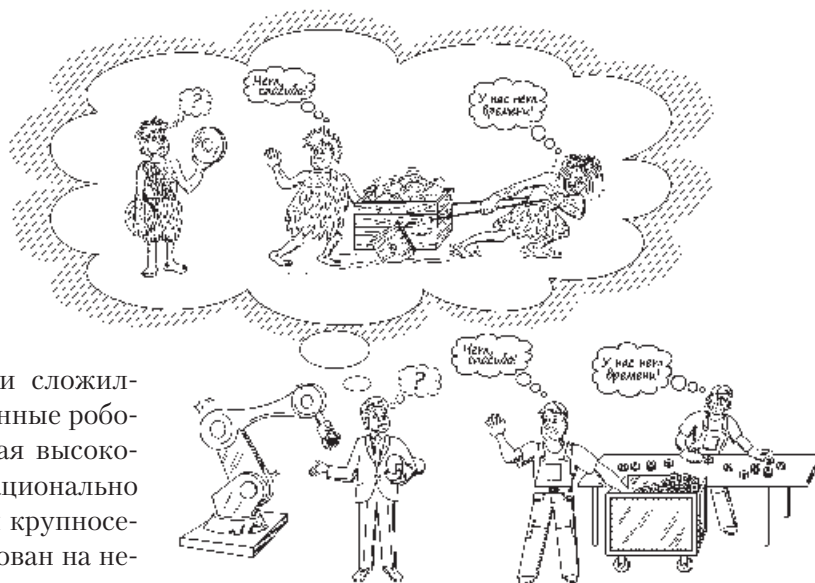
Причины сдерживания роботизации промышленных предприятий в Украине

А. Н. Моторин, В. А. Дорошенко, НПФ «Техвагонмаш» (Кременчуг)

При обсуждении этого вопроса часть собеседников восклицает:

- Какие роботы???
- Промышленность стоит!!!
- Безработица!!!

Скажем сразу — эта статья не для них, а для тех, кто стремится выйти на мировой рынок и привлечь инвестиции на своё предприятие.



В постсоветском машиностроении сложился стойкий стереотип, что промышленные роботы — это дорогая техника, требующая высокопрофессионального персонала и ее рационально применять в условиях массового или крупносерийного производства. Этот миф основан на некоторых факторах, приведенных ниже.

Фактор 1. При расчете эффективности внедрения робототехнического комплекса (РТК) зачастую учитывается прямая сдельная зарплата сварщика, но при этом упускаются следующие моменты:

- прямые и косвенные налоги на основную заработную плату (ЗП);
- дополнительная ЗП;
- расходы на содержание бытовых помещений;
- коэффициент, учитывающий возможность непрерывной работы РТК за счет отсутствия сменности работ, отпусков, больничных, непроизводительных потерь;
- снижение затрат на сварочные материалы (проволока, защитный газ) и электроэнергию;
- уменьшение трудоемкости при зачистке сварных швов;
- исключение затрат на обучение и переаттестацию квалифицированных сварщиков.

В табл. 1 представлен перечень расходов и затрат, которые довольно условны и имеют для каждого предприятия свои показатели.

Фактор 2. Нежелание и неумение персонала предприятия вникать в новые технологические процессы. В результате этого приходится привлекать новых специалистов, что ставит под удар окупаемость инвестиций и создает противоречия в коллективе. Следует сказать и о проблематич-

Таблица 1. Показательный перечень статей расходов

Группа и статья затрат	
Материалы на обслуживание	
ТЗР	
Расходы на содержание и эксплуатацию зданий:	
Зарплата обслуживающего персонала	
Начисления на ЗП	
Материалы	
Отопление	
Электроэнергия	
Отвод сточных и ливневых вод	
Использование питьевой воды	
Подогрев воды	
Расход бланков и канцтоваров	
Амортизация зданий	
Износ хозяйственного инвентаря	
Охрана труда	
Материалы (спец. одежда и средства индивидуальной защиты)	
Подряды сторонних, обслуживающих организаций	
Специпитание (молоко)	
Ремонтный фонд	
Энергетики (материалы)	
Механики (материалы)	
Материалы для ремонта зданий	
Зарплата (слесари-ремонтники, электрики и электромонтеры)	
Начисления на ЗП	
Подряды по ремонту оборудования, услуги сторонних организаций	
Итого материальные затраты	
Сдельная оплата	
Дополнительная зарплата (54 %)	
Отчисления на соцстрах (38,57 %)	
Итого трудозатраты:	

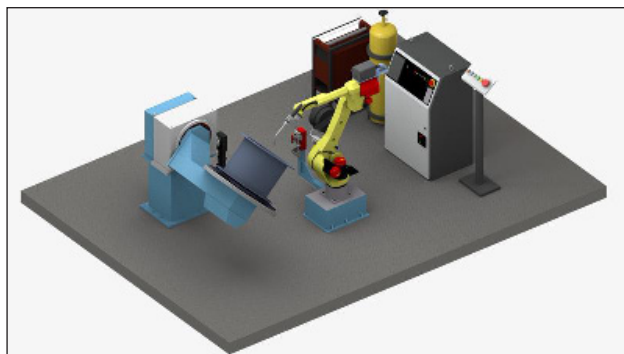


Рис. 1. РТК с двухосевым вращателем

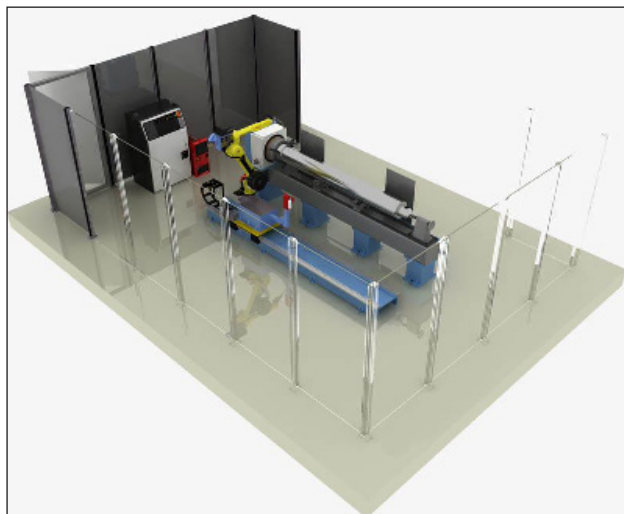


Рис. 2. РТК с одноосевым вращателем



Рис. 3. РТК с портальной установкой и двумя кантуемыми сборочными стендами

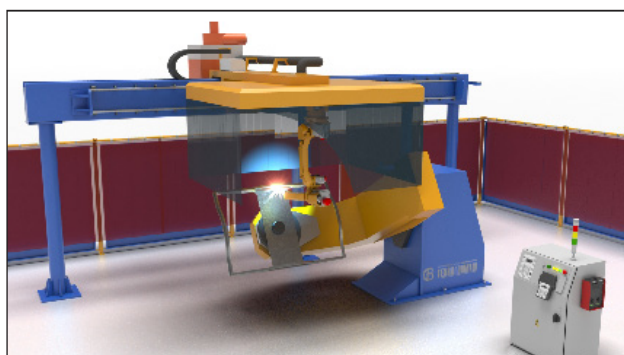


Рис. 4. РТК потолочного базирования с двумя дополнительными осями и вращателем

ности привлечения в проект оператора-программиста РТК должного уровня подготовки.

Фактор 3. Считается, что роботизированная сварка предназначена для больших объемов продукции, например, серийного производства автомобилей. При этом модельный ряд не должен меняться в течение ряда лет. Большинство руководителей считают, что их предприятия производят слишком маленькие партии товаров для того, чтобы инвестировать в роботизированную систему (недостаточная гибкость РТК).

Фактор 4. Робототехнические комплексы часто ломаются, их ремонт дорогостоящий и занимает много времени. Сложно найти квалифицированных специалистов по их ремонту и обслуживанию.

Теперь о том, как обстоят дела по вышеизложенным проблемам на самом деле.

По фактору 1. Предлагаем вам самостоятельно выполнить расчет экономической эффективности внедрения РТК. Рекомендация — исходные данные должны отражать реальные значения, а не быть «притянуты за уши». В результате вы получите срок окупаемости инвестиций и сможете принять обоснованное решение.

По фактору 2. С момента появления сварочных роботов производители постоянно совершенствовали процесс написания рабочих программ, стремясь его максимально упростить и тем самым облегчить жизнь оператора-программиста. Сегодня эта проблема решена с помощью принципиально новой программы обучения роботов Kinetiq, разработанной фирмой «Robotiq» (Канада). Данная технология позволяет оператору руками перемещать сварочную горелку робота вдоль всей линии сварного шва, а затем с помощью пульта внести в память траекторию движения и определить параметры сварки. Существуют подобные программы и у других разработчиков.

По фактору 3. Современные РТК многофункциональны и способны в автоматическом режиме производить быструю замену инструмента. Для этого РТК необходимо окружить различными сменными инструментами. Гнезда для инструментов разработаны для их быстрой замены. Робот можно запрограммировать так, чтобы он весь день работал только в одном положении с определенным комплектом инструмента или в нескольких положениях, производя мелкие партии каждой детали.

Оператору достаточно всего нескольких движений для полной смены одного комплекта на другой. Робот хранит в памяти множество разных программ и остается лишь переключить программу, чтобы робот начал сварку совершенно другой детали.

На рис. 1–7 приведены несколько примеров конфигурации РТК.

Вам не нужно самостоятельно подбирать конфигурацию и комплектацию РТК. Вам необходимо правильно составить техническое задание на требующийся комплекс и обратиться в компанию-интегратор РТК, которая имеет штат специалистов и достаточный опыт в роботизации. На ваш запрос вам предоставят технико-коммерческое предложение на поставку РТК. Как правило, предложение включает несколько вариантов решения задачи. Вам остается сделать выбор в пользу одного из них. На рынке Украины работает ряд компаний-интеграторов РТК, таких как ООО НПФ «Техвагонмаш» (Кременчуг), ООО «Центроспав-Украина» (Киев), ООО «Навко-Тех» (Киев) и другие. Фирма-интегратор РТК, кроме поставки оборудования, производит монтаж, разрабатывает технологию, обучает персонал заказчика.

По фактору 4. Современные РТК, как правило, оснащены выходом USB, что позволяет переносить в память робота программы, созданные при помощи удаленного (offline) программирования. Кроме того, имеется функция подключения к сети Internet для online связи с поставщиком, осуществляющим гарантийное или послегарантийное сопровождение. Как показывает практика, 99% сбоев комплекса происходит из-за ошибки оператора или программиста РТК (неправильно установленная в РТК деталь, некачественная сборка под сварку, ошибка при создании программы и т.п.). Эти ошибки легко диагностируются и устраняются на месте. Оставшийся 1% — сбой программы. Диагностика и устранение ошибок производятся дистанционно без потерь времени. В крайне редких случаях требуется выезд специалиста интегратора на место. Здесь решающий фактор — географическая удаленность и обязательность поставщика. Условия гарантийного или послегарантийного обслуживания должны быть обязательно учтены в договоре на поставку.

Еще несколько доводов в пользу эффективности РТК.

Повышение производительности. Один из ос-



Рис. 5. Портальный РТК для сварки изделий типа крыши

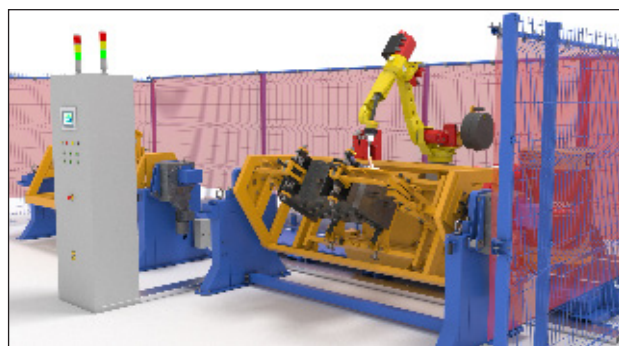


Рис. 6. РТК с дополнительной осью и двумя двухстоечными вращателями



Рис. 7. Портальный РТК с двумя сборочными стендами

новных способов обосновать затраты на робота, это сравнить производительность РТК с производительностью, которую вы имеете на данный момент с применением ручной или полуавтоматической сварки. Во многих случаях сварка роботом выполняется в 2–5 раз быстрее, чем любым другим способом. Это значит, что за каждый час вы выпустите в 2–5 раз больше деталей, чем выпускаете сейчас. Например, система тандемной сварки MIG, которая одновременно использует две дуги, объединенные роботом, может в разы увеличить производительность.

Высокая надежность. Внедрение РТК на производстве позволяет разгрузить цеха, умень-

шить потребность в рабочей силе, сделать производство более выгодным. Роботы надежны, они могут работать круглосуточно, без отдыха или обеденного перерыва. К тому же, с роботами вы забудете, что такое текучка кадров. Они лояльны к вашей компании и не уйдут, после того как вы их обучите.

Присутствуют здесь и социальные моменты: роботов можно использовать на вредных участках производства (зачистка сварных швов, например), сохраняя здоровье рабочих.

Возможность увеличить объемы. Когда вы подпишете новый контракт, или захотите расширить диапазон выполняемых работ, роботы с легкостью справятся с дополнительным объемом. Рабочее пространство, занимаемое РТК более компактно, чем рабочая зона для ручных работ. По мере расширения производства вам не придется волноваться о новых зданиях, аренде или покупке дополнительных площадей.

Гарантированное качество. Высокая точность позиционирования промышленных роботов, постоянство скорости и четкая повторяемость операций обеспечивают надежное качество изделия и устраняют возможность производства брака. С роботами компания инвестирует в товар наперед, без необходимости исправлять дефекты после их возникновения, как это часто бывает с ручной или полуавтоматической сваркой.

Для проверки сварных швов, выполненных роботом, обычно достаточно визуального осмотра. При полуавтоматической или ручной сварке могут понадобиться дополнительные испытания такие, как выборочный неразрушающий контроль, радиография или цветная дефектоскопия.

Экономия на сварочном материале. При ручной сварке расходуется больше присадочного материала, поскольку сварщику сложно идеально выдержать требуемое сечение и запас прочности сварного шва. Точность работы робота намного выше: дозированное количество присадочного материала заложено программой. К тому же, при роботизированной сварке меньше разбрызгивания и, как следствие, расход сварочной проволоки ниже на 10–15 %.

Сокращение затрат на обучение. Сегодня на рынке труда не хватает квалифицированных сварщиков. Компании тратят огромные суммы денег на поиск и обучение сварщиков, намного больше, чем они осознают. Сварщики также постоянно должны проходить переподготов-

ку и подтверждать свои навыки. Поэтому некоторые предприятия обеспечивают работников собственными учебными центрами. По сравнению с оплатой труда квалифицированных сварщиков, намного дешевле иметь одного оператора, который будет управлять работой РТК и загружать программное обеспечение (ПО).

Контроль за качеством во время сварки. Современное ПО роботов позволяет улучшить процесс контроля производства, например, ПО слежения за дугой следит, записывает и составляет отчеты с данными сварки в режиме реального времени. Показатели могут поступать в центральную базу хранения через интернет (локальную сеть). Другая программа автоматически исправляет ошибки и обеспечивает быстрое решение проблемы в случае неожиданной ошибки робота, если она возникнет. И в завершение, защита паролем и ведение журнала событий обеспечат текущую сводку любых изменений в процессе роботизированной сварки за определенный период времени. Указанные пакеты ПО разработаны, чтобы помочь компаниям поддерживать высокий стандарт качества даже в случае замены персонала.

Надеемся, что приведенные в статье аргументы помогут вам принять обоснованное решение в пользу роботизации вашего производства. Для большинства производителей роботизация и автоматизация должны быть лишь вопросом времени. Если вы собираетесь установить робота впервые, выбирайте надежного интегратора, который в тесном сотрудничестве с вами разработает систему, соответствующую вашим индивидуальным пожеланиям. Для любого проекта по автоматизации сварки также важны техническая поддержка и обучение. Помните, что задачи автоматизации и роботизации — снизить производственные затраты и повысить качество сварки.

Будьте уверены, роботы помогут Вам в достижении этих целей!

● #1529



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА

ТЕХВАГОНМАШ

Украина, 39627, г. Кременчуг,
Полтавская обл., пр. Полтавский, 2-Д
Тел.: +38 (0536) 70-17-23,
факс: (0536) 77-34-87, 77-69-98
E-mail: market@tvagonm.com.ua
www.tvagonm.com.ua



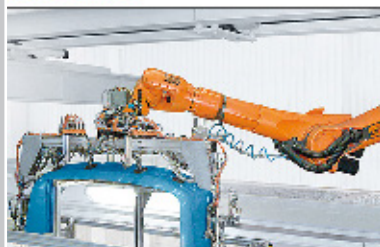
Научно-производственная фирма «Техвагонмаш» имеет опыт проектирования и изготовления роботизированных сварочных комплексов на базе роботов Fanuc, Kawasaki, Motoman.

Мы выполняем полный спектр работ по внедрению роботизированного сварочного комплекса:

1. Анализ конструкции изделия на возможность роботизации.
2. Разработка компоновки робототехнического комплекса.
3. Разработка и изготовление вспомогательного оборудования: зажимных приспособлений, кантователей, вращателей, порталов.
4. Разработка технологии и режимов сварки.
5. Подбор сварочного оборудования и систем слежения.
6. Разработка систем вентиляции в составе робототехнических комплексов.
7. Интеграция в комплекс систем позиционирования, слежения и сварочного оборудования.
8. Обучение.
9. Сервисное обслуживание.

ООО «НПФ «Техвагонмаш»», тел: +38 0536 70-17-23, e-mail: market@tvagonm.com.ua

www.tvagonm.com.ua

KUKA

АВТОМАТИЗАЦИЯ И РОБОТИЗАЦИЯ ВАШЕГО ПРОИЗВОДСТВА

ООО «Центроспав-Украина» • 02660, г. Киев, ул. Красноткацкая, 94, оф. 206
тел./факс: +38 (044) 332-06-73 • e-mail: info@svarcom.net • kuka-roboter.com.ua



SVARCOM
СВАРКА ПОД ТРУБОЙ

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

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

www.navko-teh.kiev.ua

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



**ТРИАДА
СВАРКА**

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ ПОСТАВЩИК
СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



РАЗРАБОТКА И ПОСТАВКА
АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
СВАРОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ПОЛНАЯ
КОМПЛЕКТАЦИЯ СВАРОЧНЫХ
ПРОИЗВОДСТВ

РЕМОНТ ЛЮБОГО СВАРОЧНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ

ПУСКОНАЛАДОЧНЫЕ
РАБОТЫ

ШИРОКИЙ ВЫБОР
СВАРОЧНОГО
ОБОРУДОВАНИЯ



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

г. Днепропетровск, тел.: (056) 375-65-83

г. Киев, тел.: (044) 222-53-09

sales@triada-welding.com

www.triada-welding.com



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

ПЕРВЫЙ В УКРАИНЕ СЕРВИСНЫЙ
ЦЕНТР ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ И
РЕМОНТУ **РТК MOTOMAN**

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, РАЗРАБОТКА
ТЕХНОЛОГИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ПРОМЫШЛЕННЫХ РОБОТОВ



ЗАПОРОЖЬЕ,
(061) 220-00-79
(061) 233-10-58

RFA-ROBOTICS.COM



WELDING PROTECTIVE SCREENS

СВАРОЧНЫЕ ЗАЩИТНЫЕ ШТОРКИ

ПЕРЕДВИЖНЫЕ ШТОРКИ, ПЕРЕДВИЖНЫЕ КАБИНЫ
СТАЦИОНАРНЫЕ КАБИНЫ,
ГОТОВЫЕ ПОЛОТНА ДЛЯ НАВЕСКИ НА ИМЕЮЩУЮСЯ КОНСТРУКЦИЮ

Запорожье

+38 (061) 220-0079, 233-1058

Днепропетровск

+38 (056) 375-6583

Киев

+38 (044) 222-5309

www.weld-zakhyst.com.ua

sales@triada-welding.com



**WELD
ZAKHYST**





ПАО «ЗАПОРОЖСТЕКЛОФЛЮС»

Украинское предприятие ПАО «Запорожский завод сварочных флюсов и стеклоизделий» является на протяжении многих лет одним из крупнейших в Европе производителей сварочных флюсов и силиката натрия. На сегодняшний день мы предлагаем более 20 марок сварочных флюсов.

На заводе разработана и внедрена Система управления качеством с получением Сертификатов TUV NORD CERT GmbH на соответствие требованиям стандарта ISO 9001:2008 и Государственного предприятия Научно-технический центр «СЕПРОЗ» при ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины на соответствие требованиям ДСТУ ISO 9001:2009 (ISO 9001:2008, IDT).

Нашим предприятием освоено промышленное производство специальных плавящихся продуктов-шлаков для использования в шихте при производстве керамических флюсов, порошковых проволок и других сварочных материалов.

Марка MS – марганцевый шлак, индекс основности по Бонишевскому менее 1,0.

Марка CS – шлак нейтрального типа с рафинирующими свойствами, индекс основности по Бонишевскому 1,1.

Марка AR – шлак алюминатно-рутилового типа с хорошими сварочно-технологическими свойствами, индекс основности по Бонишевскому 0,6.

Размер частиц: 0,05–0,63 мм (50–630 микрон)

Влажность: не более 0,025% при 200 °С.



Продукция сертифицирована в НАКС, УкрСЕПРО, Системе Российского Морского Регистра судоходства, Госстандарте России, TUV Nord.



СВАРОЧНЫЕ ФЛЮСЫ
для автоматической и полуавтоматической сварки и наплавки углеродистых и низколегированных сталей.

АН-348-А, АН-348-АМ, АН-348-АП, АН-47, АН-47ДП, АН-60, АН-60М, АН-20С, АН-20П, АН-26С, АН-26П, АН-67, ОСЦ-45, ОСЦ-45М, (ГОСТ 9087-81, ТУ 05416923.049-99, ГОСТ Р 52222-2004).

СИЛИКАТ НАТРИЯ РАСТВОРИМЫЙ
(ГОСТ 13079-81)

силикатный модуль от 2,0 до 3,5.
Широко применяется для изготовления жидкого стекла и сварочных электродов.

СТЕКЛО НАТРИЕВОЕ ЖИДКОЕ
(ГОСТ 13078-81)

модуль 2,3–3,6 плотность от 1,35 до 1,52.
(ТУ У 20.1-00293255-004:2014)

модуль 1,5–3,0 плотность от 1,40 до 1,62.

Возможно изготовление жидкого стекла с модулем и плотностью, соответствующим индивидуальным требованиям заказчика.

Применяется в литейном производстве, в химической, машиностроительной бумажной промышленности, в черной металлургии, для производства сварочных материалов и др.

Наша цель — более полное удовлетворение Ваших потребностей в качественных и современных сварочных материалах.

ПАО «Запорожстеклофлюс»
Украина, 69035, г. Запорожье,
ГСП-356, ул. Диагональная, 2.
Отдел внешнеэкономических
связей и маркетинга

Тел.: +380 (61) 289-0353; 289-0350
Факс: +380 (61) 289-0350; 224-7041
E-mail: market@steklo.zp.ua
http://www.steklo-flus.com

Официальный представитель ПАО «Запорожстеклофлюс» по реализации флюсов сварочных на территории Российской Федерации
ЗАО «ЕвроЦентр-Профит», г. Москва. Отгрузка со складов Москвы, Курска.
Тел. (495) 646-2755, 988-3897 — Коваленко Людмила Викторовна, Кашацев Владимир Викторович, Кашацев Юрий Викторович



**У НАС ВЫ ПОКУПАЕТЕ
«СВАРОЧНЫЙ ШОВ», А НЕ АППАРАТ**



ООО «Центроспав-Украина» • 02660, г. Киев,
ул. Красноткацкая, 94, оф. 206 тел./факс: +38 (044) 332-06-73
e-mail: info@svarcom.net • www.svarcom.net



Порядок розслідування нещасних випадків комісією підприємства*

О. Г. Левченко, д-р техн. наук, НТУУ «КПІ»

Розслідування проводить комісія, створена за наказом роботодавця. До складу комісії входять керівник (спеціаліст) служби охорони праці або посадова особа, на яку роботодавцем покладено виконання функцій з охорони праці (голова комісії), представник Фонду соціального страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань України (ФССНВ) за місцезнаходженням підприємства, представник профспілки, членом якої є потерпілий, а у разі відсутності профспілки — уповноважена найманими працівниками особа з питань охорони праці, а також представник підприємства, інші особи.

Керівника, який безпосередньо відповідає за охорону праці на місці, де стався нещасний випадок, до складу комісії не включають. У разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) до складу комісії включають також спеціаліста відповідної СЕС.

Потерпілий або уповноважена ним особа, яка представляє його інтереси, не входять до складу комісії, але мають право брати участь у її засіданнях, вносити пропозиції, подавати документи щодо нещасного випадку. Голова комісії зобов'язаний письмово поінформувати потерпілого (або уповноважену ним особу) про його (її) права і від початку роботи комісії запросити до співпраці.

Члени комісії мають право одержувати усні чи письмові пояснення щодо нещасного випадку та проводити опитування роботодавця, посадових осіб, інших працівників підприємства, у тому числі потерпілого, свідків нещасного випадку та причетних до нього осіб, робити необхідні запиту, пов'язані з проведенням розслідування.

Комісія зобов'язана протягом трьох робочих днів з моменту її утворення:

- обстежити місце, де стався нещасний випадок, одержати письмові пояснення потерпілого, якщо це можливо, опитати свідків нещасного випадку та причетних до нього осіб;
- визначити відповідність умов праці та її безпеки вимогам законодавства про охорону праці;
- з'ясувати обставини і причини настання нещасного випадку;
- вивчити первинну медичну документацію (журнал реєстрації травматологічного пункту лікувально-профілактичного закладу, звернення потерпілого до медичного пункту або медико-санітарної частини підприємства, амбулаторну картку та історію хвороби потерпілого, документацію відділу кадрів, відділу (служби) охорони праці тощо);
- визначити, пов'язаний чи не пов'язаний нещасний випадок з виробництвом;
- установити осіб, які допустили порушення вимог законодавства про охорону праці, а також розробити план заходів щодо запобігання подібним нещасним випадкам;
- скласти у п'яти примірниках акт проведення розслідування нещасного випадку за формою Н-5 та акт про нещасний випадок,

пов'язаний з виробництвом, за формою Н-1 і передати їх роботодавцеві для затвердження;

- скласти у разі виявлення гострого професійного захворювання (отруєння), пов'язаного з виробництвом, крім згаданих актів, у шістьох примірниках картку обліку професійного захворювання за формою П-5.

Обставинами, за яких нещасний випадок визнається таким, що пов'язаний з виробництвом і складається акт за формою Н-1, є:

1) виконання потерпілим трудових (посадових) обов'язків за режимом роботи підприємства, у тому числі у відрядженні;

2) перебування на робочому місці, на території підприємства або в іншому місці для виконання потерпілим трудових (посадових) обов'язків чи завдань роботодавця з моменту прибуття потерпілого на підприємство до його відбуття, що фіксується відповідно до правил внутрішнього трудового розпорядку підприємства, в тому числі протягом робочого та надурочного часу;

3) підготовка до роботи та приведення в порядок після закінчення роботи знарядь виробництва, засобів захисту, одягу, а також здійснення заходів щодо особистої гігієни, пересування по території підприємства перед початком роботи і після її закінчення;

4) виконання завдань відповідно до розпорядження роботодавця в неробочий час, під час відпустки, у вихідні, святкові та неробочі дні;

5) проїзд на роботу чи з роботи на транспортному засобі (або перебування на його стоянці), що належить підприємству, або іншому транспортному засобі, наданому роботодавцем відповідно до укладеного договору;

6) використання власного транспортного засобу в інтересах підприємства з дозволу або за письмовим дорученням роботодавця чи безпосереднього керівника робіт;

7) виконання дій в інтересах підприємства, на якому працює потерпілий, тобто дій, які не належать до його трудових (посадових) обов'язків, які проводяться підприємством самостійно або за рішенням органів управління за наявності відповідного розпорядження роботодавця;

8) ліквідація наслідків аварії, надзвичайної ситуації техногенного або природного характеру на виробничих об'єктах і транспортних засобах, що використовуються підприємством;

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

9) надання підприємством шефської (благодійної) допомоги іншим підприємствам, установам, організаціям за наявності відповідного рішення роботодавця;

10) прямування потерпілого до об'єкта (між об'єктами) обслуговування за затвердженим маршрутом або до будь-якого об'єкта за дорученням роботодавця;

11) раптова серцева смерть потерпілого внаслідок гострої серцево-судинної недостатності під час перебування на підземних роботах або після підйому потерпілого на поверхню з ознаками серцевої смерті, що підтверджено медичним висновком;

12) оголошення потерпілого померлим унаслідок його зникнення, пов'язаного з нещасним випадком під час виконання ним трудових (посадових) обов'язків. Якщо комісія з розслідування дійде висновку, що зникнення працівника пов'язане з можливістю нещасного випадку під час виконання трудових (посадових) обов'язків, акт спеціального розслідування з такими висновками комісії видається сім'ї цього працівника або його довіреній особі для звернення до суду із заявою про оголошення працівника померлим. Після оголошення судом працівника померлим роботодавець зобов'язаний відповідно до цього акту визнати цей нещасний випадок пов'язаним з виробництвом і скласти акт за формою Н-1.

13) нещасні випадки, що пов'язані із заподіянням тілесних ушкоджень іншою особою, або вбивство працівника під час виконання чи у зв'язку з виконанням ним трудових (посадових) обов'язків незалежно від порушення кримінальної справи. Такі випадки визнаються пов'язаними з виробництвом і про них складається акт за формою Н-1, крім випадків з'ясування потерпілим особистих стосунків, якщо з приводу цих дій є висновок компетентних органів;

14) нещасні випадки, що сталися внаслідок раптового погіршення стану здоров'я працівника, визначаються пов'язаними з виробництвом і про них складається акт за формою Н-1 за умови, що погіршення стану здоров'я працівника сталося внаслідок впливу небезпечних чи шкідливих виробничих факторів, або якщо потерпілий не проходив медичного огляду, передбаченого законодавством, а робота, що виконувалась, була протипоказана потерпілому відповідно до медичного висновку про стан його здоров'я;

15) нещасні випадки, що сталися з працівниками на території підприємства або в іншому місці роботи під час перерви для відпочинку та харчування, яка встановлюється згідно з правилами внутрішнього трудового розпорядку, а також під час перебування працівників на території підприємства у зв'язку з проведенням роботодавцем наради, отриманням заробітної плати, обов'язковим проходженням медичного огляду тощо, а також у випадках, передбачених колективним договором (угодою). Такі нещасні випадки визнаються пов'язаними з виробництвом і про них складається акт за формою Н-1.

Обставинами, за яких нещасні випадки не визнаються такими, що пов'язані з виробництвом, є:

1) перебування за місцем постійного проживання на території польових і вахтових селищ;

2) використання в особистих цілях без відома роботодавця транспортних засобів, устаткування, інструментів, матеріалів тощо, які належать або використовуються підприємством (крім випадків, що сталися внаслідок їх несправності, що підтверджено відповідними висновками);

3) погіршення стану здоров'я внаслідок отруєння алкоголем, наркотичними засобами, токсичними чи отруйними речови-

нами, а також їх дії (асфіксія, інсульт, зупинка серця тощо), що підтверджено відповідним медичним висновком, якщо це не пов'язано із застосуванням таких речовин у виробничому процесі чи порушенням вимог щодо їх зберігання і транспортування, або якщо потерпілий, який перебував у стані алкогольного, токсичного чи наркотичного сп'яніння, до настання нещасного випадку був відсторонений від роботи відповідно до вимог правил внутрішнього трудового розпорядку підприємства або колективного договору;

4) скоєння злочину, що встановлено обвинувальним вироком суду або відповідною постановою слідчих органів;

5) природна смерть, смерть від загального захворювання або самогубство (крім випадків, зазначених у пункті 15 Порядку розслідування та обліку нещасних випадків невиробничого характеру), що підтверджено висновками судово-медичної експертизи та/або слідчих органів.

Якщо за висновками роботи комісії з розслідування прийнято рішення не складати про нещасний випадок акт за формою Н-1, то про такий нещасний випадок складається акт за формою НТ (невиробничий травматизм) відповідно до вищезазначеного Порядку.

Нещасні випадки реєструються роботодавцем у журналі, а у разі, коли нещасний випадок стався з фізичною особою — підприємцем чи особою, що забезпечує себе роботою самостійно та застрахована, робочим органом виконавчої дирекції Фонду, в якому зареєстровано таку особу.

Примірники затверджених актів за формою Н-5 і Н-1 протягом доби надсилаються роботодавцем:

- керівникові (спеціалістові) служби охорони праці або посадовій особі (спеціалістові), на яку роботодавцем покладено виконання функцій з охорони праці підприємства, працівником якого є потерпілий;
- потерпілому або уповноваженій ним особі, яка представляє його інтереси;
- ФССНВ за місцезнаходженням підприємства, на якому стався нещасний випадок;
- територіальному органу Держгірпромнагляду за місцезнаходженням підприємства, на якому стався нещасний випадок;
- первинній організації профспілки, представник якої брав участь у роботі комісії, або уповноваженій найманими працівниками особі з питань охорони праці, якщо профспілка на підприємстві відсутня.

Копії актів за формою Н-5 і Н-1 надсилаються органу управління підприємства, а у разі його відсутності — місцевій держадміністрації.

Роботодавець бере на облік та реєструє у спеціальному журналі нещасні випадки, про які складають акти за формою Н-1. Акти розслідування нещасного випадку (форма Н-5), акти за формою Н-1 або НПВ разом із матеріалами розслідування підлягають зберіганню впродовж 45 років на підприємстві, працівником якого є (був) потерпілий, та у ФССНВ.

Після закінчення періоду тимчасової непрацездатності або у разі смерті потерпілого внаслідок травми, одержаної під час нещасного випадку, роботодавець, який бере на облік нещасний випадок, або робочий орган виконавчої дирекції Фонду (у разі, якщо нещасний випадок стався з фізичною особою — підприємцем чи особою, що забезпечує себе роботою самостійно) складає повідомлення про наслідки нещасного випадку за формою Н-2 і надсилає його в 10-денний строк організаціям і особам, яким надсилалися акти за формою Н-5 і Н-1, а у разі смерті потерпілого внаслідок раніше отриманих травм або інших ушкоджень терміново подає до цих установ письмове повідомлення про нещасний випадок.

Повідомлення за формою Н-2 обов'язково додається до акта за формою Н-1 і зберігається разом із ним.

Нещасний випадок, про який своєчасно не повідомлено керівника підприємства чи роботодавця потерпілого або внаслідок якого втрата працездатності настала не одразу, розслідується і береться на облік протягом місяця після надходження заяви потерпілого чи уповноваженої ним особи (незалежно від строку настання нещасного випадку).

У разі реорганізації підприємства, на якому стався нещасний випадок, розслідування проводиться його правонаступником, а у разі ліквідації підприємства встановлення факту настання нещасного випадку розглядається у судовому порядку.

Якщо факт настання нещасного випадку встановлено рішенням суду, розслідування організовує територіальний орган Держгірпромнагляду за місцем, де стався нещасний випадок та утворює комісію у складі не менш як чотирьох осіб.

Нещасний випадок, що стався на підприємстві з працівником іншого підприємства під час виконання ним завдань в інтересах свого підприємства, розслідується комісією, утвореною підприємством, на якому стався нещасний випадок, за участю представників підприємства, працівником якого є потерпілий. Такий нещасний випадок береться на облік підприємством, працівником якого є потерпілий.

Підприємство, на якому стався нещасний випадок, зберігає примірник акта за формою

Н-5 протягом періоду, необхідного для здійснення передбачених актом заходів щодо усунення причин настання нещасного випадку, але не менш як один рік.

Затверджені акти за формою Н-5 і Н-1 (у разі, якщо нещасний випадок визнано таким, що пов'язаний з виробництвом) надсилаються відповідним органам в установленому порядку.

Контроль за своєчасністю та об'єктивністю проведення розслідування нещасних випадків, підготовкою матеріалів розслідування, веденням обліку нещасних випадків, вжиттям заходів щодо усунення причин нещасних випадків здійснюють органи державного управління, органи державного нагляду за охороною праці, виконавча дирекція Фонду та її робочі органи відповідно до компетенції. Громадський контроль здійснюють профспілки через свої виборні органи і представників, а також уповноважені найманими працівниками особи з питань охорони праці у разі відсутності на підприємстві профспілки. Зазначені органи та особи мають право вимагати відповідно до компетенції від роботодавця проведення повторного (додаткового) розслідування нещасного випадку, затвердження чи перегляду затвердженого акта за формою Н-5 або Н-1, визнання нещасного випадку таким, що пов'язаний з виробництвом, і складення акта за формою Н-1 у разі, якщо виявлено порушення вимог Порядку.

Посадова особа органу Держгірпромнагляду в разі відмови роботодавця скласти або затвердити акт за формою Н-5 або Н-1 чи незгоди потерпілого або уповноваженої ним особи, яка представляє його інтереси, зі змістом зазначеного акта, надходження скарги або незгоди з висновками про обставини і причини настання нещасного випадку чи приховування факту настання нещасного випадку має право видавати обов'язкові для виконання роботодавцем або робочим органом виконавчої дирекції Фонду (у разі, якщо нещасний випадок стався з фізичною особою — підприємцем чи особою, що забезпечує себе роботою самостійно) приписи за формою Н-9 щодо необхідності проведення розслідування (повторного розслідування) нещасного випадку, затвердження чи перегляду затвердженого акта за формою Н-5 або Н-1, визнання чи невизнання нещасного випадку таким, що пов'язаний з виробництвом, складення акта за формою Н-5 або Н-1. Рішення посадової особи органу Держгірпромнагляду може бути оскаржено у судовому порядку. На час розгляду справи у суді дія припису за формою Н-9 зупиняється.

Роботодавець зобов'язаний у п'ятиденний строк після одержання припису за формою Н-9 видати наказ про вжиття зазначених у приписі заходів, а також притягти до відповідальності працівників, які допустили порушення вимог законодавства про охорону праці. Про виконання заходів роботодавець письмово повідомляє орган Держгірпромнагляду в установленний ним строк.

Порядок проведення спеціального розслідування нещасного випадку

Спеціальне розслідування проводять у разі групового нещасного випадку, нещасного випадку з тяжким чи смертельним наслідком, випадку смерті на підприємстві, а також зникнення працівника під час виконання ним трудових обов'язків.

Розслідування проводить комісія зі спеціального розслідування (спеціальна комісія), яку призначає наказом керівник територіального органу Держгірпромнагляду за узгодженням з органами, представники яких входять до складу цієї комісії. Роботодавець (якщо постраждав сам роботодавець — орган, до сфери управління якого належить підприємство, а у разі його відсутно-

сті — відповідна місцева держадміністрація) зобов'язаний забезпечити належні умови і сприяти роботі спеціальної комісії.

До складу спеціальної комісії включають: посадову особу (інспектора) органу державного нагляду за охороною праці (голова комісії), представника ФССНВ, представника органу, до сфери управління якого належить підприємство, а в разі його відсутності — відповідної місцевої держадміністрації або виконавчого органу місцевого самоврядування, керівника (спеціаліста) служби охорони праці підприємства, представника профспілкової організації, членом якої є потерпілий, представника профспілкового органу вищого рівня або уповноваженого трудового колективу з питань охорони праці, якщо потерпілий не є членом профспілки, а в разі розслідування випадків виявлення гострих професійних захворювань (отруень) також спеціаліста відповідної СЕС.

Залежно від конкретних умов (кількості загиблих, характеру і можливих наслідків аварії тощо) до складу спеціальної комісії можуть бути включені спеціалісти МНС, представники органів охорони здоров'я та інших органів. В особливих випадках спеціальну комісію з розслідування нещасного випадку створює Кабінет Міністрів України.

Спеціальне розслідування проводять упродовж десяти робочих днів. При необхідності строк спеціального розслідування може бути продовжено органом, який призначив спеціальну комісію.

За результатами розслідування складають акт спеціального розслідування за формою Н-5, а також оформлюють інші матеріали, передбачені Порядком розслідування, у тому числі карту обліку професійного захворювання (отруєння) на кожного потерпілого за формою П-5, якщо нещасний випадок пов'язаний із гострим професійним захворюванням (отруєнням).

Акт спеціального розслідування підписують голова і всі члени комісії із спеціального розслідування. У разі незгоди зі змістом акта член комісії у письмовій формі викладає свою окрему думку.

Акт за формою Н-1 або НПВ складають відповідно до акта спеціального розслідування на кожного потерпілого.

Для встановлення причин нещасних випадків і розроблення заходів щодо запобігання подібним випадкам комісія зі спеціального розслідування має право вимагати від роботодавця утворення експертної комісії із залученням до її роботи за рахунок підприємства експертів — спеціалістів науково-дослідних, проектно-конструкторських та інших організацій, органів виконавчої влади та державного нагляду за охороною праці.

Медичні заклади, судово-медична експертиза, органи прокуратури і внутрішніх справ та інші органи зобов'язані згідно із законодавством безоплатно надавати на запит посадових осіб Держгірпромнагляду або ФССНВ, які є членами комісії зі спеціального розслідування, відповідні матеріали та висновки щодо нещасного випадку.

Під час розслідування роботодавець зобов'язаний:

- зробити в разі необхідності фотознімки місця нещасного випадку, ушкодженого об'єкта, устаткування, інструменту, а також надати технічну документацію та інші необхідні матеріали;
- створити належні умови для роботи спеціальної комісії, надати їй транспортні засоби, засоби зв'язку, службові приміщення;
- організувати в разі розслідування випадків виявлення гострого професійного захворювання (отруєння) проведення медичного обстеження працівників відповідної ділянки підприємства;
- забезпечити проведення необхідних лабораторних досліджень

і випробувань, технічних розрахунків та інших робіт;

- організувати друківання, розмноження та оформлення в необхідній кількості матеріалів спеціального розслідування.

Роботодавець, працівником якого є потерпілий, компенсує витрати, пов'язані з діяльністю комісії зі спеціального розслідування та залучених до її роботи спеціалістів. У п'ятиденний строк з моменту підписання акта спеціального розслідування нещасного випадку чи одержання припису посадової особи Держгірпромнагляду щодо взяття на облік нещасного випадку роботодавець зобов'язаний розглянути ці матеріали і видати наказ про здійснення запропонованих заходів щодо запобігання виникненню подібних випадків, а також притягти до відповідальності працівників, які допустили порушення законодавства про охорону праці.

Перший примірник матеріалів розслідування залишається на підприємстві. Потерпілому або членам його сім'ї, довірений особі надсилають затверджений акт за формою Н-1 або НПВ разом із копією акта спеціального розслідування нещасного випадку.

Звітність та інформація про нещасні випадки, аналіз їх причин

Роботодавець на підставі актів за формою Н-1 складає державну статистичну звітність про потерпілих за формою, затвердженою Держкомстатом, і подає її в установленому порядку відповідним організаціям, а також несе відповідальність за її достовірність.

Роботодавець зобов'язаний проводити аналіз причин нещасних випадків за підсумками кварталу, півріччя і року та розробляти й здійснювати заходи щодо запобігання подібним випадкам.

Органи, до сфери управління яких належать підприємства, місцеві держадміністрації, виконавчі органи місцевого самоврядування зобов'язані аналізувати обставини і причини нещасних випадків за підсумками півріччя і року, доводити результати цього аналізу до відома підприємств, що належать до сфери їх управління, а також розробляти і вживати заходи щодо запобігання подібним випадкам.

Органи державного управління, державного нагляду за охороною праці, ФССНВ і профспілкові організації в межах своєї компетенції перевіряють ефективність профілактики нещасних випадків, вживають заходів щодо виявлення та усунення порушень.

Підприємства, органи, до сфери управління яких належать підприємства, а також ФССНВ ведуть облік усіх пов'язаних з виробництвом нещасних випадків.

● #1530

XIV МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2015

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ



**МЕТАЛЛО-
ОБРАБОТКА**

МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



**УКРПЛАСТ
ТЕХ**

ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
И ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТМАСС



**ГИДРАВЛИКА
ПНЕВМАТИКА**



**УКПРОМ
АВТОМАТИЗАЦИЯ**

ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ



**ОБРАЗЦЫ, СТАНДАРТЫ,
ЭТАЛОНЫ, ПРИБОРЫ**

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



**БЕЗОПАСНОСТЬ
ПРОИЗВОДСТВА**

СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ, БЕЗОПАСНОСТЬ
РАБОЧЕЙ ЗОНЫ



**УКРМАШ
ТЕХ**

ПРОМЫШЛЕННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ



**УКРВТОР
ТЕХ**

КОМИССИОННАЯ ТЕХНИКА,
ОБОРУДОВАНИЕ



ПОДШИПНИКИ



УКРСВАРКА

ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ
И МАТЕРИАЛЫ



**ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ
СКЛАДСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**



УКРЛИТЬЕ

Генеральный
информационный партнер:

**ОБОРУДОВАНИЕ
ИНСТРУМЕНТ**

Технический партнер:

RentMedia

ufi
Approved
Event



ОРГАНИЗАТОР

Международный выставочный центр

ПРИ ПОДДЕРЖКЕ:

*Украинской Национальной Компании
"Укрстанкоинструмент"*

**24-27
НОЯБРЯ**



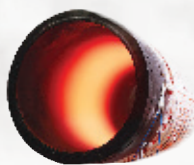
+38 044 201-11-65, 201-11-56, 201-11-58

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

www.iec-expo.com.ua

www.tech-expo.com.ua

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



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



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

ООО «Велдотерм-Украина»

Филиал Weldotherm® GmbH Essen, Германия

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



ппкп

ПП КП «СЕВИД»
засновано в 1997 р.

«СЕВИД»



**Сертифицированный
сервисный центр
ESAB**

Заходите:
www.sevid.com.ua, info@sevid.com.ua

Звоните:
факс (0552) 37-35-96
тел. (0552) 37-34-58
(067) 550-11-87, 551-92-05

Офис, склад:
Украина, 73034, г. Херсон,
ул. Будённого, 20 А.

АКЦИЯ!!!

Сварочные тракторы А-2 (ESAB) в комплекте.
Шведские инверторные сварочные
аппараты BUDDY (MMA, TIG)
по ценам украинских производителей.

**ЧПКП «СЕВИД» —
официальный
представитель
концерна ESAB в
Украине с 2002 г.,
официальный
дилер
ОАО «КЗЭС» и
ПНН ООО «Бинцель
Украина ГмБХ»**



- Качественное гарантийное и послегарантийное обслуживание.
- Оптимальный склад.
- Рекомендованные цены.
- Принцип лояльности.
- Доставка транспортом продавца (от 3 т).



«ТЕХНОЛАЗЕР-ЗВАРЮВАННЯ»

- Электросварочное оборудование и запчасти.
- Газосварочное оборудование.
- Сварочные материалы.
- Ремонт и модернизация сварочного оборудования.
- Авторизованный сервисный центр ESAB.



Украина, 54055, г. Николаев, ул. Садовая, 50/3
тел./факс: (0512) 50-10-01, 57-21-27
тел.: 36-91-20
E-mail: tehnolazer_zv@list.ru

ДП «ЭКОТЕХНОЛОГИЯ»



ВСЕ ЛУЧШЕЕ ДЛЯ СВАРКИ!

лучше



больше



доступнее



Лучшие сварочные материалы, оборудование, аксессуары, квалифицированный персонал, технологическое сопровождение.

Более 1000 наименований продукции промышленного назначения.

Доступные цены, стимулирование долгосрочного сотрудничества, склады в Киеве и по всей Украине.

ЭКОТЕХНОЛОГИЯ
www.et.ua

Киев 03150 ул. Антоновича (Горького), 62
тел./ф. +380 44 200 8056 (многоканальный),
287 2716, 287 2617, 248 73 36, 289 21 81
sales@et.ua, equip@et.ua



FRUNZE

ABICOR BINZEL

ДОНМЕТ

КЗЭСО

ПРОТОН

ГРОНИУС **НПАСНІ ПАТОН** **МАСТЕР** **ПРОФИ**

СТ **ТОВ «СВАРКА-ТРЕЙДІНГ»**
САЛОН «ЗВАРЮВАННЯ»

Все, що потрібно для зварювання

зварювальне обладнання аксесуари і комплектуючі витратні матеріали

www.svarka-trading.com.ua
sales@svarka-trading.com.ua
+38(044) 289-40-47, +38(044) 289-40-37
+38(098) 417-64-41
03150, м. Київ, вул. Горького, 59

MONOLITH **ABICOR BINZEL**

ПРОТОН
Виробник: ТзОВ ВНФ «Галелектросервіс»

ІНОВАЦІЙНІ РІШЕННЯ ЗВАРЮВАЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Протон Е6013, Протон Е7018

ЗВАРЮВАЛЬНІ ЕЛЕКТРОДИ

ЗВАРЮВАЛЬНІ ЕЛЕКТРОДИ

ЗВАРЮВАЛЬНІ ЕЛЕКТРОДИ

КОНТАКТИ:
Головний офіс — м. Львів, вул. Навроцького, 10А
т./ф. +38032 239-29-17, т. +38032 239-29-15, e-mail: ges@tsp.net.ua, www.ges.lviv.ua

м. Київ — ДП «Екотехнологія», вул. Горького, 62,
т. +38044 289-21-81, +380503525867,
e-mail: sales@et.ua, www.et.ua
м. Хмельницький — Компанія «Прогрес»,
Староконстантинівське шосе, 5 т./ф. +380382 61-50-50,
+38067 354-05-15, e-mail: progres_group@mail.ru
м. Івано-Франківськ — Компанія «Прогрес»,
вул. Левинського, 3А, т. +38067 342 51 35,
e-mail: progres_group@mail.ru
м. Луцьк — Компанія «Прогрес», вул. Карбишева, 2,
т. +38067 67 68 476,
e-mail: progres_group@mail.ru
м. Ужгород — ТОВ «Максимум», вул. Заводська, 12,
+3803122 30672, +38050 372-64-40,
e-mail: maximum@yandex.ru
м. Дніпропетровськ — ПП «Елада», вул. Курчатова, 7А,
ТЦ «Курчатівський», оф. 321,
+38056 376 93 79, +38067 811 95 72
email: knv@ellada.dp.ua, www.ellada.dp.ua

ABS **GL** **TUV**

продукт сертифіковано

ООО «Фрониус Украина»

07455, с. Княжичи, Киевская обл., ул. Славы, 24

тел.: +380 44 277 21 41, 277 21 40, ф. 277 21 44



e-mail: sales.ukraine@fronius.com

www.fronius.com, www.fronius.ua

ДП «ЭКОТЕХНОЛОГИЯ»



03150, Киев, ул. Антоновича (Горького), 62

тел./ф.: +380 44 200 80 56 (многокан.), 287 27 16,
287 26 17, 289 21 81, 248 73 36

e-mail: sales@et.ua, equip@et.ua www.et.ua



ПАО «Линде Газ Украина»

49074, Днепропетровск,

ул. Кислородная, 1

Тел./ф.: +380 (0562) 35 12 25, 35 12 28

www.linde.ua

ООО «Фрунзе-Электрод»

40004, г. Сумы, ул. Горького, 58

тел. +380 542 68 60 31, ф.: +380 542 22 13 42, 22-54-38



FRUNZE Сумы
ЭЛЕКТРОД

e-mail: frunze@i.ua

www.frunze.com.ua



ООО «НПФ «Техвагонмаш»

39627, г. Кременчуг,

пр. Полтавский, 2-Д

Тел.: +38 (05366) 70-17-23,

факс: (0536) 77-34-87, 77-69-98

e-mail: market@tvagonm.com.ua

www.tvagonm.com.ua



ООО «Интерхим-БТВ»

03039, г. Киев,

пр. 40-летия Октября, 15-а

Тел.: +380 044 527 9852,

527 9853, факс: 527 9862

www.boehler-welding.com

ООО «Центроспав-Украина»

02660, г. Киев, ул. Красноткацкая, 94, оф. 206

тел.: +380 44 594 09 42, 332 06 73

e-mail: svar@bigmir.net

www.svarcom.net



Научно-технологический центр «Промавтосварка»

87534, Мариуполь, пр. Строителей, 29-4

тел. +380 629 37 97 31

+380 44 222 90 26, (067) 627 41 51

e-mail: welding@ukrpost.ua

www.promavtosvarka.com.ua



MTI МИГАТЕХ индустрия

ТЕХНОЛОГИИ СБЕРЕГАЮЩИЕ ЭНЕРГИЮ

Сварочные комплексы



044 360-25-21 044 500-58-59

www.migateh.com.ua

г. Киев, ул. Алма-Атинская 2/1



Сварочные электроды
ET-02 с рутил-
целлюлозным покрытием

Тел.: (044) 200 80 56 (многокан.),
м. (050) 352 58 67, (098) 588 62 77
e-mail: sales@et.ua, www.welderbest.com.ua

- ✓ легкий поджиг
- ✓ устойчивое горение дуги
- ✓ легкий повторный поджиг
- ✓ сварка во всех пространственных положениях!!!
- ✓ идеальный шов
- ✓ легкое отделение шлака
- ✓ высокий коэффициент наплавки
- ✓ надежное сварное соединение!!!

Не требуют от сварщика высокой квалификации. Электроды производят качественную сварку даже от заводских источников питания с пониженным напряжением холостого хода. Не требуют тщательной подготовки свариваемых поверхностей. Электрод предназначен для ручной дуговой сварки на постоянном или переменном токе рядовых и ответственных конструкций из низкоуглеродистых марок сталей, поставляемых по ДСТУ 2651/ГОСТ 380 и по ГОСТ 1050.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬ **FRUNZE ELECTRODE**
«Фрунзе-электрод» — ведущее предприятие Украины по производству сварочных электродов специального назначения.

ВсЕ для сварки 10, 11-2015

ТОРГОВЫЙ РЯД

Рекламно-информационное приложение к журналу «Сварщик»

ПРАЙС-ОБОЗРЕНИЕ

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
--------------	----------	------------	---------	-------------

I. СТАЛЬ УГЛЕРОДИСТАЯ И ИЗДЕЛИЯ ИЗ НЕЕ

I.0100. Металлопрокат

I.0200. Проволока

Проволока ОК, ОЦ, пруж., ТО	кг	договорная	(061) 213 9743, (099) 265-2184	Борисов ЧП
Проволока ОЦ, ТО ОЦ, полиграфическая, для холост. высадки, пружинная	кг	договорная	(044) 200-8049, 200-8056	Экотехнология ДП ОО

II. СТАЛЬ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННАЯ И ИЗДЕЛИЯ ИЗ НЕЕ

II.0100. Металлопрокат

II.0200. Проволока

Проволока 08/12Х18Н10(Т) и др.(доставка) ТО, свар., пруж.	кг	договорная	(0612) 68-4924, (067) 718-0259	Борисов ЧП
---	----	------------	--------------------------------	------------

III. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИЗДЕЛИЯ ИЗ НИХ

III.0100. Медь и ее сплавы

III.0200. Никель и его сплавы

Проволока Нихром Х20Н80 (Н), Х15Н60	кг	договорная	(061) 213 9743, (067) 718-0259	Борисов ЧП
-------------------------------------	----	------------	--------------------------------	------------

III.0300. Алюминий и его сплавы

III.0400. Титан и его сплавы

III.0500. Свинец и его сплавы. Баббиты

III.0600. Прочие металлы и сплавы

Фехраль Х23Ю5 (Т) (доставка)	кг	договорная	(061) 213 9743, (099) 265-2184	Борисов ЧП
------------------------------	----	------------	--------------------------------	------------

IV. СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

IV.0100. Оборудование для дуговой сварки и родственных процессов

IV.0110. Генераторы, агрегаты и преобразователи сварочные

IV.0120. Выпрямители сварочные

ВДМ-630, 1202, 1601, 2001	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
ВДГ, ВДУ-302, 401, 506, 630, 1202, 1601	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Инверторы для ММА/TIG сварки 160, 200, 315, 400 А	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ

	Сварочные инверторы «АВС»	Производство. Сервисное обслуживание. Гарантия 2 года.	Украина, 61177, г. Харьков, пер. Динамовский, 4 тел.: (057) 372-89-68; факс: 783-50-65; моб.: (067) 739-94-01 e-mail: kashparov@bigmir.net www.vesta-svarka.prom.ua
	Осцилляторы «ОССД»		
	Комплектующие		

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
Инвертор ABC-315-2M	шт.	7 000	(057) 783 50 65, 372 89 68	Веста ТОВ
Инвертор ABC-200-1	шт.	3 600	(057) 783 50 65, 372 89 68	Веста ТОВ
Инвертор ABC-160-4	шт.	2 460	(057) 783 50 65, 372 89 68	Веста ТОВ
Сварочное оборудование «FRONIUS», заряд. уст-ва для любых типов аккумуляторов	шт.	от 600	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина ООО
Инверторы CUPEL-175 G, для MMA/TIG сварки 120, 160, 200, 250, 315 A, SW-333 («Cement»)	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8056	Экотехнология ДП ООО

IV.0121. Установки аргонодуговой сварки и напыления

TT-1600, MB-2200 (в т.ч. сварка алюминия) универ. ап-т WIG/TIG	шт.	от 6 500	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина ООО
TIG-200P AC/DC	шт.	24 000	(044) 287-2716, 200-8056	Экотехнология ДП ООО

IV.0130. Трансформаторы сварочные

Трансформатор для сварки ТДФЖ-2001, ТДМ-250, 305, 403, 503	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
БСН-04-500Т (питание от источника сварочной дуги)	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
СТШ-250, СТШ-252, ТДМ-403	шт.	от 4 635	(044) 287-2716, 200-8056	Экотехнология ДП ООО

IV.0140. Сварочные механизированные аппараты (полуавтоматы для дуговой сварки)

П/м А25-001 с ВДГ или ВДУ, БУ встроен. в ИП, Ø0,8–3,0 мм, плав. регул.	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Проф. инверт. комплекс для MIG/MAG сварки DIGITAL MIG 500	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Инверт. свар. комплексы HC 500D, HC350 для MIG/MAG, MMA, TIG сварки	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Инвер. п/а MIG 188P, Ø0,6–1,2 мм	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
ТР-1100, 1500 малогаб. моб. ап-ты двойн. действ., 4,2 кг, 220 В, 10–150 А	шт.	от 2700	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина ООО
П/а промышл. «Варио Стар» (160–400 А) «FRONIUS»	шт.	от 4500	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина ООО
Инверторные п/а, 160–350 А, горелки к п/а и расходные материалы	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8056	Экотехнология ДП ООО
КП 006 с КИГ 401, ПДГ-215, 216	к/шт.	от 10 800	(044) 287-2716, 200-8056	Экотехнология ДП ООО

IV.0150. Автоматы для дуговой сварки

Свар. трактор HS-1000 с инвер. ИП для одно- и двухдуговой сварки	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Сварочные трактора TC-18M, TC-77A, A-1698, TC-17	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Установка для приварки шипов (шпилек) УПШ-1202-2	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Сварочные тракторы А1698, автоматы АД 231, АД 321	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8056	Экотехнология ДП ООО

IV.0160. Аппараты для воздушно-плазменной резки металлов и сплавов, запасные части

Плазматроны ВПР-9, ВПР-15, ВПР-402, расход. матер., комп. (Binzel)	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8056	Экотехнология ДП ООО
Киев-1 (толщ. реза до 8 мм), Киев-4 (толщ. реза до 80 мм)	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8056	Экотехнология ДП ООО
CUT 70, CUT 100, CUT 120, CUT 160	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8056	Экотехнология ДП ООО

IV.0170. Машины для сварки пластмасс

IV.0180. Аппаратура управления к сварочному оборудованию

Пневмораспределитель	шт.	58,20	(044) 287-2716, 200-8056	Экотехнология ДП ООО
----------------------	-----	-------	--------------------------	----------------------

PLASMA

Взаимозаменяемые части совместимые с более чем 100 системами плазменной резки мировых производителей таких как HYPERTHERM®, ESAB®, KJELLBERG®, SEBORA®, TRAFIMET®, THERMAL DYNAMICS®, SAF®, DAIHEN®, KOMATSU®, MILLER®, MIGATRONIC®, AJAN®, LINCOLN ELECTRIC® и т. д.

LASER

Взаимозаменяемые части и аксессуары совместимые с TRUMPF®, BISTRONIC®, PRECITEC®, AMADA®, MAZAK®, PRIMA POWER®, LVD®, MITSUBISHI® и т. д.

ООО «Термакат Украина ГмбХ»
ул. Петропавловская, 24
08130, с. Петропавловская Борщаговка
тел./факс: (044) 403-16-99
e-mail: info@thermacut.ua



THERMACUT®
THE CUTTING COMPANY®
www.thermacut.com

HYPERTHERM®, ESAB®, KJELLBERG®, SEBORA®, TRAFIMET®, THERMAL DYNAMICS®, SAF®, DAIHEN®, KOMATSU®, MILLER®, MIGATRONIC®, AJAN®, LINCOLN ELECTRIC®, TRUMPF®, BISTRONIC®, PRECITEC®, AMADA®, MAZAK®, PRIMA POWER®, LVD®, MITSUBISHI®, MESSER®, HARRIS® являются зарегистрированными торговыми марками. Thermacut® никоим образом не связан с данными производителями.

OXY-FUEL

Взаимозаменяемые части совместимые с системами газовой резки ведущих мировых производителей MESSER®, HARRIS®, ESAB®

РЕЗАКИ

160 различных ручных и механизированных моделей плазматронов для автоматической и ручной резки. Шланговые пакеты для систем плазменной резки. Плазматроны FHT-EX® разработки THERMACUT

г. Киев: (050) 336-33-91,
(050) 444-22-45
г. Николаев: (050) 333-81-61
г. Харьков: (050) 417-60-68
г. Львов: (050) 382-46-68

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
--------------	----------	------------	---------	-------------

ПОСТАВКИ от ПРОИЗВОДИТЕЛЯтел. **(044) 200-80-56**

Республика БЕЛАРУСЬ

ОПТОВЫЕ ЦЕНЫ. Вся продукция сертифицирована.**БАЛЛОНЫ ПРОПАНОВЫЕ**

Информация по тел.: (044) 200-80-44

- ОАО «Новогрудский завод газовой аппаратуры» – баллоны пропановые емкостью 5, 12, 27 и 50 л по ДСТУ 3245-95; бытовые редукторы РДСГ по ГОСТ 21805-94; вентили на пропановые баллоны ВБ-2-1 по ГОСТ 21804-94 пр. 2,3 (единственный тип вентиля, допущенный к использованию на территории Украины).

**ДП «ЭКОТЕХНОЛОГИЯ»** 03150, Киев, ул. Горького, 62E-mail: sales@et.uawww.et.ua**IV.0200. Машины контактной сварки и комплектующие**

Машины стык. и точ. св. МТ 2202, МСО 606, МТ 1928, МТ 4224, МСС 1901, МТМ-289 (сварка сеток), точ. маш. — АІ (до 4 мм) МТВР-4801	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8056	Экотехнология ДП 000
КРАБ-01 (малогобарит., свар. клещи), маш. подвесная МТП 1110 (сварка сеток), маш. шовной сварки МШ 2201, МШ 3207	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8056	Экотехнология ДП 000
Ремонт и восстанов. машин контакт. сварки, купим машины контакт.	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8056	Экотехнология ДП 000

IV.0300. Машины, оборудование, комплектующие для газопламенной сварки, резки и металлизации**IV.0310. Машины для термической резки металлов**

Машины газорезательные — «Огонек», «Гугарк», «Орбита», «Радуга-М», «Смена-2М», «АСШ-70», «ДОНМЕТ», «ESAB», «MESSER Grissheim»	шт.	договорная	(044) 200-8051	Экотехнология ДП 000
---	-----	------------	----------------	----------------------

IV.0320. Горелки и резаки газокислородные

Горелки ацетиленовая Г2А, пропановая ГЗУ, Г2 МАФ (након. №2-4), ЗИПы	шт.	от 126	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП 000
Комплекты газосварщика, кислор.-флюс. резки, клапана предохран., огнепреград., пост газосварщика (П)	шт.	от 360	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП 000
Резаки машинные, пропановые, ацетилен. ручн. резки, МАФ-газ (до 100 мм), жидкотопл. (бензин, керосин, ДТ) до 300 мм, ЗИПы	шт.	от 168	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП 000

IV.0330. Генераторы ацетиленовые

Генераторы (Воронеж, Россия) АСП-10, АСП-15, АСП-14, (сухой и водяной затворы), зап. части к АСП	шт.	договорная	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП 000
--	-----	------------	--------------------------	----------------------

IV.0340. Редукторы, вентили, смесители, затворы, клапаны

Редукторы, регуляторы, балл. в ассорт., вентиль ВК-94 (Россия) кислород., пропановый ВБ-2, ВБ-2-1 (Б) (Беларусь), подогрев. углекислотный	шт.	договорная	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП 000
---	-----	------------	--------------------------	----------------------

IV.0350. Установки электролизнодобывные**IV.0360. Установки для газотермического напыления****IV.0370. Карбид кальция**

Карбид кальция (Словакия) по 100 кг, по 3, 5, 10 кг (пластик. ведра)	кг	договорная	(044) 200-8044, 200-8051	Экотехнология ДП 000
--	----	------------	--------------------------	----------------------

IV.0380. Рукава и шланги

Рукав кислородный (Беларусь), ацетиленовый и кислород. цветной	м	от 6,30	(044) 200-8044, 522-8455	Экотехнология ДП 000
--	---	---------	--------------------------	----------------------

- Сварочные горелки для механизированной и автоматической сварки в среде CO₂ и смесях (MB GRIP, RF GRIP, ABIMIG® GRIP A, ABIMIG® AT, AUT / 60-750 A, газовое и жидкостное охлаждение).
- Сварочные горелки для ручной и автоматической сварки неплавящимся электродом (ABITIG®, ABITIG® GRIP, ABITIG® GRIP Little / 80-500 A, газовое и жидкостное охлаждение).
- Электродержатели для сварки штучным электродом (DE 2200-2800 / 200-800 A).
- Блоки принудительного охлаждения (WK 23, WK 43, ABICOOOL L1000, ABICOOOL L1250).
- Редукторы газовые.

ПИИ ООО
«Бинцель Украина ГмбХ»

Тел./факс:
(044) 403-12-99, 403-13-99
(044) 403-14-99, 403-15-99

г. Киев: (050) 336-33-92
г. Николаев: (050) 333-81-61
г. Харьков: (050) 417-60-68
г. Львов: (050) 382-46-68
e-mail: info@binzel.kiev.ua

ABICOR BINZEL

www.binzel-abicor.com

- Плазматроны (ABIPLAS® CUT, ABICUT / 30-200 A, воздушное и жидкостное охлаждение).
- Установки ВПР JÄCKLE Plasma (30-300 A).
- Строгачи для строжки графитовым электродом (K10-K20 / 500-1500 A).
- Графитовые электроды ABIARC®, вольфрамовые электроды WR2, WP, E3®.
- Средства защиты обрабатываемой поверхности PROTEC.
- Маски сварщика.
- Керамические подкладки.
- Весь спектр расходных материалов и другие принадлежности сварочного поста.

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
IV.0390. Баллоны газовые				
Баллоны: кислород, аргон, ацетилен, азот, углекислота и др. (40 л, 10 л, 2 л), новые (пропан, кислород, аргон, сж. воздух, CO ₂) 50, 27, 12, 5 л	шт.	от 144	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП 000
IV.0400. Оборудование сварочное механическое и приспособления				
IV.0500. Комплектующие изделия к сварочному оборудованию				
IV.0510. Электрододержатели для ручной дуговой сварки				
Электрододержатели, клеммы массы (Германия, Польша, Китай)	шт.	от 19,8	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП 000
IV.0520. Горелки сварочные для ручной, механизированной и автоматической сварки и комплектующие к ним				
Горелки для MIG/MAG, WIG/TIG «FRONIUS»	шт.	от 400	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина 000
Горелки для аргонодуговой, MIG/MAG, TIG сварки и комплект. к ним	шт.	от 870	(044) 287-2716, 200-8056	Экотехнология ДП 000
IV.0530. Реостаты балластные				
IV.0540. Инструменты				
Маркеры «MARKAL B», «MARKAL M-10», «MARKAL M», «MARKAL K», «MARKAL H. HT», BALL PAINT, DURA BALL, Red Ritter / Silver Streak	шт.	договорная	(044) 200-8056	Экотехнология ДП 000
Комплект сменных стержней для SILVER STREAK, RED RITTER, маркировка и разметка LUMBER CRAYON и TYRE MARQUE	шт.	договорная	(044) 200-8056	Экотехнология ДП 000
IV.0550. Электроинструменты				
IV.0560. Кабельно-проводниковая продукция				
Кабель сварочный, силовой КГ, КОГ, након. каб. луж. 16, 25, 35, 50 мм ²	м/шт.	договорная	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП 000
IV.0570 Прочие комплектующие				
Контакты КМ-600ДВ, КМ-400ДВ, клеммы массы	шт.	от 840	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП 000
IV.0600. Оборудование для термической обработки				
IV.0700. Средства для защиты металла и оборудования				
Спрей «Binzel», 400 мл, паста «Дюзофикс», 300 г, для травл. нерж. стали TSK-2000, 2 кг	емк./балл.	от 30,18	(044) 287-2716, 200-8056	Экотехнология ДП 000
Защита: от налип. брызг, антикорр. «АРК/МРС», 10 л, «Black Jack», 500 мл, «Autravil'VA» обезжир. нерж. стали, 400 мл	емк./балл.	от 27	(044) 200-8056	Экотехнология ДП 000
«Antiperl EMU #1», «Antiperr 2000», 400 мл, канистра, 10 л, «Cromalux'VA», 400 мл	балл.	от 18	(044) 200-8056	Экотехнология ДП 000

V. СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

V.0100. Электроды покрытые металлические

V.0110. Для сварки углеродистых и легированных сталей

АНО-4 (346), МР-3 (346), АНО-21 (346), УОНИ-13/55 (350А), УОНИ 13/45 (342А), повыш. кач.	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
--	----	------------	--------------------------	----------------------





**Сварочные электроды ET-02
с рутил-целлюлозным покрытием**

Тел.: (044) 200 80 56, м. (050) 352 58 67, (098) 588 62 77
e-mail: sales@et.ua, www.welderbest.com.ua

- ✓ легкий поджиг
- ✓ устойчивое горение дуги
- ✓ легкий повторный поджиг
- ✓ сварка во всех пространственных положениях!!!

- ✓ идеальный шов
- ✓ легкое отделение шлака
- ✓ высокий коэффициент наплавки
- ✓ надежное сварное соединение!!!

ВАШ ЛУЧШИЙ ВЫБОР!

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
ЦЛ-39 (З-09Х1МФ), ЦУ-5 (З-50А), ТМЛ-3У (З-09Х1МФ), ТМЛ-1У (З-09Х1М), ТМУ-21У (З50А)	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
V.0120. Для сварки нержавеющей сталей				
ОЗЛ-6, ЦЛ-11, ОЗЛ-8, ОЗЛ-17У, ЗИО-8, НИИ-48Г, НЖ-13	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
ЗА-395/9 (З-11Х15Н25М6АГ2), ЗА-400/10У (З-07Х19Н11М3Г2Ф)	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
V.0130. Для сварки цветных металлов и сплавов				
V.0140. Для сварки чугуна				
МНЧ-2, ЦЧ-4	кг	от 102	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
V.0150. Для наплавки				
Т-590, Т-620, ЗН-60М; ОЗН-6, ОЗН-300, ОЗН-400, НР-70, ЦН-6Л, ЦН-12М	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
V.0160. Для резки				
АНР-2М, АНР-3 Ø4; 5 мм	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
V.0200. Электроды неплавящиеся				
Электроды вольфрамовые, Германия, Китай	шт.	от 10,0	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
V.0300. Проволока сварочная сплошная и прутки				
V.0310. Для сварки углеродистых и легированных сталей				
Проволока Св-08Г2С омед., в бухтах, на касс. 5,15 кг, Китай	кг	от 15,0	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
Проволока Св-08А	кг	9,30	(044) 200-8056, 200-8049	Экотехнология ДП 000
V.0320. Для сварки нержавеющей сталей				
Проволока н/ж, бухта, катушки 5, 15 кг	кг	договорная	(0612) 68-4924, (067) 718-0259	Борисов ЧП
Св-07Х25Н13 Ø1,2, 1,6, 3,0 мм, Св-08Х14Н8С3Б (ЗП-305) Ø2,0 мм, Св-08Х20Н9Г7Т Ø1,6, 3,0, 4,0 мм	кг	69-75	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
V.0330. Для сварки цветных металлов и сплавов				
Проволоки д./свар. алюминия на кат., в бухтах, прутках, Ø0,8-4,0 мм	кг	от 87	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
V.0340. Для сварки чугуна				
ПАНЧ-11, МНЖКТ Ø1,2-3,0 мм	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
V.0400. Проволока порошковая				
V.0410. Для сварки углеродистых и легированных сталей				
ПП-АН1 Ø2,8 мм, ППР - ЭК1 (для подводной сварки)	кг	договорная	(044) 200-8088, 200-8056	Экотехнология ДП 000
V.0420. Для сварки нержавеющей сталей				
V.0430. Для сварки цветных металлов				
V.0440. Для сварки чугуна				
V.0450. Для наплавки				
ПП-Нп-30ХГСА	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
V.0460. Для резки				
ППР-ЭК4	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000
V.0500. Флюсы плавные и керамические				
V.0510. Для сварки углеродистых и легированных сталей				
АН-47, АН-348А, АН-26	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП 000

ФЛЮС СВАРОЧНЫЙ АН-348А

Оптом и в розницу
всегда на складе в Киеве –
от дистрибьютора (доставка заказчику),
фасовка мешок 50 кг, полипропилен.



ДП «Экотехнология»

тел. (044) 200-80-42

м. (050) 311-34-41

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
--------------	----------	------------	---------	-------------

VI. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ГАЗЫ

VI.0100. Инертные газы (аргон, гелий)

VI.0200. Активные газы (кислород, углекислый газ, водород, азот)

Кислород, углекислота, азот	балл.	договорная	(044) 200-8056	Экотехнология ДП 000
-----------------------------	-------	------------	----------------	----------------------

VI.0300. Газовые смеси

Аргон, азот, ацетилен, спец.свар. смеси	балл.	договорная	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП 000
---	-------	------------	--------------------------	----------------------

VII. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ СВАРЩИКОВ

VII.0100. Щитки маски и очки защитные, комплектующие

Маски сварщика в ассорт., АСФ маска («Speedglass»), щитки свар. и очки защитные в ассорт., шлем пескоструйщика «Кивер», дробеструйщика	шт.	от 18	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП 000
--	-----	-------	--------------------------	----------------------

VII.0200. Специальная одежда и обувь

Щитки защитные НБТ, костюм, перчатки, краги и рукавицы сварщика, обувь раб. в ассорт.	шт.	от 18	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП 000
---	-----	-------	--------------------------	----------------------

VII.0300. Средства индивидуальной защиты

Фильтры сменные, респираторные маски (с/без клапаном/а) и полумаски	шт.	договорная	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП 000
---	-----	------------	--------------------------	----------------------

VIII. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

VIII.0100. Приборы и материалы неразрушающего контроля

Термоиндикаторные карандаши на 50-1200 °С «LA-CO» (США)	шт.	договорная	(044) 200-8056	Экотехнология ДП 000
Любые приборы контроля и диагностики под заказ	шт.	договорная	(044) 248-7336, 200-8056	Экотехнология ДП 000

IX. УСЛУГИ

IX.0100. Услуги

Разработка и внедрение технологии ремонта сваркой и наплавкой деталей, узлов и металлоконструкций из стали и чугуна	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8056	Экотехнология ДП 000
---	-----	------------	--------------------------	----------------------

Справочные пособия издательства «Экотехнология»

Обеспечение конкурентоспособности продукции сварочного производства требует повышения ее качества и снижения себестоимости, а следовательно, эффективного использования всех видов ресурсов.

Для снижения производственных затрат при использовании широко распространенных технологических процессов ручной дуговой сварки покрытыми электродами, механизированной (полуавтоматической) сварки легированной проволокой сплошного сечения в защитных газах, автоматической сварки под флюсом и термической резки важную роль играет не только повышение производительности труда рабочих, но и совершенствование методик нормирования расходных материалов, составляющих до 40% технологической себестоимости.

Применение современных нормативов расхода сварочных материалов является важнейшим способом повышения рентабельности сварочного производства.



Издательство «Экотехнология» выпустило серию справочных пособий, подготовленных ведущими специалистами Института электро-сварки им. Е. О. Патона НАН Украины:

1. Нормирование расхода покрытых электродов при ручной дуговой сварке и наплавке — **30 грн.** (68 с.).
2. Нормирование расхода сварочных материалов при сварке в углекислом газе и его смесях — **30 грн.** (68 с.).
3. Нормирование расхода сварочных материалов при сварке под флюсом — **20 грн.** (40 с.).
4. Нормирование расхода материалов при термической резке — **20 грн.** (14 с.).

Стоимость комплекта (4 пособия) — 100 грн.
(с учетом стоимости доставки).

Справочные пособия можно заказать
в издательстве «Экотехнология»:
e-mail: trofimets.welder@gmail.com
или по тел./ф. (044) 200-8018.

Алфавитный указатель компаний — участников журналов «Сварщик» и «Все для сварки. Торговый ряд»

Амити ООО	т./ф. (0-512) 23 01 08, ф. 58 12 08
Бинцель Украина ГмбХ ПИИ ООО	т./ф. (0-44) 403 12 99, 403 13 99, 403 14 99, 403 15 99
Борисов Б.А. ЧП	т./ф. (0-612) 68 49 24, (0-61) 213 97 43, м.(067) 718 02 59
Велдотерм-Україна ТОВ	т./ф. (0-3472) 60 330, weldotherm@ukrpost.ua
Велтек ТМ ООО	т./ф. (0-44) 200 86 97, 200 84 85, 200 82 09
Веста ООО	т. (0-57) 372 89 68, ф. 783 50 65, м. (067) 739 94 01
Галэлектросервис ПНФ ООО	т. (0-32) 239 29 15, ф. 239 29 17
Запорожстеклофлюс ПАО	т. (0-61) 289 03 53, ф. 289 03 50
ЗОНТ ОДО	т. (0-48) 717 00 50, 715 69 40, ф. 715 69 50
Интерхим БТВ ООО	т. (0-44) 527 98 52, 527 98 53, ф. 527 98 62
Линде Газ Украина ПАО	т./ф. (0-562) 35 12 25, 35 12 28
Мигатехиндустрия ООО	т. (0-44) 360 25 21, 500 58 59
НАВКО-ТЕХ НПФ ООО	т. (0-44) 456 40 20, ф. 456 83 53
НИСА ТД ООО	т./ф. (0-44) 242 91 33, 242 21 83, 242 17 77
Промавтосварка НТЦ ЧП	т./ф. (0-629) 37 97 31, м. (067) 627 41 51
Промышленный форум МВЦ	т. (0-44) 201 11 65, 201 11 56, 201 11 58
Сварка-Трейдиг ООО	т. (0-44) 289 40 47, ф. 289 40 37
СЕВИД ЧП КП	т. (0-552) 37 34 58, ф. 37 35 96, м. (067) 550 11 87
Термакат Украина ГмбХ ООО	т. (0-44) 403 16 99, м. (050) 336 33 91
Техвагонмаш НПФ	т. (0-536) 70 17 23, ф. 77 34 87, 77 69 98
Технолазер-Сварка ООО	т. (0-512) 36 91 20, ф. 50 10 01, 57 21 27
Триада-Сварка ООО	т. (0-61) 220 00 79, ф. 233 10 58
Фрониус Украина ООО	т. (0-44) 277 21 41, 277 21 40, ф. 277 21 44
Фрунзе-Электрод ООО	т. (0-542) 68 60 31, ф. 22 13 42, 22 54 37
Центрослав-Украина ООО	т. (0-44) 594 09 42, 332 06 73
Экотехнология ДП	т./ф. (0-44) 200 80 56 (многокан.), 287 26 17, 287 27 16, 248 73 36, 289 21 81

Подписка-2015 на журнал «Сварщик» подписной индекс 22405. Подписку на журнал можно оформить у региональных представителей:

Город	Название подписного агентства	Телефон
Винница	ЗАО «Блиц-Информ»	(0432) 27-66-58
Днепропетровск	ЗАО «Блиц-Информ» ООО «Меркурий»	(056) 370-10-50 (056) 778-52-86
Житомир	ЗАО «Блиц-Информ»	(0412) 36-04-00
Запорожье	ЗАО «Блиц-Информ»	(0612) 63-91-82
Ивано-Франковск	ЗАО «Блиц-Информ» ООО «Бизнес Пресса»	(03422) 52-28-70 (044) 248-74-60
Киев	ЗАО «Блиц-Информ» ООО «Периодика» ООО «Пресс-Центр»	(044) 205-51-10 (044) 449-05-50 (044) 252-94-77
Кировоград	ЗАО «Блиц-Информ»	(0522) 32-03-00
Кременчуг	ЗАО «Блиц-Информ»	(05366) 79-90-19
Кривой Рог	ЗАО «Блиц-Информ»	(0564) 66-24-36
Луцк	ЗАО «Блиц-Информ»	(0332) 72-05-48
Львов	ЗАО «Блиц-Информ» «Фактор»	(0322) 39-28-69 (0322) 41-83-91
Мариуполь	ЗАО «Блиц-Информ»	(0629) 33-54-98
Николаев	ЗАО «Блиц-Информ» ООО «Ной Хау»	(0512) 47-10-82 (0512) 47-20-03
Одесса	ЗАО «Блиц-Информ»	(048) 711-70-79
Полтава	ЗАО «Блиц-Информ»	(05322) 7-31-41
Ровно	ЗАО «Блиц-Информ»	(0362) 62-56-26
Ужгород	ЗАО «Блиц-Информ»	(03122) 2-38-16
Харьков	ЗАО «Блиц-Информ» ДП «Фактор-Пресса» «Форт» Издательство	(0572) 17-13-27 (0572) 26-43-33 (0572) 14-09-08
Херсон	ДПЗАО «Блиц-Информ»	(0552) 26-36-49
Хмельницкий	ЗАО «Блиц-Информ»	(0382) 79-24-23
Черкассы	ЗАО «Блиц-Информ»	(0472) 47-05-51
Черновцы	ЗАО «Блиц-Информ»	(03722) 2-00-72
Чернигов	ЗАО «Блиц-Информ»	(04622) 4-41-61

ТАЛОН-ЗАКАЗ

на книги издательства «Экотехнология»

Название книги	Цена (грн.)
В. И. Лакомский, М. А. Фридман. Плазменно-дуговая сварка углеродных материалов с металлами. 2004.— 196 с.	50
А. А. Кайдалов. Электронно-лучевая сварка и смежные технологии. Издание 2-е, переработанное и дополненное. 2004.— 260 с.	60
О. С. Осики та ін. Англо-український та українсько-англійський словник зварювальної термінології. 2005.— 256 с.	50
В. М. Корж. Газотермічна обробка матеріалів: Навчальний посібник. 2005.— 196 с.	50
В. Я. Кононенко. Газовая сварка и резка. 2005.— 208 с.	50
С. Н. Жизняков, З. А. Сидлин. Ручная дуговая сварка. Материалы. Оборудование. Технология. 2006.— 368 с.	70
А. Я. Ищенко и др. Алюминий и его сплавы в современных сварных конструкциях. 2006.— 112 с. с илл.	50
П. М. Корольков. Термическая обработка сварных соединений. 3-е изд., перераб. и доп. 2006.— 176 с.	50
А. Е. Анохов, П. М. Корольков. Сварка и термическая обработка в энергетике. 2006.— 320 с.	50
Г. И. Лащенко. Способы дуговой сварки стали плавящимся электродом. 2006.— 384 с.	60
А. А. Кайдалов. Современные технологии термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007.— 456 с.	60
П. В. Гладкий, Е. Ф. Переплетчиков, И. А. Рябцев. Плазменная наплавка. 2007.— 292 с.	60
А. Г. Потапьевский. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007.— 192 с.	50
Г. И. Лащенко, Ю. В. Демченко. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008.— 168 с.	50
Б. Е. Патон, И. И. Заруба и др. Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией горения дуги. 2008.— 248 с.	50
З. А. Сидлин. Производство электродов для ручной дуговой сварки. 2009.— 464 с.	100
В. Н. Радзиевский, Г. Г. Ткаченко. Высокотемпературная вакуумная пайка в компрессоростроении. 2009.— 400 с.	80
В. Н. Корж, Ю. С. Попиль. Обработка металлов водородно-кислородным пламенем. 2010.— 194 с.	50
Г. И. Лащенко. Современные технологии сварочного производства. 2012.— 720 с.	100
Книги прошу выслать по адресу:	
Куда	почтовый индекс
.....	
Кому	
Счет на оплату прошу выслать по факсу:	
(.....)	
Реквизиты плательщика НДС:	
Св. №	идент. №
Ф. И. О. лица, заполнившего талон, телефон для связи:	
.....	

Заполните этот талон и вышлите в редакцию журнала «Сварщик» по адресу: 03150, Киев, а/я 52 или по тел./ф.: (044) 200-8014, 200-8018. Цены на книги указаны без учета НДС и стоимости доставки.

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

Сервисная карточка читателя

Без заполненного
формуляра
недействительна

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

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

1519 1520 1521 1522 1523 1524 1525 1526 1527
1528 1529 1530 1531 1532 1533 1534 1535 1536
1537 1538 1539 1540 1541 1542 1543 1544 1545
1546 1547 1548 1549 1550 1551 1552 1553 1554
1555 1556 1557 1558 1559 1560 1561 1562 1563
1564 1565 1566 1567 1568 1569 1570 1571 1572
1573 1574 1575 1576 1577 1578 1579 1580 1581
1582 1583 1584 1585 1586 1587 1588 1589 1590

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Подробный почтовый адрес: _____

« _____ » _____ 2015 г.

подпись

Формуляр читателя

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Виды деятельности предприятия _____

Выпускаемая продукция / оказываемые услуги _____

Руководитель предприятия (Ф. И. О.) _____

Тел. _____ Факс _____

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

Тел. _____ Факс _____

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

Тел. _____ Факс _____

Тарифы на рекламу в 2015 г.

На внутренних страницах

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

На страницах основной обложки

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

На страницах внутренней обложки

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

Визитка или микромодульная реклама

Площадь	Размер, мм	Грн.*
1/16	90×26	360

* (все цены в грн. с НДС):

Рекламно-техническая статья: 1 полоса (стр.) — 1500 грн.

**Блочная ч-б реклама и строчные позиции
на страницах рекламно-информационного
приложения «Все для сварки. Торговый ряд»**

Часть площади стр.	Размер, мм (гор. или верт.)	Цена, грн. с НДС
1/2	180×125	700
1/3	180×80 или 88×160	600
1/4	180×60 или 88×120	500
1/6	180×40 или 88×80	400
1/8	180×30 или 88×60	300
1/16	180×15 или 88×30	200

Строчные ч-б позиции

Кол-во позиций	Обычные позиции, грн.	Выделенные позиции, грн.
10	300	400
15	450	600
20	600	800

В наименовании продукции должно быть 70 символов, в названии предприятия — 20 символов и не более 2-х тел. на 1 позицию.

Прогрессивная система скидок

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

Требования к оригинал-макетам

Для макетов «под обрез»: формат издания после обрезки 205×285 мм; до обрезки 210×295 мм; внутренние поля для текста и информативных изображений не менее 15 мм.

Файлы принимаются в форматах: PDF, AI, INDD, TIF, JPG, PSD, EPS, CDR, QXD с прилинкованными изображениями и шрифтами. Изображения должны быть качественными, не менее 300 dpi, цветные палитру CMYK, текст в кривых, если нет шрифтов.

Носители: CD, DVD, или флэш-диск.

Подача материалов в очередной номер — до 15-го числа нечетного месяца (например, в № 4 — до 15.07)

Зам. гл. ред., рук. рекл. отд. **В. Г. Абрамишвили**, к. ф.-м.-н.:
тел./факс: (0-44) **200-80-14**, моб. (050) **413-98-86**
e-mail: welder.kiev@gmail.com

Зам. рук. рекл. отд., ред., **О. А. Трофимец**:
тел./факс: (044) **200-80-18**
e-mail: trofimits.welder@gmail.com

Современные машины для термической резки листового материала

ZONT
Cutting Systems



- ♦ Плазменные
- ♦ Лазерные
- ♦ Газокислородные
- ♦ Гидроабразивные
- ♦ Капитальный ремонт
- ♦ Модернизация систем ЧПУ
- ♦ Поставка оригинальных расходных частей к плазменным резакам

Оборудование для криогенной техники:

- ♦ насосы, теплообменники
- ♦ турбодетандеры, арматура.

Битумные нагреватели электрические.



ОДО «ЗОНТ»

Проспект Маршала Жукова, 103, г. Одесса, Украина, 65104

Телефон: +38 (048) 717-00-50

E-mail: info@zont.com.ua

факс: +38 (048) 715-69-50

URL: <http://www.zont.com.ua>



Торговая марка «Автогенмаш»

Hypertherm®

Мировой лидер
в технологии плазменной резки™

ЛУЧШИЙ ВЫБОР ДЛЯ ПОРЕЗКИ И РАСКРОЯ МЕТАЛЛА



ООО «Центроспав-Украина» • 02660, г. Киев,
ул. Красноткацкая, 94, оф. 206 тел./факс: +38 (044) 332-06-73
e-mail: info@svarcom.net • www.svarcom.net



SVARCOM
СВАРОЧНАЯ КОМПАНИЯ



**МИРОВОЙ ЛИДЕР
В ОБЛАСТИ СВАРКИ**

**МЫ ПОМОЖЕМ ВАМ НАЙТИ
ПРАВИЛЬНЫЕ РЕШЕНИЯ**

ООО «Торговый дом «Ниса»» Украина,

г. Киев, Молодогвардейская, 28 А

Тел.: 044-242-91-33, 044 242-17-77,

067-548-76-00, 067-548-76-29

E-mail: nisa@nisa.com.ua, nisa@nisa.net.ua

www.nisa.net.ua

www.линкольнэлектрик.net

