



4 (50) 2006

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

Журнал награжден Почетной грамотой и Памятным знаком Кабинета Министров Украины

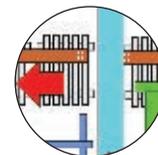
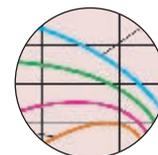
информационно-технический журнал  
**Сварщик**®

Технологии  
Производство  
Сервис

**4-2006**

## СОДЕРЖАНИЕ

	<b>Новости техники и технологий</b> .....	<b>3</b>
	<b>Производственный опыт</b>	
	Механизированные установки для сварки полувагонов. <i>В. П. Распорский, Н. М. Кононов</i> .....	<b>6</b>
	Повышение надежности сварных труб для магистральных трубопроводов. <i>С. Е. Семенов, А. В. Шишацкий, Н. П. Солошенко</i> .....	<b>9</b>
	О необходимости разработки новых норм на эксплуатацию и ремонт стальных резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов. <i>Ю. П. Барвинко, А. Ю. Барвинко, С. И. Мороз</i> .....	<b>12</b>
	Применение газа МАФ для сварки и резки металлов. <i>М. М. Лилько</i> .....	<b>14</b>
	<b>Наши консультации</b> .....	<b>17</b>
	<b>Технологии и оборудование</b>	
	Выбор защитного газа для гибридного процесса лазерно-дуговой сварки. <i>Н. М. Воропай, В. М. Илюшенко, В. Ю. Хаскин</i> .....	<b>20</b>
	Приварка шпилек в судостроении. <i>Д. М. Калеко</i> .....	<b>23</b>
	Электрошлаковая установка для производства ферросилиция методом переплава шлаковых отходов. <i>В. Н. Проскудин, А. А. Болоташвили, В. И. Сапон, В. Г. Кульбачный, С. Л. Борисенко</i> .....	<b>26</b>
	<b>Экономика сварочного производства</b>	
	Определение экономической эффективности развития сварочного производства. <i>А. М. Бречак, А. А. Поканевич</i> .....	<b>30</b>
	Роль технологии в бизнесе. <i>Научно-производственная фирма «Техвагонмаш»</i> .....	<b>33</b>
	<b>Охрана труда</b>	
	Оценка эффективности управленческих решений планирования мероприятий по охране труда. <i>О. Е. Кружилко, О. Г. Левченко, И. Н. Ковтун</i> .....	<b>35</b>
	Гигиенические показатели сварочных аэрозолей. <i>О. Г. Левченко</i> .....	<b>38</b>
	<b>Сертификация и качество</b>	
	Производители сварочных материалов, имеющие сертификат соответствия в системе УкрСЕПРО, выданный НТЦ «СЕПРОЗ» (по состоянию на 01.07.2006). <i>Н. А. Проценко</i> .....	<b>40</b>
	Производители сварочных материалов, имеющие сертификат соответствия в системе УкрСЕПРО, выданный Запорожским РГЦСМС (по состоянию на 01.06.2006). <i>А. В. Омелянович</i> .....	<b>45</b>
	<b>Из истории сварки</b>	
	Большой ученый и человек — Исидор Ильич Фрумин. <i>С. Я. Шехтер</i> .....	<b>46</b>
	Виды сварных швов и соединений стали при механизированной сварке в смеси газов $Ar+CO_2$ и в $CO_2$ .....	<b>49</b>



<b>Новини техніки і технологій</b> .....	<b>3</b>
<b>Виробничий досвід</b>	
• Механізовані установки для зварювання піввагонів. <i>В. П. Распорский, М. М. Кононов</i> .....	<b>6</b>
• Підвищення надійності зварних труб для магістральних трубопроводів. <i>С. Є. Семенов, А. В. Шишацький, Н. П. Солошенко</i> .....	<b>9</b>
• Про необхідність розробки нових норм на експлуатацію й ремонт сталевих резервуарів для зберігання нафти й нафтопродуктів. <i>Ю. П. Барвінко, А. Ю. Барвінко, С. І. Мороз</i> .....	<b>12</b>
• Застосування газу МАФ для зварювання й різання металів. <i>М. М. Лілько</i> .....	<b>14</b>
<b>Наші консультації</b> .....	<b>17</b>
<b>Технології і устаткування</b>	
• Вибір захисного газу для гібридного процесу лазерно-дугового зварювання. <i>М. М. Воропай, В. М. Ілюшенко, В. Ю. Хаскін</i> .....	<b>20</b>
• Приварка шпильок у суднобудуванні. <i>Д. М. Калеко</i> .....	<b>23</b>
• Електрошлакова установка для виробництва ферросиліцію методом переплаву шлакових відходів. <i>В. М. Проскудин, А. А. Болоташвілі, В. І. Сапон, В. Г. Кульбачний, С. Л. Борисенко</i> .....	<b>26</b>
<b>Економіка зварювального виробництва</b>	
• Визначення економічної ефективності розвитку зварювального виробництва. <i>А. М. Бречак, О. А. Поканевич</i> .....	<b>30</b>
• Роль технології в бізнесі. <i>Науково-виробнича фірма «Техвагонмаш»</i> .....	<b>33</b>
<b>Охорона праці</b>	
• Оцінка ефективності управлінських рішень планування заходів щодо охорони праці. <i>О. Є. Кружилко, О. Г. Левченко, І. Н. Ковтун</i> .....	<b>35</b>
• Гігієнічні показники зварювальних аерозолів. <i>О. Г. Левченко</i> .....	<b>38</b>
<b>Сертифікація і якість</b>	
• Виробники зварювальних матеріалів, що мають сертифікат відповідності в системі УкрСЕПРО, виданий НТЦ «СЕПРОЗ» (за станом на 01.07.2006). <i>Н. А. Проценко</i> .....	<b>40</b>
• Виробники зварювальних матеріалів, що мають сертифікат відповідності в системі УкрСЕПРО, виданий Запорізьким РГЦСМС (за станом на 01.06.2006). <i>А. В. Омелянович</i> .....	<b>45</b>
<b>3 історії зварювання</b>	
• Великий вчений і людина — Ісидор Ілліч Фрумін. <i>С. Я. Шехтер</i> .....	<b>46</b>
• Види зварних швів і з'єднань сталі при механізованому зварюванні в суміші газів Ar+CO <sub>2</sub> і в CO <sub>2</sub> .....	<b>49</b>

## CONTENT

<b>News of technique and technologies</b> .....	<b>3</b>
<b>Industrial experience</b>	
• The mechanized installations for welding of semivans. <i>V. P. Rasporskiy, N. M. Kononov</i> .....	<b>6</b>
• Increase of reliability of welded pipes for main pipelines. <i>S. E. Semenov, A. V. Shishatskiy, N. P. Soloshenko</i> .....	<b>9</b>
• About necessity of development of new norms on operation and repair of steel tanks for a storage of crude oil and oil products. <i>Yu. P. Barvinko, A. Yu. Barvinko, S. I. Moroz</i> .....	<b>12</b>
• Application of gas MAF for welding and cutting of metals. <i>M. M. Lil'ko</i> .....	<b>14</b>
<b>Our consultations</b> .....	<b>17</b>
<b>Technologies and equipment</b>	
• Choice of protective gas for hybrid process of laser-arc welding. <i>N. M. Voropay, V. M. Ilyushenko, V. Yu. Haskin</i> .....	<b>20</b>
• Приварка шпильок in shipbuilding. <i>D. M. Kaleko</i> .....	<b>23</b>
• Electroslag installation for manufacture ferrosilicium by a melting method of slag waste. <i>V. N. Proskudin, A. A. Bolotashvili, V. I. Sapon, V. G. Kulbachny, S. L. Borisenko</i> ..	<b>26</b>
<b>Economy of welding manufacture</b>	
• Definition of an economic efficiency of development of welding production. <i>A. M. Brechak, A. A. Pokanevich</i> .....	<b>30</b>
• Role of technology in business. <i>Research-and-production firm «Technowagonmash»</i> .....	<b>33</b>
<b>Labor protection</b>	
• Estimation of efficiency of the administrative decisions of planning of measures on protection of work. <i>O. E. Kruzilko, O. G. Levchenko, I. N. Kovtun</i> .....	<b>35</b>
• Hygienic parameters of welding aerosols. <i>O. G. Levchenko</i> .....	<b>38</b>
<b>Certification and quality</b>	
• The manufacturers of welding materials having the certificate of conformity in system UkrSEPRO, given by STC «SEPROZ» (on 01.07.2006). <i>N. A. Protsenko</i> .....	<b>40</b>
• The manufacturers of welding materials having the certificate of conformity in system UkrSEPRO, given by Zaporozhye RGCSMS (on 01.06.2006). <i>A. V. Omel'yanovich</i> .....	<b>45</b>
<b>From a history of welding</b>	
• The large scientist and man — Isidor Il'ich Frumin. <i>S. Ya. Shekhter</i> .....	<b>46</b>
• The kinds of welded seams and joints at the mechanized welding in a mix of gases Ar+CO <sub>2</sub> and in CO <sub>2</sub> .....	<b>49</b>

Свидетельство о регистрации КВ № 3102 от 09.03.98

**Учредители** Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, Государственное предприятие «Экотехнология»

**Издатель** ГВП «Экотехнология»

**Издание журнала поддерживают**



Общество сварщиков Украины, Национальный технический университет Украины «КПИ»

Журнал издается при содействии UNIDO

**Главный редактор** К. А. Ющенко

**Зам. главного редактора** Б. В. Юрлов, Е. К. Доброхотова

**Редакционная коллегия** В. В. Андреев, В. Н. Бернадский, Ю. К. Бондаренко, Ю. В. Демченко, В. М. Ілюшенко, А. А. Кайдалов, О. Г. Левченко, П. П. Проценко, И. А. Рябцев

**Редакционный совет** В. Г. Фартушный (председатель), Н. В. Высоколян, Н. М. Кононов, П. А. Косенко, М. А. Лактионов, Я. И. Микитин, Г. В. Павленко, В. Н. Проскудин, А. Д. Размышляев, А. В. Щербак

**Редакция** Т. Н. Мишина, А. Л. Берзина

**Маркетинг и реклама** В. Г. Абрамишвили

**Верстка** Т. Д. Пашигорова, А. Е. Рублева

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

**Телефон** +380 44 528 3523, 529 8651

**Тел./факс** +380 44 287 6502

**E-mail** welder@et.ua, welder@welder.kiev.ua

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

**Представительство в Беларуси** Минск  
Вячеслав Дмитриевич Сиваков  
+375 17 213 1991, 246 4245

**Представительство в России** Москва, ООО «Центр трансфера технологий»  
Анита Анатольевна Фокина  
+107 495 626 0905, 626 0347  
e-mail: cct94@mail.ru

**Представительство в Прибалтике** Рига, Янис Андерсон  
+371 7 538 974,  
+371 7 538 345 (ф.)  
e-mail: janis37@navigator.lv

Вильнюс, Александр Шахов  
+370 52 47 4301  
ПФ «Рекламос Центрас»

**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 24.07.2006. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная. Бумага офсетная № 1. Гарнитура Petersburg. Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 5,2. Зак. № 24/07 от 24.07.2006. Тираж 3000 экз. Печать ООО «Людопрест Украина», 2006. 01023 Киев, ул. Ш. Руставели, 39–41, к. 1012–1014. Тел. (044) 289–0879, 287–4280.

© «Экотехнология», 2006



## Новые электроды для сварки и наплавки алюминиевых бронз

В Институте электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины разработаны специальные покрытые электроды марки АНБА-1, предназначенные для сварки и наплавки алюминиевых бронз при изготовлении сварных и биметаллических изделий в различных отраслях промышленности (энергомашиностроении, нефтехимической, целлюлозно-бумажной и т. д.), а также при ремонте деталей из алюминиевых бронз.

Для изготовления электродных стержней используют стандартную проволоку марки БрАМц9-2 (ГОСТ 16130-90). Основу специального типа покрытия электродов составляют фториды щелочных и щелочно-земельных металлов.

Оптимальный состав покрытия обеспечивает высокие сварочно-технологические свойства процесса: устойчивое горение дуги, отсутствие разбрызгивания, мелкошуйчатое формирование наплавленного металла, легкую отделимость шлаковой корки, высокую стойкость против образования пор (рисунки). Покрытие электродов



Рисунок. Формирование наплавленного металла

### Химический состав наплавленного металла, масс. %:

Al	≥7,0
Mn	1,5–2,5
Fe	1,5–3,0
Ni	0,5–0,8
Si	Остальное

### Механические свойства наплавленного металла:

Предел текучести, МПа	>200
Временное сопротивление разрыву, МПа	>450
Относительное удлинение, %	≥20
Твердость НВ	≥150

имеет низкую гигроскопичность и высокую механическую прочность.

Сварку данными электродами выполняют на постоянном токе обратной полярности.

● #688

**В. Корчемный,**

ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

## Сварочный выпрямитель ВД-1001Э

Данным выпрямителем комплектуют автоматы для сварки под слоем флюса, а также применяют его как стационарный источник постоянного тока.

Основные преимущества ВД-1001Э:

- Высокое рабочее напряжение (до 52 В), что позволяет производить автоматическую сварку под флюсом с использованием проволоки большого диаметра — 4 и 5 мм.
- Схема выпрямления источника полностью выполнена на управляемых тиристорах, что дает возможность обеспечить минимальные пульсации выходного рабочего напряжения источника.
- В источнике реализована возможность предварительного выбора индуктивности из двух диапазонов, что позволяет реализовать оптимальные режимы сварки и получать сварные соединения высокого качества.



### Техническая характеристика:

Номинальное напряжение трехфазной питающей сети частотой 50 Гц, В	380
Потребляемая мощность, кВт·А, не более	90
Предел регулирования силы сварочного тока, А	250–1000
Напряжение холостого хода, В, не более	70
Предел регулирования рабочего напряжения, В	24–52
Номинальный режим работы, ПН %	100
Коэффициент полезного действия при номинальном режиме, %, не менее	84
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм, не более	1000×640×825
Масса, кг, не более	425

- Тиристоры выпрямителя защищены от длительных коротких замыканий.
- Наличие датчика «Холла» в силовой схеме выпрямителя позволяет убрать из комплектации трактора тяжелый шунт, что повышает удобство и надежность работы автомата при его эксплуатации.

Выпрямители ВД-1005Э аттестованы в составе автоматов АДФ-1005 на соответствие требованиям РД03-614-03 (НАКС). ● #689  
ОАО «Завод Электрик» (С.-Петербург)

## Комплекс «КОМЕТА-2М-Т» для фигурной термической резки листового проката и труб



Комплекс, состоящий из машины плазменно-кислородной резки и вращателя, позволяет выполнять фигурный раскрой листового проката, а также производить резку труб по профилям примыкания с целью дальнейшей их стыковки и сварки. При одновременном вращении трубы и возвратно-поступательном перемещении резака вдоль продольной оси трубы (координата X) возможна фигурная вырезка отверстий в стенке. Вращатель устанавливают с внешней стороны рельсового пути параллельно оси рельса. Обработку труб производят плазменным резаком, смонтированным на ведомом суппорте.

### Техническая характеристика:

Размеры обрабатываемых листов, мм	2000×6000
Размеры обрабатываемых труб, мм:	
диаметр	24–300
толщина стенки	2,8–20
длина	150–2500
Толщина разрезаемого металла, мм:	
при кислородной резке	5–40 (200)
при плазменной резке с кромки листа	0,8–36
Наибольшая скорость перемещения резаков, мм/мин	8000
Размер колеи направляющих рельсового пути, мм	2700
Применяемые газы	Технический кислород, природный газ, сжатый воздух
Потребляемая мощность, кВт, не более:	
машиной	1,5
плазменной установкой	29
Номинальный режим работы плазменной установки при силе тока 100 А, ПВ%	100
Габаритные размеры машины, мм	8360×4880×1990
	● #690
	ОАО «ЗОНТ» (Одесса)

## EUROBLECH-2006: все о листовом металле

EuroBlech — это крупнейшая в мире промышленная выставка по производству, обработке и использованию листового металла, проводимая раз в два года, начиная с 1969 г. С 1974 г. она проходит в самом большом выставочном комплексе в Европе — в Ганновере.

По предварительным данным, в выставке EuroBlech-2006, которая пройдет 24–28 октября 2006 г., будут участвовать такие гиганты, как Mittal Steel, Ostrava (Чехия), Arcelor, семь дочерних компаний германской Thyssenkrupp, иранская автомобилестроительная компания Iran Khodro, Конфедерация китайских металлообработчиков, ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» и другие крупные предприятия.

На EuroBlech-2006, куда уже подали заявки 1322 участника из 32 стран, будут представлены новейшие тенденции в производстве и обработке листового металла: инновационные формовочные технологии, новые материалы, автоматизация и робототехника, гибкие и глобальные производственные системы, применение лазеров и т. д. Будет широко представлено оборудование и комплектующие к нему, а также полный цикл обработки листового металла, новейшие машины и технологии.

Выставка организована британской компанией MackBrooks совместно с известной выставочной компанией Deutsche Messe AG.

Экспозиции предназначены для профессионалов, связанных с производством и обработкой листового металла: рабочих, инженеров, менеджеров предприятий, разработчиков оборудования. На выставке представлен широкий спектр отраслей: автомобилестроение, электротехника, строительные конструкции, точная механика, машиностроение, энергетика, цветная металлургия, производство металлопроката, судостроение, аэрокосмическая отрасль.

На EuroBlech-2004 сложился постоянный костяк фирм-участников, особенно немецких предприятий, но в последнее время стали проявлять активность компании из Центральной и Восточной Европы.

Выставка будет интересна и для крупных предприятий, и для небольших компаний. 2/3 участников EuroBlech — это малые и средние предприятия.

● #690  
ОАО «ЗОНТ» (Одесса)

● #691  
[www.prometal.com.ua](http://www.prometal.com.ua)

## Установка УДГ-3020Э для сварки на постоянном токе

Установка предназначена для ручной аргонодуговой сварки неплавящимся электродом в среде защитного газа (аргона) на постоянном токе низкоуглеродистых и нержавеющих сталей, титановых и медно-никелевых сплавов. Также может быть использована как источник питания для полуавтоматической сварки и источник тока для ручной сварки покрытыми электродами.

Функциональные возможности установки следующие:

- бесконтактное возбуждение дуги при помощи высокочастотного возбудителя;
- плавное регулирование силы сварочного тока;
- автоматическое нарастание силы сварочного тока в начале сварки и плавный спад в конце (заварка кратера) с возможностью плавного регулирования их времени;
- автоматическая продувка газового тракта до зажигания дуги и задержка отключения газа после окончания сварки с возможностью регулирования их времени;
- непрерывный и импульсные режимы, возможность регулирования силы тока импульса и паузы, а также длительности импульса и паузы;
- автоматическое плавное изменение индуктивности сварочной цепи;
- стабилизация силы тока при колебаниях напряжения сети;
- возможность дистанционного регулирования силы сварочного тока;
- наличие компактного переносного аргонодугового модуля, к которому подключается горелка, позволяющего производить качественную сварку в труднодоступных местах на значительном удалении от силового блока.

На базе установки может быть создана мультисистема: ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом, ручная дуговая сварка покрытыми электродами на постоянном токе прямой и обратной полярности, полуавтоматическая сварка в CO<sub>2</sub> (или смеси) автономным механизмом подачи проволоки или зависимым механизмом по-

### Техническая характеристика:

Напряжение трехфазной питающей сети частотой 50 Гц, В	380
Потребляемая мощность, кВт	18
Сила сварочного тока, А	315
Продолжительность нагрузки, %, при цикле 5 мин	60
Диапазон регулирования силы сварочного тока, А	5–315
Рабочее напряжение, В	18
Напряжение холостого хода, В	60
Расход хладагента, л/мин	10
Максимальный объем хладагента, л	8
Охлаждение сварочной горелки	Газ/вода
Диаметр вольфрамового электрода, мм	0,5–4,0
Климатическое исполнение и категория размещения	УХЛ4
Степень защиты	IP22
Габаритные размеры, мм:	
установки	1010×410×900
аргонодугового модуля АДМ-312	535×210×400
Масса (без комплекта принадлежностей), кг	19 515



дачи проволоки с управлением от блока управления периферийным устройством.

В комплект поставки с установкой входят: силовой блок БС-3020, аргонодуговой модуль АДМ-321, блок СС-33 принудительного охлаждения сварочной горелки, горелка ГИ-304 (на базе СР-18 «Бинцель» или Trafimet), комплект кабелей.

● #692

ОАО «Завод Электрик»  
(С.-Петербург)

## «ИСД» получил мировую премию

Корпорация «Индустриальный Союз Донбасса», единственная среди украинских финансово-промышленных групп, стала лауреатом мировой премии «Monaco Ambassadors Award». Премия была вручена на Форуме Crans Monstana, который проходил в Монако 24–25 июня 2006 г.

Премия признает «ИСД» лучшей компанией Украины в сфере металлургии, деятельность которой ориентирована на международный рынок. Корпорация «ИСД» отмечена также как наиболее социально ответственная структура, ведущая бизнес по всему миру. В сфере мирового бизнеса эта премия является наиболее престижной наградой и присуждается предприятию и его руководителю, чья работа оказывает весомое позитивное влияние на общественную и экономическую жизнь своей страны.

Корпорация «ИСД», основанная в 1995 г., является интегрированной холдинговой компанией, которая владеет либо управляет пакетами акций предприятий горно-металлургического комплекса.

● #693

www.rusmet.ru

# Механизированные установки для сварки полувагонов

В. П. Распорский, Н. М. Кононов, ОАО «Днепровагонмаш» (Днепродзержинск)

Одним из основных типов грузовых вагонов, изготавливаемых на ОАО «Днепровагонмаш», являются полувагоны мод. 13–4106 и мод. 13–4102, в производстве которых преобладающий объем сварочных работ ранее выполняли полуавтоматами типа ПДГ–508, «Варио-Стар–457». В середине 2005 г. перед техническими службами предприятия было поставлено задание увеличить объем производства полувагонов и одновременно повысить их качество за счет внедрения автоматической сварки обвязок боковых стен, хребтовых балок, боковых и торцевых стен.

На предприятии была спроектирована, изготовлена и внедрена в производство установка для автоматической сварки обвязок боковых стен из незамкнутого коробчатого профиля 7×110×140 мм. Установка (рис. 1) состоит из сварочного автомата типа А–1416 и станда для сборки обвязок. Стенд оснащен пневматическими прижимами и обеспечивает после сборки создание предварительного прогиба обвязки под сварку. Направляющие станда для перемещения сварочного автомата имитируют форму прогнутой обвязки и вместе с подпружиненной системой роликов обеспечивают точное перемещение горелки в процессе сварки. Сварку выполняют сварочной проволокой марки Св–08Г2С диаметром 1,2 мм в смеси CO<sub>2</sub>+O<sub>2</sub>.



Рис. 1. Сварка на станде для сборки обвязок

### Техническая характеристика установки для сварки обвязок:

Количество сварочных горелок, шт. ....	1
Толщина свариваемого металла, мм .....	7
Габаритные размеры установки, мм .....	15700×3400×4500
Масса, кг .....	10 600



Рис. 2. Стенд для предварительного прогиба собранных балок под сварку

Для автоматизации приварки верхней балки к хребтовой балке полувагона мод. 13–4106 была применена имеющаяся на предприятии установка со сварочным автоматом А–1563. Для нее дополнительно был спроектирован и изготовлен стенд (рис. 2), обеспечивающий предварительный прогиб собранных балок под сварку. Сварку выполняют сварочной проволокой Св–08Г2С диаметром 2 мм в смеси CO<sub>2</sub>+O<sub>2</sub> двумя электродами одновременно.

### Техническая характеристика установки для приварки верхней балки к хребтовой:

Количество сварочных горелок, шт. ....	2
Катет сварного шва, мм .....	6
Габаритные размеры установки, мм .....	16300×2900×3200
Масса, кг .....	3170

Для автоматизации сварки боковых и торцевых стен полувагонов специалисты ООО НПФ «Техвагонмаш» (Кременчуг) спроектировали механизированную линию и изготовили сборочно-сварочные стенды. Механизированная линия для сборки и сварки боковых стен полувагонов состоит из трех установок.

Две установки (рис. 3) для сборки и автоматической сварки боковых стен (правой, левой) в нормальном положении включают:

- стенд;
- портал для автоматической сварки двух продольных швов одновременно;
- портал с пневмоприжимами для автоматической сварки стоек (двух швов одновременно);
- направляющие порталов.

Установка для сборки и автоматической сварки боковых стен (правой и левой) в обратном положении (рис. 4) содержит:

- стенд;
- портал для автоматической сварки трех продольных швов одновременно;
- направляющие портала.

Механизированная линия для сварки торцевых стен полувагонов состоит из двух установок.

Установка для сборки и сварки торцевой стены в нормальном положении (рис. 5) включает:

- стенд для сборки и сварки торцевой стены в нормальном положении;
- портал с пневмоприжимами для автоматической сварки двух продольных швов одновременно;
- направляющие портала.



Рис. 3. Установка для сборки и автоматической сварки боковой стены в нормальном положении



Рис. 4. Установка для сборки и автоматической сварки боковой стены в обратном положении

**Техническая характеристика установок для сборки и автоматической сварки боковых стен:**

Механизм зажима элементов стенда.....	Пневматический
Привод перемещения портала.....	Электромеханический
Скорость сварки, м/ч .....	50–100
Маршевая скорость, м/ч .....	450
Система слежения за швом ..	Механическая
Тип сварочного полуавтомата ....	ПДГ–508
Толщина свариваемого металла, катет сварного шва, мм.....	4
<b>Габаритные размеры, мм .....</b>	
Масса, кг, для сварки:	
в нормальном положении.....	18420
в обратном положении.....	12436

**Техническая характеристика установок для сборки и автоматической сварки торцевых стен в нормальном положении:**

Механизм зажима элементов стенда.....	Пневматический
Количество цилиндров стенда, шт. ....	15
Привод перемещения портала.....	Электромеханический
Количество пневмоприжимов портала....	6
Скорость сварки, м/ч .....	12–120
Маршевая скорость, м/ч .....	450
Система слежения за швом ..	Механическая
Тип сварочного полуавтомата ....	ПДГ–508
Толщина свариваемого металла, катет сварного шва, мм.....	4
Габаритные размеры, мм..	6000×6590×2665
Масса, кг .....	8300



Рис. 5. Установка для сборки и сварки торцевой стены в нормальном положении



Рис. 6. Установка для сборки и сварки торцевой стены в обратном положении

**Техническая характеристика установок для сборки и автоматической сварки торцевых стен в обратном положении:**

Механизм зажима элементов станда . . . . .	Пневматический
Количество цилиндров станда, шт. . . . .	6
Привод перемещения портала . . . . .	Электромеханический
Количество пневмоприжимов портала . . . . .	6
Скорость сварки, м/ч . . . . .	50–100
Маршевая скорость, м/ч . . . . .	450
Система слежения за швом . . . . .	Механическая
Тип сварочного полуавтомата . . . . .	ПДГ–508
Толщина свариваемого металла, катет сварного шва, мм . . . . .	4
Габаритные размеры, мм. . . . .	6000×6590×3850
Масса, кг . . . . .	3600

Установка для сборки и сварки торцевой стены в обратном положении (рис. 6) содержит:

- стэнд;
- портал с пневмоприжимами для автоматической сварки двух продольных швов одновременно;
- направляющие портала.

Внедрение автоматической сварки в смеси  $CO_2+O_2$  проволокой марки Св–08Г2С диаметром 1,2 мм при производстве полувагонов на ОАО «Днепровагонмаш» позволило увеличить объем производства полувагонов при одновременном повышении их качества и конкурентоспособности. ● #694

**«Днепровагонмаш» осуществляет новые поставки металлургам РФ**

ОАО «Днепровагонмаш» изготавливает партию платформ модели 13–4107 для широкоформатного листового проката, выпускаемого российскими металлургами.

Как сообщили в пресс-службе предприятия, нынешние поставки продолжают трехгодичное сотрудничество между «Днепровагонмашем» и меткомбинатом из г. Выкса (Российская Федерация), по заказу которого платформа и была спроектирована.

Первая партия изделий была изготовлена в 2004 г. Платформы прошли испытания в реальных условиях эксплуатации и получили положительную оценку специалистов. Результатом стали повторные заказы в 2005–2006 гг.

Платформа модели 13–4107 ранее была сертифицирована в Российском регистре сертификации на железнодорожном транспорте РФ. В мае предприятие получило сертификат на серийное производство платформ указанной модели со сроком действия до декабря 2007 г.

Оригинальная конструкция этого специализированного транспортного средства обеспечивает решение сложной проблемы транспортировки ли-

стового проката шириной от 3080 до 4450 мм по магистральным железнодорожным путям колеи 1520 мм. Платформа оборудована поворотной площадкой, устанавливаемой в наклонное (при перевозке) и горизонтальное (при погрузке-разгрузке) положения с помощью пневматических цилиндров, т. е. транспортировка груза осуществляется под углом 52°, и широкоформатный прокат полностью вписывается в габарит подвижного состава железных дорог стран СНГ и Балтии.

Справка. «Днепровагонмаш» создан в 1926 г. на базе вагоноремонтных мастерских Днепропетровского металлургического завода. Ныне это одно из ведущих в СНГ предприятий по проектированию и изготовлению магистральных и промышленных вагонов для различных отраслей. Здесь выпускают грузовые вагоны, полувагоны, думпкары, хоперы. В активе предприятия более 150 моделей агрегатов и самая широкая в СНГ номенклатура продукции вагоностроения. Более 80% продукции поставляется на экспорт.

По последним данным, ОАО «Днепровагонмаш» уже открыло свое первое представительство в России, расположенное в Москве. Решение об открытии принято для более плодотворной реализации контактов с российскими потребителями.

[www.prometal.com.ua](http://www.prometal.com.ua)

# Повышение надежности сварных труб для магистральных трубопроводов

С. Е. Семенов, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, А. В. Шишацкий, ОАО «Харьковский трубный завод», Н. П. Солошенко, Объединение украинских трубных заводов «Укртрубопром»

*Магистральные трубопроводы относят к числу сложных технических систем, работоспособность которых определяют многие факторы. Как и в других технических системах, длительная эксплуатация магистральных трубопроводов сопровождается изнашиванием отдельных конструктивных элементов. Специфика трубопроводов состоит в неопределенности расположения изнашиваемых элементов, возможности случайных повреждений, опасности коррозионного разрушения металла.*

Украинская система магистральных трубопроводов создавалась в течение многих лет с использованием труб разного технического состояния. Надежность старых трубопроводов ставится под сомнение, в частности, в связи с недостаточными гарантиями качества труб прежнего производства и старением металла трубопроводов. Поэтому не исключается опасность возникновения аварий в старых трубопроводах при неблагоприятных условиях, что требует повышенного внимания к мониторингу их технического состояния.

Принципиальное значение имеет оценка опасности старения металла, которое в ряде исследований рассматривают как фактор ограничения долговечности трубопроводных систем. Широкий комплекс проведенных исследований образцов, вырезанных из трубопроводов с различным сроком эксплуатации, позволил сделать вывод о способности трубного металла выдерживать длительные эксплуатационные нагрузки. Таким образом, нет оснований говорить об общем ухудшении служебных свойств металла длительно эксплуатируемых трубопроводов вследствие процессов старения. Очевидно, что теория надежности длительно эксплуатируемых магистральных трубопроводов должна базироваться на концепции выявления уязвимых зон, появление которых вполне возможно на различных этапах создания и последующего функционирования трубопроводных систем.

Изучение очагов разрушения, испытания труб и трубопроводов позволило выявить основные уязвимые зоны — дефекты

различного происхождения, локальные зоны охрупчивания и зоны деформационного повреждения металла и сварных соединений.

Важно отметить, что наиболее часто разрушения происходят на особых участках трубопроводов — переходах через балки, водные преграды, транспортные пути, в местах оползней, т. е. на участках, где образуются застойные зоны и дополнительные силовые нагрузки.

Повышение надежности трубопроводов связано с мерами по предупреждению, выявлению и устранению либо снижению вредного влияния уязвимых зон на работоспособность трубного металла и сварных соединений.

Исследования, проведенные в этом направлении, выявили, в частности, возможность снижения прочности отдельных труб, сваренных высокочастотной сваркой, если не обеспечены достаточные технологические гарантии образования бездефектных сварных соединений. Высокочастотную сварку труб большого диаметра необходимо выполнять с обязательным использованием систем автоматического регулирования параметров процесса, а сварные соединения или трубы в целом с целью устранения локальной хрупкости следует подвергать термической обработке (нормализации).

Установлено, что старение металла, которое может развиваться в деформированных зонах даже при сравнительно небольших степенях холодной пластической деформации, приводит к значительному изменению свойств трубной стали. В потенциально уязвимых зонах, где наблюдаются эффекты деформационного старения, трубная сталь преобразуется в более прочный материал со снижением показателей пластичности, вязкости и сопротивления разрушению. Неблагоприятных последствий процесса деформационного старения следует ожидать в дефектных зонах, в том числе в некоторых зонах коррозионного повреждения. Более опасны проявления деформаци-



онного старения в высокопрочных трубах. Именно при исследовании таких труб, расположенных на переходе через природную балку, выявлено изменение механических свойств стали под действием эксплуатационных нагрузок.

На основании выполненных работ совместно с потребителями труб разработана концепция повышения надежности магистральных трубопроводов, предусматривающая применение труб с более высокими техническими характеристиками на сложных участках, а также труб для технологических потребностей.

Характерные требования к трубам повышенной надежности:

- высокий уровень показателей вязкости разрушения основного металла и сварного соединения, что позволяет повысить гарантии долговременной работоспособности металла с учетом последствий его деформационного старения;
- более жесткие нормативы допустимых дефектов, а также регламентирование структурных характеристик металла, в том числе прикромочных зон, что в сочетании с соответствующими методами контроля уменьшает влияние изначальных дефектов на отказы трубопроводов;
- расширение комплекса технологических требований при изготовлении металла для труб с целью повышения гарантий качества;

- нанесение антикоррозионных покрытий в заводских условиях, что обеспечивает высокую надежность пассивной защиты трубопроводов;
- высокие характеристики точности диаметра корпуса, сплошности и вязкости металла труб для технологических нужд, что позволяет существенно повысить качество и уменьшить отказы кольцевых стыков и других сварных соединений трубопроводов;
- более полное информационное обеспечение трубной продукции, что создает благоприятные условия для установления состояния металла в разные периоды эксплуатации трубопроводов.

На основании указанных подходов разрабатывают новые нормативные документы на трубы для магистральных трубопроводов.

Технологическое обеспечение производства высоконадежных сварных труб большого диаметра на заводах Украины основано на использовании современных достижений в различных отраслях промышленности. Применение высококачественной листовой и рулонной стали является непременным атрибутом производства высоконадежных труб. Принципиальная сторона технической политики в этом отношении, подкрепленная многолетними научными разработками, состоит в постоянном расширении использования чистых от вредных компонентов высоковязких мелкозернистых

сталей с пониженным содержанием углерода, что обеспечивает не только высокое сопротивление разрушению и длительную прочность, но и хорошую свариваемость и другие технологические свойства металла.

Широкое использование сталей этого типа, изготовленных с применением контролируемого проката, позволило кардинально решить проблему предотвращения хрупких и вязких разрушений магистральных газопроводов, создать успешно функционирующую многие годы разветвленную систему мощных газопроводов с давлением 7,4 МПа и более. Следует особо отметить, что повышенная чистота сталей «смягчает» последствия различного рода технологических и эксплуатационных воздействий на металл. При их применении обеспечивается длительная «живучесть» трубопроводов.

Для сварки труб разработан марочный сортament легированной сварочной проволоки, изготовление которой налажено в промышленных условиях. Широкое применение на трубных заводах Украины и России получила сварочная проволока типа Св-08(07)Г1НМА.

Стратегия дальнейшего развития трубного производства в значительной мере связана с применением особо чистой стали и керамических сварочных флюсов, что обеспечит дальнейшее улучшение эксплуатационных характеристик труб.

Выполненные работы позволили освоить производство на отечественных заводах новых видов высоконадежных, конкурентоспособных на мировом рынке сварных труб для топливно-энергетического комплекса.

За последний период на ОАО «Харьковский трубный завод» и ОАО «Новомосковский трубный завод» благодаря созданию новых и модернизации действующих трубоэлектросварочных агрегатов освоено изготовление:

- труб диаметром от 711 до 1220 мм длиной до 12 м, с одним продольным сварным швом, предназначенных для магистральных газонефтепроводов;
- прямошовных труб диаметром 508–1422 мм с толщиной стенки от 7,1 до 23,8 мм из отечественного толстолистового проката категории прочности до Х70 в соответствии с требованиями стандарта API Spec 5L и спецификаций заказчиков;
- прямошовных труб в соответствии с требованиями стандарта API Spec 2B;
- прямошовных труб с внутренним эпоксидным антикоррозионным покрытием;

- прямошовных труб диаметром 1420 мм из высокопрочной стали категории прочности Х80(К65);
  - прямошовных труб размером 1420×23,2 мм из стали категории прочности Х70 (К60) для участков магистральных газопроводов высшей категории В (КС), рассчитанных на рабочее давление 7,4 МПа;
  - прямошовных труб размером 1420×25,8 мм из стали категории прочности Х70 (К60) для магистральных газонефтепроводов, рассчитанных на рабочее давление 9,8 МПа;
  - труб диаметром 530 мм, изготавливаемых методом высокочастотной сварки. (данный типоразмер является наиболее востребованным на рынках Украины и стран СНГ для строительства газонефтепроводов и трубопроводов разного назначения).
- #695

**ОАО «Новомосковский трубный завод» в 2006 г. планирует произвести 231,2 тыс. т электросварных стальных труб, 3,5 тыс. т посуды, 1,5 тыс. т флюсов, 0,6 тыс. т фриттов.**



Как сообщили на предприятии, в 2006 г. предусмотрено отгрузить продукции более чем на 906 млн. грн. и получить чистую прибыль не менее 10 млн. грн.

В рамках программы техперевооружения и модернизации производства на рассмотрение инвестиционного комитета будет вынесен новый проект «Организация производства по нанесению трехслойного полимерного покрытия». Кроме того, до конца года предусматривается завершение ряда ранее начатых инвестпроектов. В частности, в трубоэлектросварочном цехе №2 будет организован участок неразрушающего контроля труб и заменена система теплообеспечения цеха. В трубном цехе №3 освоено производство сварных коррозионностойких труб из стали 09ГСФ. Предусмотрено продолжить работы по освоению производства труб для магистральных трубопроводов в соответствии со стандартами API, PSL-2, EN 10208-2.

Будет продолжена работа по повышению конкурентоспособности продукции на основных рынках сбыта за счет расширения сортамента, повышения качества, снижения затрат на производство.

*Справка.* ОАО «Новомосковский трубный завод» — крупнейший в юго-восточной части Европы производитель стальных электросварных труб. Предприятие производит стальные электросварные трубы диаметром 1020 (1016) мм для магистральных нефтегазопроводов, электросварные трубы диаметром от 152 до 530 мм, сварочные флюсы, эмалевые фритты, эмалированную и оцинкованную посуду. В 2005 г. завод сократил производство труб на 15% по сравнению с 2004 г. — до 178,9 тыс. т. При этом предприятие закончило год с чистой прибылью 7,356 млн. грн.

[www.ugmk.info](http://www.ugmk.info)

# О необходимости разработки новых норм на эксплуатацию и ремонт стальных резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов

Ю. П. Барвинко, А. Ю. Барвинко, кандидаты техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, С. И. Мороз, фирма ИООО «Бикор» (Гомель)

*Интенсивное строительство резервуарных парков для хранения нефти и нефтепродуктов в Республике Беларусь началось в 1970-х гг. и было связано с приходом большой сибирской нефти. В кратчайшие сроки была создана нефтеперерабатывающая промышленность и мощная система магистральных нефтепроводов. К настоящему времени большинство стальных цилиндрических резервуаров имеют срок эксплуатации 25–30 лет и требуют капитального ремонта. Практика показывает, что наиболее оптимально для таких резервуаров восстановление полной их работоспособности с гарантированным сроком службы не менее 20 лет.*

Восстановление фактически первоначальной (проектной) работоспособности резервуаров требует существенного повышения качества ремонтных работ, применения новых конструктивных решений, материалов, технологий и способов сварки. После ремонта резервуар должен отвечать требованиям действующих нормативных документов. В Республике Беларусь в соответствии с Правилами технической эксплуатации складов нефти и нефтепродуктов ремонт и приемка резервуаров должны осуществляться согласно требованиям Правил технической эксплуатации резервуаров и инструкции по их ремонту. Вместе с тем на нефтеперерабатывающих заводах действует свой документ (ИТН–93), который имеет ряд принципиальных отличий.

Анализ Правил технической эксплуатации резервуаров и инструкции по их ремонту (далее — Правила) показывает, что они ориентированы в большей степени на резервуары вместимостью до 10 тыс. м<sup>3</sup>. В Правилах приведена таблица со значениями предельных минимальных толщин стенки по поясам для РВС вместимостью 100–20000 м<sup>3</sup> и утверждается, что если фактическая толщина листов стенки больше приведенных, то уровень налива сохраняется проектный. При этом упущено, что коль-

цевые напряжения, рассчитанные с учетом фактической толщины стенки, превышают проектные значения. Кроме того, при толщине верхних поясов, соответствующей приведенной в таблице, не обеспечивается устойчивость стенки. В отличие от Правил в нормативе листы стенки, подлежащие замене, определяют для каждого пояса по приведенной формуле с учетом способа контроля вертикальных швов, вида соединения и других факторов. По результатам расчета назначают новый уровень налива продукта или заменяют отбракованные листы.

Усложняют ремонт стенки и не совсем обоснованные требования о недопустимости расположения вертикального шва в первом поясе стенки между приемо-раздаточными патрубками, а также о необходимости смещения по поясам вертикальных стыков на 500 мм. Отметим, что в действующих нормах России требования о расположении шва между патрубками нет, а величина смещения допускается 200 мм и более.

Существенным недостатком рассматриваемых норм является отсутствие указаний о необходимости для каждого капитального ремонта резервуаров разрабатывать проекты КМ и ППР. Приведенные в Правилах карты примерных исправлений дефектов во многом явно устарели. Уже освоен подъем резервуаров без приварки к стенке жестких балок, новые резервуары проектируют без нахлесточных соединений. Часто предлагаемые решения не учитывают усадки сварных швов, что на практике неизбежно приводит к образованию на стенке недопустимых вмятин.

В картах не рассмотрены вопросы вваривания в стенку вставок в условиях жесткого контура, применения укрупненных вставок и ряд других новых решений. В условиях проведения тендеров на ремонт и повышение требований заказчика к качеству ремон-

та отсутствие нормативных документов, позволяющих получать резервуар после ремонта с работоспособностью, близкой к проектной, не должно быть тормозом при применении новых технологий. В проектах КМ все чаще появляются разрешающие ссылки на новые нормы России, хотя они официально в Республике Беларусь не действуют. В отдельных случаях заказчик сам понимает, что для получения хорошего результата необходимо применять новые решения с отступлением от действующих Правил.

Постоянную потребность в улучшении действующих правил испытывает и фирма ИООО «Бикор» (Гомель). Все ремонты монтажники фирмы выполняют по индивидуальным проектам КМ и ППР. Фирма успешно освоила на резервуарных парках Республики Беларусь полную замену укрупненными блоками в одну линию отбракovaných вертикальных монтажных стыков стенки. При этом в проектах ППР особое внимание уделяют технологии вваривания вставок в стенку резервуара в условиях жесткого контура. Учитывая, что вертикальные швы выполняют первыми, теоретически определяют величину поперечной усадки вертикальных швов и с ее учетом назначают стрелку предварительного выгиба вставки. В более сложных условиях выполняют горизонтальные швы. После выполнения вертикальных швов вставка жестко соединяется с массивом стенки и предварительный выгиб вставки для них становится невозможным. Между тем, если продольная усадка вертикальных швов направлена вдоль образующих, т. е. в плоскости максимальной жесткости оболочки, то в горизонтальных швах она имеет тангенциальное направление (касательное к оболочке). Компенсация таких усадок легко происходит за счет перехода прилегающих областей стенки на мень-

ший радиус с образованием недопустимых вмятин. Такое неизбежное явление должно учитываться в новых нормах. Укрупненные вставки позволяют в несколько раз уменьшить количество горизонтальных швов, выполняемых непосредственно на стенке. Оставшиеся швы можно выполнять с эффективным использованием существующих или дополнительно устанавливаемых колец жесткости. В конечном итоге применяемая технология позволяет получать требуемую геометрическую форму стенки без образования вмятин. Наличие совмещенных в 2–3 поясах в одну линию вертикальных двухсторонних стыковых швов, при 100% радиографическом контроле, не может ставить под сомнение их работоспособность при сравнении со всеми имеющимися на стенке заводскими швами, совмещенными в одну линию по всей высоте резервуара.

Выполненные в ИЭС им. Е. О. Патона исследования показали, что к стенке резервуаров предпочтительно вваривать отдельные вставки по специальной технологии не с закругленными углами, а с прямыми. Такие вставки технологичнее при выполнении. После их вваривания в прилегающих областях стенки продольные сварочные напряжения действуют в вертикальном и горизонтальном направлениях, что исключает появление вмятин. При закруглениях углы после сварки оказываются в углублениях типа «лунки».

Перечень примеров потребности в разработке новых норм на ремонт резервуаров можно продолжить. Предприятия, на которых эксплуатируют резервуарные парки и которые заняты их ремонтом, надеются, что необходимость обновления нормативной базы на ремонт и эксплуатацию резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов будет решена в ближайшее время. ● #696

В этом году журнал «Сварщик» расширил информационное пространство для специалистов сварочного производства — вышел первый номер журнала «Сварщик» в России».

Новое издание даст возможность российским читателям получить информацию о сварочном производстве Украины, России, Белоруссии, а также обмениваться знаниями и опытом, знакомиться с новостями отечественной и зарубежной техники. Успех издания журнала «Сварщик» в Белоруссии», который существует уже 3 года, свидетельствует о том, что и в России «Сварщик» будет полезным и приобретет популярность.

Мы уверены, что наши журналы «Сварщик», «Сварщик» в России» и «Сварщик» в Белоруссии» объединят усилия украинских, белорусских и российских профессионалов и приумножат достижения наших стран в области сварочного производства.

Справочная информация о журнале «Сварщик» в России»:

Москва, Кузнецкий мост, д. 21/5, офис 687. Тел.: 626 0905, 6260347. E-mail: welder.ctt@inbox.ru.



# Применение газа МАФ для сварки и резки металлов

М. М. Лилько, АО «Эффект» (Одесса)

В последние годы в Украине для газокислородной сварки и резки металлов начали применять газ МАФ (метилацетилен-алленовая фракция), относящийся к группе сжиженных газов. МАФ выпускают по ТУ 38.102.1267–89. Марка А — для газопламенной обработки, марка Б — для органического синтеза. Основными горючими компонентами, определяющими свойства газа МАФ, являются метилацетилен и аллен. Их содержание в смеси составляет 70–75%, остальные 25% — пропан и пропилен. По пожарным и взрывоопасным свойствам он аналогичен пропану.

В 1970-х гг. в США применяли аналогичный газ МАПП (метилацетилен, пропадиен). Свойства газов МАФ и МАПП очень близки.

Как видно из табл. 1, теоретические температуры горения ацетилена (3087 °С) и МАФ (2927 °С) близки между собой. Теплопередачу от пламени на металл характеризует термический (пирометрический) КПД, равный отношению разности между температурой пламени и температурой плавления металла, отнесенной к температуре пламени.

Температурный КПД  $\eta$  характеризует относительную скорость расплавления металла при сварке и пайке при одном и том же количестве металла и одинаковой тепловой мощности пламени горелки. У ацетилена и МАФ КПД практически одинаковые. Отсюда коэффициент замены ацетилена на МАФ:

$$\frac{Q_{н.ацет} \eta_{ацет}}{Q_{н.МАФ} \eta_{МАФ}} = 12600 \cdot 0,56 / 21200 \cdot 0,54 = 0,62.$$

Коэффициент замены пропан-бутана на МАФ:

$$\frac{Q_{н.проп} \eta_{проп}}{Q_{н.МАФ} \eta_{МАФ}} = 22160 \cdot 0,46 / 21200 \cdot 0,54 = 0,89.$$

Характерным показателем процесса горения является количество кислорода, которое необходимо подавать в резак (горелку). Для ацетилена и МАФ количество подогревающего кислорода, подаваемое в резак (горелку) на 10000 ккал, примерно одинаковое: соответственно 0,95 и 1,04 м<sup>3</sup>. Для пропана — 1,68 м<sup>3</sup>. Таким образом, при замене пропан-бутана на МАФ расход подогревающего кислорода уменьшается в 1,6 раза. При сжигании 1 м<sup>3</sup> МАФ экономится 1,3 м<sup>3</sup> подогревающего кислорода по сравнению с работой на пропан-бутане. Газы склонны к взрывному самораспаду, поэтому для получения устойчивого процесса горения необходимо обеспечить хорошее перемешивание горючего газа и подогревающего кислорода, подаваемого в резак (горелку). При плохом смешивании кислорода и газа пламя коптит и имеет вид «метелки». Газ МАФ имеет свои особенности, поэтому для его применения необходима доработка оборудования.

В АО «Эффект» была доработана конструкция ацетиленовой горелки «Эффект-ГК» для использования газа МАФ: изменено соотношение размеров инжектора, смесительной камеры и наконечника (горелка внутрисоплового смешивания, патент № 5442).

Испытания проводили на испытательном стенде АО «Эффект» (рис. 1). Кислород и газ МАФ из баллонов подводятся к стенду через ротаметр 4 кислорода и ротаметр 5 горючего газа установленными последовательно с ними редукторами 3 и 6 соответственно кислорода и горючего газа. Давление перед горелкой измеряли образ-

Таблица 1. Характеристика сжиженных газов для газопламенной обработки металла

Газ	Q <sub>н</sub>	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Предельная температура пламени, °С, в смеси		Температурный КПД относительно		Отношение кислорода к горючему газу при нормальном пламени	
			с кислородом	с воздухом	стали	меди	м <sup>3</sup> /м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup> /1000 ккал
Ацетилен	12600	1,170	3087	2325	0,56	0,65	1,15	0,95
Пропан	22160	2,01	~2500	1925	0,46	0,57	3,5	1,68
Бутан	27800	2,46	~2400	—	0,44	0,55	3,5	1,26
МАПП	20800	1,78	2800–2900	—	0,52	0,62	—	—
МАФ	21200	1,70	2927	2165	0,63	0,63	~2,2	1,04

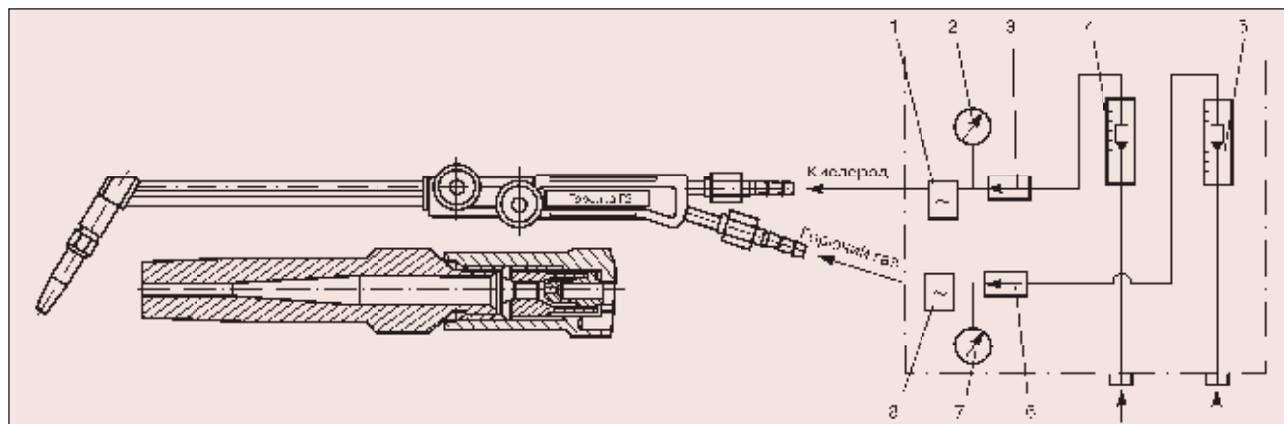


Рис. 1. Схема испытания газовой горелки на стенде АО «Эффект»

цовыми манометрами 2 и 7. При испытаниях вентили на горелке были полностью открыты, газ поджигали от постоянно горящего запальника. Для подачи газа и кислорода предназначены электромагнитные клапаны 1 и 8. Давление газа МАФ перед горелкой на всех номерах наконечников составляло 0,012–0,015 МПа, а кислорода 0,12–0,15 МПа.

При зажигании и тушении горелки хлопков и затяжек пламени не обнаружено. Устойчивость горения пламени проверяли путем размахивания горелкой и закрывания наконечника деревянной планкой шириной 50 мм и толщиной 15 мм из мягких сортов дерева. Температура нагрева наконечника при свободном горении пламени не более 40 °С, что позволяет держать его рукой. Техническая характеристика горелок приведена в табл. 2.

Номер наконечников для МАФ увеличен по сравнению с аналогичными наконечниками для ацетилена. Специфика сжигания газов, склонных к взрывному распаду, таких как ацетилен и МАФ, состоит в том, что давление газокислородной смеси в мундштуке перед истечением из сопла находится в пределах 0,025 МПа. Этим объясняется возможность поддержания низкого давления газа МАФ перед горелкой — 0,012–0,015 МПа, остальное давление смеси создается инъекцией в горелке, что обеспечивает хорошее смешивание газа МАФ и подогревающего кислорода и создание жесткого факела при минимальном расходе кислорода, подаваемого в горелку.

Теоретический выход ацетилена из 2 кг карбида кальция сорта А (фракция 50×80 мм) в промышленных генераторах составляет 0,3 м<sup>3</sup>. Таким образом, для получения 1 м<sup>3</sup> ацетилена необходимо затратить 3,4 кг карбида кальция. Для замены 1 м<sup>3</sup> ацетилена необходимо 0,62 м<sup>3</sup> газа МАФ,

или 1,06 кг (плотность 1,7 кг/м<sup>3</sup>). Таким образом, 1 кг газа МАФ заменяет 3,2 кг карбида кальция. На практике один баллон газа МАФ массой 21,2 кг заменяет четыре баллона ацетилена (емкость баллона ацетилена 5,5–6,0 м<sup>3</sup>).

При газокислородной резке металла совмещаются два процесса: нагрев металла до температуры воспламенения 1050 °С и сжигание нагретого металла в струе чистого кислорода. Соответственно резак состоит из двух элементов: горелки и кислородного копия, объединенных воедино, но работающих по своим законам, характерным для каждого процесса.

Теплопередача металлу и нагрев его до температуры плавления в начале процесса резки осуществляются по тем же законам, что и при сварке. Известно, что при переходе с ацетилена на природный газ или пропан-бутан время нагрева металла при врезании в лист с кромки либо при пробивке отверстия в листе возрастает на 30%. При использовании газа МАФ это время уменьшается:

Толщина металла, мм	Время нагрева, с
5–15	5–10
16–30	10–15
31–60	15–25
61–100	25–35

При нагреве металла высокотемпературным МАФ-кислородным пламенем появляется возможность врезания в лист «с хода»

Таблица 2. Техническая характеристика горелок для газа МАФ

Показатель	Наконечник				
	1М	2М	3М	4М	5М
Толщина свариваемого металла, мм	0,5–1,0	1,0–1,5	1,5–3,0	3,0–5,0	5,0–9,0
Расход, л/ч:					
горючего газа	15–35	35–75	75–150	150–250	250–450
кислорода	35–75	75–160	160–330	330–550	550–1000

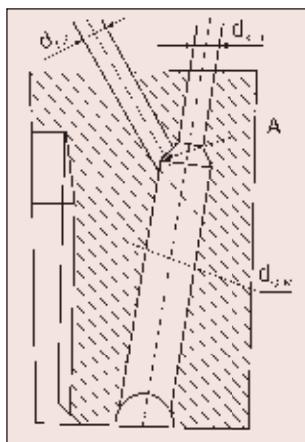


Рис. 2. Расположение газовых каналов в инжекторе

без остановки на нагрев кромки листа и переход без остановки через встречныерезы:

Толщина металла, мм	Скорость резки, мм/мин
5	180–200
8	150–180
10	130–170
14	130–150
18	50–70
20	30–50
25	менее 30

Использование пропан-бутана не позволяет выполнять резку с такой скоростью. Испытания на НПО «Кислородмаш» подтвердили эти результаты.

При замене пропан-бутана на газ МАФ на каждом 1 м<sup>3</sup> сжигаемого газа экономится 1,3 м<sup>3</sup> кислорода (см. табл. 1). Расход горючего газа практически не зависит от толщины разрезаемого металла, так как основное количество теплоты, необходимое для резки, выделяется за счет горения металла в среде кислорода. При толщине металла 10 мм с подогревающим пламенем вводится до 90% необходимой теплоты, а при толщине металла 100 мм — только 10%.

Применение высокотемпературных энергоносителей особенно эффективно при механизированной многорезаковой вырезке мелких деталей типа фланцев, а также больших карт раскроя, когда необходимо многократное пробивание отверстий в листе, в том числе и при наличии термических перемычек. В этом случае резко сокращается время на прогрев листа перед началом резки. Увеличение тепловой мощности резаков приводит к ухудшению качества реза (оплавление верхней кромки, образование неотделяемого грата), поэтому оно нецелесообразно.

Для использования газа МАФ необходимо заменить гильзу с маркировкой П на специальную гильзу с маркировкой М. Хорошее перемешивание газа МАФ и подогревающего кислорода, которое необходимо для устойчивого и экономичного горения подогревающего пламени, обеспечивает конструкция смесительной камеры резаков «Эффект», где расположено от трех до пяти параллельно работающих микроинжекторных узлов, построенных по классической схеме.

В инжекторе горючий газ по каналу  $d_{г,г}$  должен попадать в точку А (рис. 2). При смещении его в сторону канала  $d_{к,п}$  возможен обратный удар, а в сторону канала

$d_{с,м}$  — срыв инжекции. Расположение каналов  $d_{г,г}$  и  $d_{к,п}$  должно обеспечивать параллельное истечение газов для уменьшения потерь энергии. Положение каналов  $d_{г,г}$ ,  $d_{к,п}$  и  $d_{с,м}$  строго определено в зависимости от вида применяемого газа для получения максимального КПД процесса и максимальной инжекции.

Преимущества применения газа МАФ вместо пропан-бутана при резке металла заключается в следующем. Согласно ДСТУ 4047–2001 в баллон заправляют пропан-бутан марки «СПБГ». Объемная доля жидкого остатка при температуре 20 °С не должна быть более 1,6%. В баллоне содержится 21,2 кг пропан-бутана. При плотности 2,0 кг/м<sup>3</sup> из одного баллона можно получить 10,4 м<sup>3</sup> газообразного пропан-бутана (жидкий остаток не учтен). В реальных условиях величина жидкого остатка в баллоне пропан-бутана может достигать 20%. В этом случае выход жидкого пропан-бутана составит 17 кг, при газификации которого получится 8,5 м<sup>3</sup> пропан-бутана плотностью 2 кг/м<sup>3</sup>. Для замены 1 м<sup>3</sup> пропан-бутана необходимо 0,89 м<sup>3</sup> газа МАФ с плотностью 1,7 кг/м<sup>3</sup>, соответственно для замены одного баллона пропан-бутана массой 21,2 кг с остатком газа 20% необходимо 7,6 м<sup>3</sup> газа МАФ массой 13,0 кг, что составляет 0,6 баллона газа МАФ. Таким образом, один баллон газа МАФ массой 21,2 кг может заменить 1,7 баллона пропан-бутана с жидким остатком 20%.

При сжигании 1 м<sup>3</sup> пропан-бутана в резак необходимо подавать 3,5 м<sup>3</sup> подогревающего кислорода, а при сжигании 1 м<sup>3</sup> газа МАФ — 2,2 м<sup>3</sup>. Это дает экономию в размере 18 м<sup>3</sup> подогревающего кислорода на каждый баллон газа МАФ. На практике один баллон газа МАФ заменяет два баллона пропан-бутана, а экономия кислорода при этом составляет 22 м<sup>3</sup>. При работе в зимнее время нет необходимости в обогреве баллонов с газом МАФ, полное испарение газа происходит при температуре не ниже минус 27 °С.

Согласно ТУ 38.1021267–89 предоставляемые изготовителю газа МАФ пустые баллоны для заправки должны иметь остаточное давление не менее 0,05 МПа независимо от времени года.

АО «Эффект» изготавливает горелки, а также ручные и машинные резаки для выполнения всех видов газосварочных и газорезающих работ с использованием газа МАФ, а также ацетилен, пропан-бутана, природного газа, коксового газа и керосина. ● #697



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) 495 2616. На Ваши вопросы ответит кандидат технических наук, Международный инженер-сварщик (IWE) Юрий Владимирович ДЕМЧЕНКО.

**Расскажите, пожалуйста, о методе очистки поверхностей материалов от загрязнений с помощью «сухого» льда.**

*С. Карпенко (Полтава)*

«Сухой» лед — это твердая форма углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ), который не имеет запаха, вкуса и цвета, не проводит электрический ток и не воспламеняется. Температура «сухого» льда составляет минус  $78,33^\circ\text{C}$ . Термознергия, имеющаяся во льде, может быть использована для очистки поверхностей так же, как и кинетическая энергия частиц «сухого» льда.

При соударении гранул «сухого» льда с поверхностью происходит их сублимация (испарение) за счет быстрого теплообмена между гранулами и поверхностью. По объему углекислый газ превосходит «сухой» лед примерно в 800 раз, поэтому сублимация за несколько миллисекунд вызывает микровзрыв в зоне воздействия, создавая обильный «микроснеговой», который фактически смывает загрязнение с поверхности, поднимая его изнутри. Так как  $\text{CO}_2$  испаряется, то отходами в процессе очистки является только вещество, удаляемое с очищаемой поверхности. Разница температур очищаемой поверхности и «сухого» льда создает эффект термического «шока»: при охлаждении поверхности между ней и загрязнением образуется воздушная прослойка, которая способствует процессу очистки. Эффективность очистки нагретых поверхностей выше, так как во время очистки накладывается эффект взрыва льдинок при температуре выше  $100^\circ\text{C}$  и превращения их в пар.

Когда гранулы «сухого» льда ударяются о поверхность, они сжимаются, а затем взрываются.

В отличие от паровой или водяной очистки, очистка «сухим» льдом не повреждает электропроводку, электропанели и переключатели. Возможность образования ржавчины после очистки многократно снижается.

Замена очистки токсичными материалами на очистку «сухим» льдом позволяет снизить вероятность травматизма персонала в результате использования химикатов. Поскольку  $\text{CO}_2$  тяжелее воздуха, необходимо предусматривать вентиляцию закрытых помещений на уровне пола.

Для очистки наиболее подходящими являются гранулы «сухого» льда диаметром 1,7 и 3 мм. При этом гранулы диаметром 1,7 мм применяют в основном для очистки нетвердых, сверхчувствительных поверхностей, а также для проведения эксклюзивных работ.

Струей гранул «сухого» льда можно очищать практически любые поверхности в зависимости от степени их загрязнения и адгезии загрязняющего материала. Так как очистка гранулированным «сухим» льдом имеет неабразивный характер, при очистке не нарушается геометрия изделий, не создается шероховатости металла и не повреждаются полировка поверхности или металлизированные покрытия. Очистку изделий и узлов осуществляют без их демонтажа при рабочей температуре эксплуатации.

Данный процесс наиболее эффективен для удаления с поверхности грязи, масла, бензина, смол, асбеста, токсичных остатков, сажи, нагара, клеев, пропиточных составов, загрязнений печатных плат, радиоактивных загрязнений, краски, сварочных шлаков, водорослей и морских моллюсков (с корпусов судов). Этот метод можно широко использовать и в сварочном производстве для предварительной подготовки деталей к сварке, так как с его помощью удаляются сухие, влажные и жировые загрязнения и он не способствует развитию коррозии очищенных поверхностей.

Наиболее освоена очистка «сухим» льдом в автомобилестроении, машино- и приборостроении, судостроении, атомной, химической, нефтяной, газовой, горной, пищевой промышленности, энергетике, строительстве, транспорте, городском коммунальном хозяй-

Таблица. Характеристика ряда наиболее распространенных методов очистки

Метод очистки	Вторичные отходы	Абразивность	Токсичность	Электропроводимость	Эффективность
Струя «сухого» льда	Нет	Нет	Нет	Нет	Отлично
Струя песка	Имеются	Имеется	Нет*	Нет	Хорошо
Струя стеклянного бисера	Имеются	Имеется	Нет*	Нет	Хорошо
Струя ореховой скорлупы	Имеются	Имеется	Нет*	Нет	Ограниченная
Струя пара	Нет	Нет	Нет	Имеется	Плохо
Мойка в растворителях	Имеются	Нет	Имеется	Имеется	Ограниченная

\* Каждый из струйных материалов, соприкасаясь с загрязненной токсичной поверхностью, сам превращается в токсичные отходы.

стве (насосы, памятники, мосты, резервуары, трубопроводы, рабочие колеса турбин и др.).

Установки для струйной очистки «сухим» льдом подразделяют на пневматические и электропневматические.

Пневматические установки имеют пневмомеханизмы подачи гранул. Преимущество такого оборудования заключено в возможности потреблять сжатый воздух из общей пневмосети (с давлением 0,5–0,6 МПа) заводов и станций технического обслуживания. Производительность при очистке может быть увеличена в 1,5–2 раза при повышении давления воздуха в магистральном цеховом воздухопроводе до 0,7–1 МПа с расходом 3 м<sup>3</sup>/мин. К недостаткам следует отнести влияние состава и влажности сжатого воздуха на работу установки. Оборудование идеально подходит для очистки небольших поверхностей.

Электропневматические установки менее чувствительны к влажности и составу воздуха и почти не создают ледоставов. Поэтому они могут быть использованы в авто-

матизированных линиях при круглосуточном режиме работы. Помимо этого, оборудование при очистке не создает вибраций, что обеспечивает более устойчивый процесс, при этом максимально эффективно используются гранулы.

Одно из главных достоинств, характерное для обоих типов установок, — ровная, бесперебойная подача гранул.

«Сухой» лед не гладкий и не скользкий, как водяной, и не распыляется легко, как песок или стеклянные гранулы. Поэтому установки имеют разные типы шнековых, мотыльковых и других дозаторов для подачи гранул. Чем хуже качество гранул «сухого» льда (наrost водяного льда, большой процент остатков жидкой СО<sub>2</sub> или снега СО<sub>2</sub>), тем труднее пропускать их через систему. «Сухой» лед — очень холодное вещество, он конденсирует воду из окружающего воздуха, поэтому установки должны быть устойчивы к постоянным размораживаниям и накоплению влаги.

Установки просты в использовании, для их обслуживания не требуется специально подготовленного персонала. До начала работы персонал должен быть ознакомлен с основными узлами установки. Необходимо проведение общего инструктажа по обслуживанию и технике безопасности.

При работе с установками необходимо использовать шумозащитные наушники или беруши, термоизолирующие перчатки и прозрачную маску или очки.

В таблице приведены сравнительные данные очистки «сухим» льдом и некоторых традиционных методов очистки.

Метод очистки с помощью гранул «сухого» льда полностью отвечает мировым стандартам по безопасности и соответствует самым высоким экологическим и санитарным требованиям. Его широко используют в промышленности Западной Европы и США уже более 10 лет.

● #698

На вопрос отвечал д-р техн. наук А. А. Кайдалов

## Углекислота извлекает уран



Растворить отработанные стержни атомных реакторов и извлечь из них уран, плутоний и другие ценные вещества можно, оказываясь, практически без ущерба для окружающей среды. В этом уверены академик Борис Мясоедов и его коллеги — сотрудники Института геохимии и аналитической химии им. Вернадского РАН. Способ, который они разрабатывают, основан на применении сверхкритического углекислого газа с особыми добавками.

Становящийся при определенных условиях (давлении и температуре) чем-то средним между жидкостью и газом, так называемым сверхкритическим флюидом, углекислый газ становится почти универсальным растворителем для самых разнообразных соединений. Проблема в том, что этот растворитель растворяет почти все подряд. Но вот растворять не все сразу, а последовательно — «вытягивать» с помощью сверхкритического СО<sub>2</sub> сначала одни компоненты, потом другие — это проблема. Чтобы заставить такой растворитель работать селективно, ученые применили различные лабораторные методы. Впрочем, химические подробности авторы разглашать не склонны. Важно другое: благодаря их работе выделить из отработанного ядерного топлива уран, плутоний и другие радионуклиды можно щадящим для окружающей среды способом, причем процесс этот будет не столь уж дорог и экзотичен.

[www.chemworld.narod.ru](http://www.chemworld.narod.ru)

# У МІЖНАРОДНИЙ ПРОМИСЛОВИЙ ФОРУМ – 2006

МІЖНАРОДНІ СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ВИСТАВКИ ТА КОНФЕРЕНЦІЇ



**МЕТАЛО-ОБРОБКА**

МЕТАЛОБРОБНІ ТЕХНОЛОГІЇ  
ОБЛАДНАННЯ



**БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА**

ЗАСОБИ ЗАХИСТУ  
БЕЗПЕКА РОБОЧИХ ЗОН



**УКРВТОР ТЕХ**

КОМЕРЦІЙНІ ТЕХНІКА  
ОБЛАДНАННЯ



**ГІДРАВЛІКА ПНЕВМАТИКА**



**ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНЕ СКЛАДСЬКЕ ОБЛАДНАННЯ**



**УКРМАШ ТЕХ**

ПРОМИСЛОВІ ТЕХНОЛОГІЇ,  
ОБЛАДНАННЯ



**УКРЗВАРЮВАННЯ**

ТЕХНОЛОГІЇ, ОБЛАДНАННЯ, МАТЕРІАЛИ



**СУБКОНТРАКТИ**

РОЗШИРЕННЯ ЗАМОВЛЕНЬ ПО КООПЕРАЦІЇ



**УКРИПЛАСТ ТЕХ**

ОБЛАДНАННЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ  
ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА І  
ПЕРЕРОБКИ ПЛАСТИКА



**ЗРАЗКИ, СТАНДАРТИ ЕТАЛОНИ, ПРИЛАДИ**

КОНТРОЛЬ ЯКОСТІ, ПЕРИМІРИ  
ЛАБОРАТОРНЕ ТА ВИТРОБОВЕ ЧИННЕ  
ОБЛАДНАННЯ, МЕТОДОЛІЯ СЕРТИФІКАЦІЇ

Генеральні інформаційні спонсори:



**ufi**  
Approved Event



**28 - 1**

**ОРГАНІЗАТОРИ:**  
Міністерство промислової політики України  
ЗАТ "Міжнародний виставковий центр"  
Українська Національна Компанія  
"Укрверстатойнструмент"

**листопада грудня  
2006 р.**



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

**МІЖНАРОДНИЙ  
ВИСТАВКОВИЙ ЦЕНТР**  
Україна, Київ, Броварський пр-т, 15  
М "Лівобережна"

Інформаційна підтримка:



# Выбор защитного газа для гибридного процесса лазерно-дуговой сварки

Н. М. Воропай, д-р техн. наук, В. М. Илюшенко, В. Ю. Хаскин, кандидаты техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

Гибридный процесс лазерно-дуговой сварки предусматривает совместное введение теплоты от сфокусированного пучка лазерного излучения и дополнительной электрической дуги с неплавящимся или плавящимся электродом. Преимущества гибридного процесса заключаются в возможности частичной замены дорогостоящей лазерной энергии дуговым разрядом. При этом достигается глубокое проплавление основного металла и уменьшаются материальные затраты на лазерное оборудование. В случае одновременного воздействия на свариваемый металл обоих источников нагрева лазерное излучение стабилизирует горение электрической дуги и способствует погружению ее в парогазовый канал.

При лазерно-дуговой сварке возможны три варианта защиты расплавленного металла сварочной ванны от влияния воздуха: газовая, флюсовая и газофлюсовая. Наибольшее распространение получила газовая защита, при которой газ через специальное сопло попадает в зону сварки.

Одна из конструкций защитного сопла для лазерной сварки представляет собой медную трубку, конец которой скошен на  $30\text{--}40^\circ$  (рис. 1, а). По образующей на поверхности среза просверлено отверстие для лазерного луча. Вторая конструкция устройства выполнена в виде конического сопла с коаксиальной подачей защитного газа (рис. 1, б). Диаметр выходного отверстия на срезе сопла здесь равен 3–5 мм. При сварке стыковых соединений со сквозным проплавлением применяют специальные меры защиты корня шва. Для этого служит подкладка, отступающая от поверхности свариваемого металла на 2–3 мм. Защитный газ подают в зону сварки через отверстия в подкладке диаметром до 1 мм.

Роль защитного газа сводится к устранению экранирующего действия среды на лазерное излучение, предотвращению окисления и азотирования расплавленного металла, оттеснению воздуха и паров металла в сторону от оси лазерного луча. Составляющими гибридного процесса лазерно-дуговой сварки (рис. 2) являются лазерное излучение, дуга с неплавящимся вольфрамовым электродом или электродной проволокой, а также защитная среда. В качестве защитной среды при гибридной сварке используют инертные и активные газы (табл. 1). Вследствие неодинаковых физических свойств приведенные газы оказывают существенное влияние на проплавление основного металла и надежность защиты сварочной ванны от влияния воздуха. Например, гелий с высокими потенциалом ионизации и теплопроводностью обеспечивает наибольшую глубину проплавления (рис. 3). В то же время плотность гелия примерно в 10 раз мень-

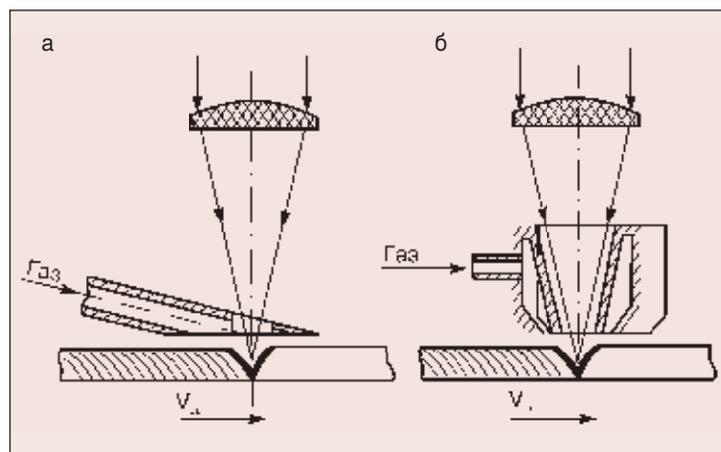


Рис. 1. Схема лазерной сварки: а — с медной трубкой; б — с коническим соплом

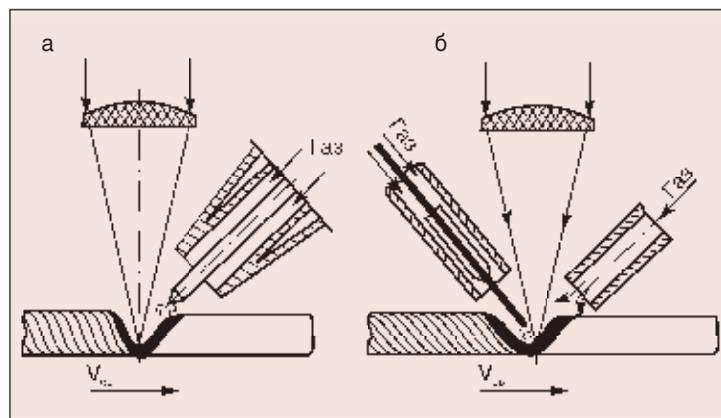


Рис. 2. Схема лазерно-дуговой сварки: а — с неплавящимся электродом; б — с плавящимся электродом

Таблица 1. Защитные газы для лазерно-дуговой сварки

Газ	Потенциал ионизации, эВ	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Глубина проплавления, мм
Аргон	15,7	1,78	1,0
Гелий	24,5	0,178	6,1
Смесь 50% Ar+50% He	—	0,95	6,0
Углекислый газ	13,2	1,98	5,1
Смесь 82% Ar+18% CO <sub>2</sub>	—	1,89	5,1
Азот	14,5	1,25	4,9

Примечание. Мощность лазера 2,5 кВт,  $I_{св}=200$  А;  $U_{д}=22$  В; диаметр электродной проволоки 1,2 мм;  $V_{св}=60$  м/ч.

Таблица 2. Режимы дуговой и лазерно-дуговой сварки в смеси 82% Ar+18% CO<sub>2</sub>

Толщина металла, мм	Способ сварки	$I_{св}$ , А	$U_{д}$ , В	$V_{св}$ , м/ч	Диаметр электродной проволоки, мм	Мощность лазера, кВт
3	Дуговой	200	22	20	1,2	—
3	Лазерно-дуговой	150	20	60	1,2	2,0
6	Дуговой	300	26	20	1,2	—
6	Лазерно-дуговой	250	22	60	1,2	2,5

ше плотности аргона и углекислого газа. В связи с этим следует увеличивать расход гелия. Аргон же как защитный газ мало пригоден для гибридной сварки сталей из-за экранирования лазерного луча. Однако он обеспечивает хорошие технологические свойства при гибридной сварке алюминиевых сплавов. Добавки аргона в гелий снижают расход относительно дорогого гелия. Среди инертных газов для сварки неплавящимся электродом практический интерес представляет смесь 50% Ar+50% He.

Учитывая стоимость защитного газа, при гибридной сварке сталей целесообразно использовать углекислый газ. Однако последний снижает ударную вязкость металла шва при отрицательных температурах. В опытах по лазерно-дуговой сварке сталей положительные результаты получены при применении в качестве защитного газа смеси 82% Ar+18% CO<sub>2</sub>. В сравнении с чистым аргоном такая смесь полностью устраняет эффект экранирования лазерного луча. Глубина проплавления основного металла при этом приближается к глубине проплавления при гибридной сварке в углекислом газе (см. рис. 3). Чем больше расход защитного газа, тем глубже проплавление. В сравнении с углекислым газом смесь 82% Ar+18% CO<sub>2</sub> повышает стабильность горения дуги, снижает разбрызгивание электродного металла и улучшает формирование швов. Металл швов, выполненных в

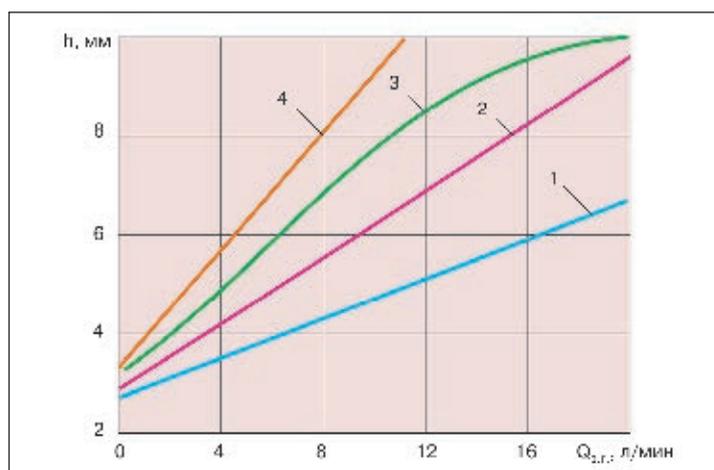


Рис. 3. Влияние типа защитного газа и его расхода  $Q$  на глубину  $h$  проплавления стали 09Г2С толщиной 10 мм при лазерно-дуговой сварке: 1 — в аргоне; 2 — в смеси 82% Ar+18% CO<sub>2</sub>; 3 — в углекислом газе; 4 — в гелии

смеси на основе аргона, имеет требуемые показатели ударной вязкости при низких температурах (минус 20–60 °С). Высокие механические свойства наплавленного металла при гибридной сварке обеспечиваются за счет снижения содержания кислорода в металле швов и уменьшения количества неметаллических включений в нем. В структуре швов низколегированной стали 09Г2С преобладает игольчатый феррит. Мелкозернистые оксидные частицы распределены равномерно и не образуют скоплений, которые имеют место при сварке в углекислом газе.

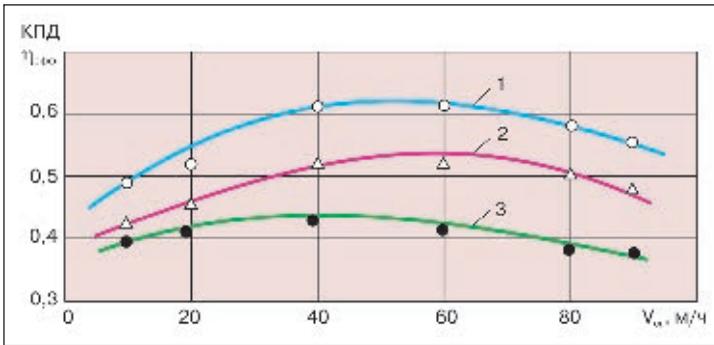


Рис. 4. Зависимость эффективного КПД лазерно-дуговой сварки в смеси 82% Ar+18% CO<sub>2</sub> от скорости сварки V<sub>св</sub> и состояния поверхности стали 09Г2С толщиной 6 мм (мощность лазера 2,5 кВт, I<sub>св</sub>=150 А; U<sub>д</sub>=20 В; диаметр электродной проволоки — 1,2 мм): 1 — чистая поверхность; 2 — в состоянии поставки; 3 — покрытая TiO<sub>2</sub> толщиной до 1 мм

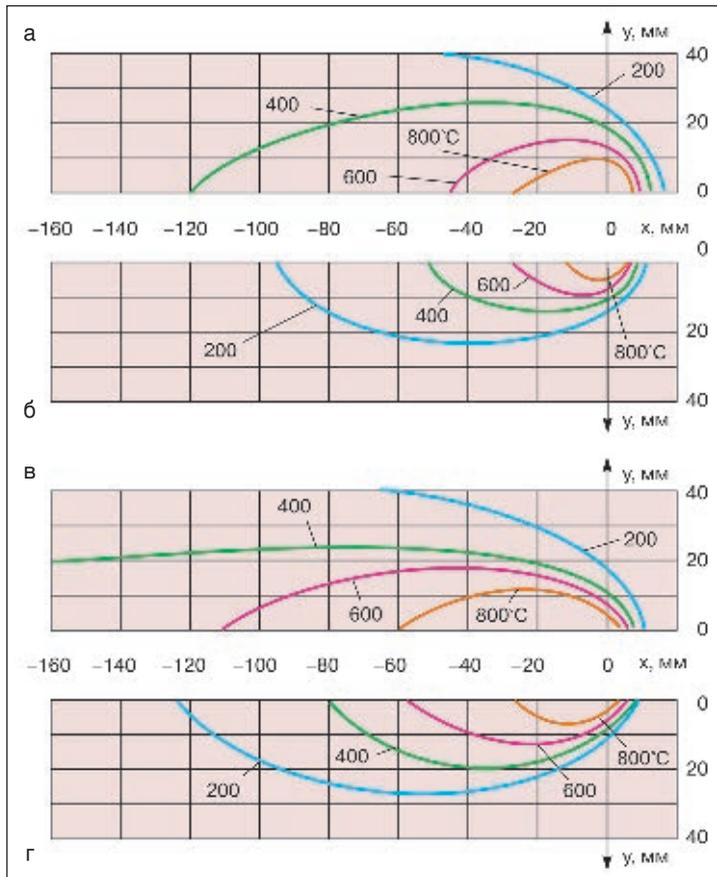


Рис. 5. Изотермы нагрева стали 09Г2С толщиной 3 мм (а, б) и 6 мм (в, г) при дуговой (а, в) и лазерно-дуговой (б, г) сварке (режим сварки приведен в табл. 2)

Важной характеристикой лазерно-дуговой сварки в смеси 82% Ar+18% CO<sub>2</sub> является эффективный КПД, представляющий собой отношение мощности теплового источника к мощности лазерного излучения. Эффективный КПД определяли экспериментально путем калориметрирования сваренных образцов из стали 09Г2С размером

6×150×150 мм. Непосредственно после сварки пластины погружали в калориметр и определяли количество теплоты, поглощенной образцами при лазерно-дуговой сварке.

Установлено, что эффективный КПД зависит от скорости сварки и состояния поверхности образцов перед сваркой. Чем больше скорость сварки в диапазоне 40–60 м/ч, тем больше эффективный КПД (рис. 4). Коэффициент поглощения лазерного излучения возрастает при повышении температуры поверхности свариваемого металла. Наибольшее значение эффективного КПД имеет место на образцах, поверхность которых покрыта диоксидом титана.

Гибридная лазерно-дуговая сварка в смеси 82% Ar+18% CO<sub>2</sub> отличается высокой концентрацией энергии на малой поверхности (рис. 5, табл. 2). При однопроходной сварке стыковых соединений достигается равномерное проплавление по толщине пластины. Нагретая область имеет небольшую длину. Изотермы нагрева при лазерно-дуговой сварке вытянуты по траектории передвижения источника нагрева. Во всех случаях площадь изотерм нагрева образцов из стали 09Г2С толщиной 3 и 6 мм при гибридной сварке меньше, чем при дуговой сварке таких же образцов.

Существенное влияние на тепловые особенности нагрева основного металла оказывают его теплофизические свойства: теплопроводность и теплоемкость. Увеличение теплопроводности алюминия и меди приводит к уменьшению длины изотерм и некоторому сокращению их ширины. С увеличением теплоемкости металла протяженность изотерм как по длине, так и по ширине уменьшается. При этом изотермы в области высоких температур для алюминия и меди становятся близкими к окружности.

На основании выполненных исследований разработаны обобщенные технологические рекомендации по выбору защитного газа при гибридной лазерно-дуговой сварке:

- для углеродистых и легированных сталей — углекислый газ, смесь 82% Ar+18% CO<sub>2</sub>;
- для алюминия и его сплавов — аргон, гелий и смесь 50% Ar+50% He;
- для меди и ее сплавов — азот и гелий.

Конкретные величины расхода защитного газа устанавливают в зависимости от толщины свариваемого металла и параметров режимов сварки.

# Приварка шпилек в судостроении

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

*Приварку шпилек при изготовлении судов относят к массовым операциям, поэтому механизация этой операции, учитывая большое количество привариваемых шпилек, позволяет повысить производительность труда сварщиков, снизить расход электроэнергии и сварочных материалов, уменьшить или вообще устранить вредное воздействие угара от свариваемого металла и его покрытия.*

Судостроение было первой областью применения механизированной приварки шпилек. В 1915–1918 гг. на верфи Портсмута (Англия) инженером Г. Мартином были использованы заостренные шпильки, которые одновременно служили и электродом, и привариваемым изделием. После касания листа, включения тока, отвода шпильки и выдержки времени горения дуги, возбужденной таким образом, шпильку опускали в ванну расплавленного металла и выключали ток. Все эти манипуляции в то время проводили вручную.

Механизация процесса, обусловившая в дальнейшем его широкое применение во многих отраслях промышленности, была впервые предпринята Тедом Нельсоном, сварщиком Военно-морских сил США, для приварки детали крепления палубного деревянного настила. Был разработан специальный сварочный инструмент в виде пистолета, при нажатии кнопки которого включался источник тока и связанный с ним электромагнит, встроенный в сварочный пистолет, от-

рывающий шпильку от листа. Осуществлялся цикл, описанный выше, и после отключения электромагнита пружина осаживала шпильку в расплавленный металл листа. Как впоследствии было подсчитано, такая техника дала возможность во время Второй мировой войны сэкономить при выполнении работ в судостроении 50 млн. человеко-часов.

Принципиально «Процесс Нельсона» сохранился до наших дней. В него, конечно, были внесены очень важные изменения, касающиеся конструкции шпильки, управления процессом и защиты металла сварочной ванны, но сохранилась последовательность основных операций: электрический контакт — включение тока — отрыв — горение дуги — осадка — выключение тока. Именно она является главной характеристикой, определяющей процесс, называемый «приварка шпилек» (Bolzenschweißen, Stud Welding), и отличающей его от других способов сварки.

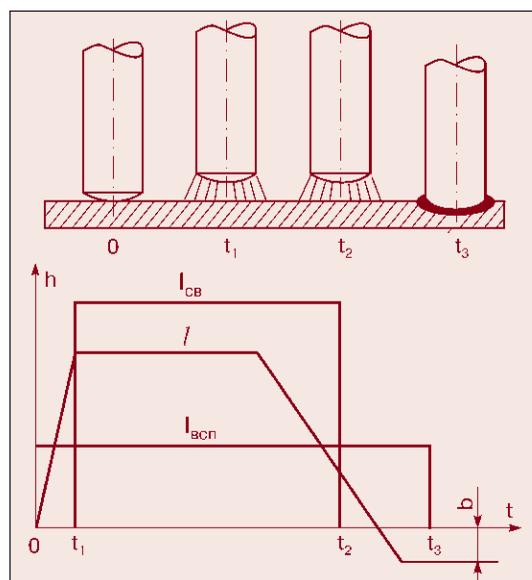
На *рис. 1* показана типичная временная диаграмма процесса дуговой приварки шпилек. Разновидности этого процесса связаны главным образом с методом возбуждения дуги и временем ее горения. Различают два основных метода, связанных с источником тока: приварка шпилек дугой, горячей при разряде конденсаторов, и приварка дугой постоянного тока\*.

При конденсаторной сварке дуга возбуждается взрывообразным контактным плавлением тонкого выступа, создаваемого с этой целью холодной высадкой на торце шпильки. Приварка шпилек дуговой сваркой начинается с возбуждения вспомогательной дуги при отрыве шпильки от листа. И только после раздвижения свариваемых деталей на заданное расстояние  $h$  включается сварочная дуга.

Длительность процесса приварки шпилек дугой, которая питается током разряда конденсаторов, определяется длиной поджигающего выступа, регламентируемой стандартом ISO 14555, и может управляться высотой подъема шпильки до начала процесса (способ сварки «с зазором») и/или усилием сжатия пружины осадки.

\* В последнее время для питания дуги при приварке шпилек большого диаметра используют инверторные источники тока.

Рис. 1. Диаграмма изменения в течение цикла приварки дуговой сваркой шпилек перемещения шпильки  $l$ , силы тока вспомогательной  $I_{всп}$  и сварочной  $I_{св}$  дуг:  $h$  — высота подъема шпильки,  $b$  — глубина погружения шпильки



Длительность же процесса приварки шпилек дугой постоянного тока управляется специальными регуляторами. В зависимости от диапазона продолжительности включения сварочного тока различают сварку «коротким циклом» (Short cycle) с временем горения дуги до 100 мс и сварку в керамических кольцах с включением сварочного тока более чем на 0,1 с (рис. 2).

Каждый из названных способов находит применение в судостроении. Выбор одного из них зависит от диаметра привариваемых шпилек, свариваемых материалов и условий сварки. Способом конденсаторной сварки приваривают шпильки диаметром от 2 до 8 мм в любом пространственном положении, сваркой «коротким циклом» — от 3 до 12 мм и сваркой в керамических кольцах — от 8 до 25 мм предпочтительно в нижнем положении.

Главным достоинством механизированных способов приварки шпилек является снижение трудоемкости и повышение производительности операции при одновременной экономии электроэнергии и сварочных материалов. Малое тепловложение, особенно при конденсаторной сварке, устраняет не только опасность термической деформации элементов судовой конструкции, но и задымление закрытых помещений (например, при приварке деталей крепления в каютах), а также воспламенение изоляционных покрытий переборок при ремонте судов. Типичным примером является применение приварки шпилек при креплении палубного настила.

Покрытие палубы, которое должно быть гладким и легко очищаться, выполняют деревянным, а доски и бруски к металлической палубе крепят шпильками (рис. 3).

По сравнению с ручной дуговой сваркой шпилек достоинствами механизированной торцевой приварки являются малый наплыв и отсутствие разбрызгивания, вследствие чего отпадает необходимость послеоперационной зачистки поверхности палубы.

Большое количество шпилек разного диаметра (в основном до М6) приваривают к переборкам и другим элементам конструкции судна для крепления трубопроводов и электрических проводов. Часто такую работу приходится выполнять в закрытом помещении, что представляет опасность для органов дыхания сварщика. Подвод местной вентиляции увеличивает стоимость работы. Благодаря указанному выше малому термическому воздействию на металл, существенно уменьшается выделение вредных паров металла и упрощается вентилирование кают или трюмов. Это особенно заметно при приварке деталей крепления к металлу стенок или потолка, покрытому грунтом. Для этой цели наиболее приемлема конденсаторная приварка шпилек. При работе на открытом воздухе или в хорошо вентилируемых помещениях предпочтение следует отдавать сварке «коротким циклом», достоинством которой являются значительно меньшая чувствительность прочности соединений к перпендикулярности инструмента, устанавливаемого вручную, и небольшие искажения поверхности по сравнению с искажением поверхности при конденсаторной сварке.

Для крепления различных машин и механизмов применяют шпильки относительно большого диаметра, привариваемые в керамических кольцах. Применение механизированной сварки позволяет обеспечить необходимую точность установки шпилек по разметке без дорогостоящих приспособлений или вспомогательного персонала.

Приваренные шпильки используют для установки и закрепления водонепроницаемых дверей и разных рам к переборкам, для присоединения кожухов и лееров, установки различного вспомогательного оборудования, а также обшивки, к которой может быть простейшим образом прикреплена мебель.

Кроме крепления конструктивных шпилек, интересным применением является также приварка шпилек при сборке судов для выравнивания стыков и рихтовки листов после сварки. Таким же образом крепят керамические лодочки для односторонней сварки. Схема сборочного приспособления с приваренными к местам шпильками показана на рис. 4.

Рис. 2. Диаграмма «сила тока — время сварки» при разных механизированных способах приварки шпилек

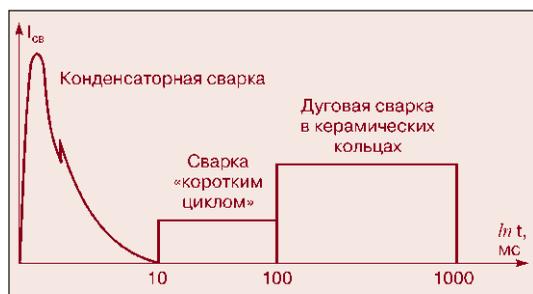
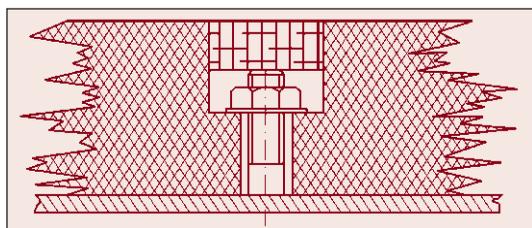


Рис. 3. Эскиз крепления палубного настила



Институтом электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины совместно с Симферопольским заводом «СЭЛМА» разработана установка К-747МВ для конденсаторной приварки шпилек, которая, единственная в мире, имеет длину сварочного кабеля до 30 м. Это позволяет производить сварочные работы на судне при расположении источника тока в цехе вблизи стапеля. Достоинством этой установки по сравнению с другим аналогичным оборудованием является также наличие режима очистки поверхности в процессе приварки шпилек. Этот режим позволяет избежать загрязнения сварочного металла примесями грунтовки при сварке без предварительной механической очистки поверхности и, соответственно, снизить трудоемкость работы. Если к этому добавить, что все методы механизированной приварки шпилек не требуют высокой квалификации сварщика, то становится понятным их широкое внедрение в различных отраслях промышленности и не в последнюю очередь в судостроении.

Исследование применимости способа приварки шпилек «коротким циклом» было проведено совместно со сварочной лабораторией Киевского завода «Ленинская кузница» (руководитель работы от завода канд. техн. наук Ю. Г. Мосенкис). Стержни диаметром 6 и 8 мм из сталей Ст3, 10, 10ХСНД и 12Х13 приваривали к листам из сталей 20 и 10ХСНД толщиной 6 мм.

Приведенные на рис. 5 кривые свидетельствуют о том, что методом сварки «коротким циклом» достигается равнопрочность соединений со шпилькой. Зависимости разрушающей нагрузки от параметров режима показали наличие оптимальных значений установочных величин, обеспечивающих максимальную прочность сварных соединений. В первом приближении можно рекомендовать рассчитывать силу сварочного тока по формуле  $I = 1000d$ , где  $d$  — диаметр привариваемой шпильки, при времени сварки 60–80 мс, длине дуги 3 мм и усилии пружины  $1/d$  даН. Учитывая реальные условия сварки, включая состояние поверхности (например, наличие ржавчины или антикоррозионного покрытия разных марок и толщин) и возможности имеющегося оборудования, приведенные рекомендации нуждаются в проверке на конкретных деталях.

Механические испытания сварных соединений, проведенные различными способами, показали идентичность зависимостей результатов от параметров режима сварки. Поэтому

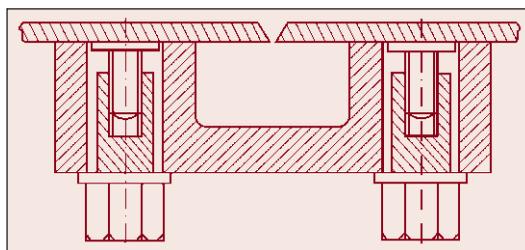


Рис. 4. Схема сборочного приспособления с приваренными к листам шпильками

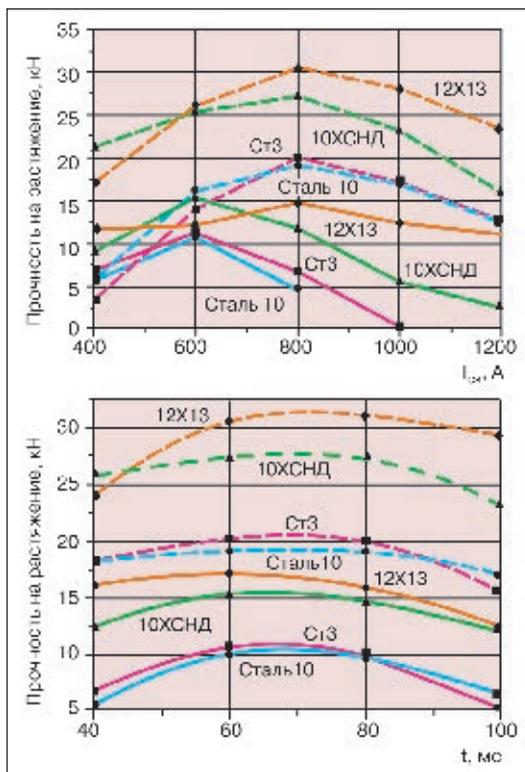


Рис. 5. Прочность соединений, полученных методом приварки шпилек «коротким циклом». Сплошные кривые — шпильки диаметром 6 мм, пунктирные — 8 мм

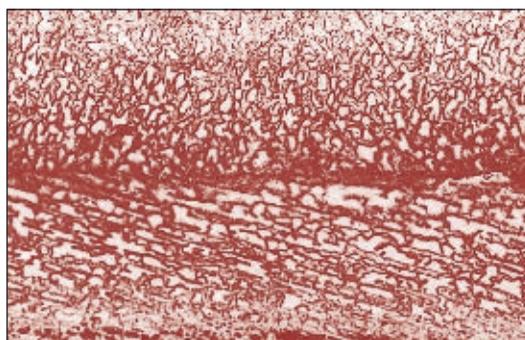


Рис. 6. Микроструктура соединения шпильки диаметром 6 мм из 12Х13 с листом из стали 20x100

для проверки качества сварки при наладке режима достаточно провести простейшие испытания, изогнув шпильку ударом молотка.

В результате металлографических исследований установлено, что сварные соединения, выполненные на оптимальных режимах, не имеют дефектов в зоне сварки (рис. 6). При сварке «коротким циклом» низколегированные стали в зоне термического влияния сохраняют начальный химический состав и, соответственно, необходимые эксплуатационные качества. ● #700

# Электрошлаковая установка для производства ферросилиция методом переплава шлаковых отходов

**В. Н. Проскудин**, канд. техн. наук, **А. А. Болоташвили**, **В. И. Сапон**, НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» НАН Украины, **В. Г. Кульбачный**, канд. техн. наук, Институт газа НАН Украины, **С. Л. Борисенко**, ООО «Экологическая инициатива» (Стаханов)

*Ферросилиций — важный компонент шихты, используемый при получении обычных и легированных марок сталей и чугунов. Наиболее часто ферросилиций (ГОСТ 1415–78) применяют при выплавке и внепечной обработке чугуна и стали для отливок различного назначения. Низкокремнистые марки ферросилиция (ФС20, ФС25, ФС45) используют для подшихтовки в процессе плавки, высококремнистые (ФС90, ФС92) — для раскисления сталей и модифицирования чугунов.*

Основное количество потребляемого в настоящее время ферросилиция производят на ферросплавных заводах, в том числе на Стахановском ферросплавном заводе (СФЗ), методом рудотермического восстановления. Исходными материалами служат минералы, содержащие не менее 95% кремнезема, в частности кварц или кварцит, а в качестве восстановителя применяют металлургический кокс или каменный уголь (при условии низкого содержания в нем вредных примесей). Железо в шихту вводят в виде стальной стружки или мелкого скрапа.

Шлаки, образующиеся при изготовлении ферросилиция в количестве до 10% от массы готового продукта, являются побочным продуктом процесса восстановления. Их в виде отходов производства размещают на отдельных территориях заводских отвалов. Шлаковые отходы на СФЗ, накопленные за десятилетия его работы, занимают площадь более 22 га, а масса этих отходов составляет более 360 тыс. т. Отвальный шлак относят к четвертому классу экологической опасности. Он содержит более 40 химических элементов и их соединений. Это главным образом углерод, сера, фосфор, оксиды кремния, железа, кальция, алюминия, магния и др. Кроме того, в шлаке содержится до 20% металлического ферросилиция в виде так называемых «корольков», преимущественно сферической формы. На открытом воздухе под воздействием влаги шлак разлагается с выделением экологически опасных химических соединений серы, фосфора и др. Интенсивность газовой выделений сухой пыли со-

ставляет до  $30 \text{ см}^3/(\text{кг}\cdot\text{ч})$ , увлажненной — до  $60 \text{ см}^3/(\text{кг}\cdot\text{ч})$ . По этой причине отвальный шлак непригоден для использования в качестве строительного материала.

Утилизация шлаковых отходов путем их переработки (в частности, методом переплава) является актуальной задачей не только в плане улучшения экологии, но и для возврата в народное хозяйство Украины полезных компонентов, содержащихся в отходах. Следует иметь в виду, что подобные отвалы существуют на Запорожском и Никопольском ферросплавном заводах, есть такие отвалы и на предприятиях стран СНГ.

Специалисты предприятия «Экотехнология» разработали плавильную электрошлаковую тигельную установку постоянного тока мощностью 630 кВ·А для переплава шлаковых отходов ферросплавных производств.

Электрошлаковая установка состоит из электрошлаковой плавильной тигельной печи, источника питания и системы управления, в которую входят пульт управления, контакторный шкаф и шкаф управления.

Электрошлаковая печь представляет собой плавильный агрегат, в котором плавка исходных шихтовых материалов производится в футерованном тигле с подовым электродом в нижней части. Вторым токоподводящим электродом печи служит подвижный графитированный электрод диаметром 100–150 мм, установленный на электрододержателе. Электрододержатель с электродом (или без него) перемещается по вертикальной колонне с помощью каретки. Тигель и колонна смонтированы на одной поворотной обойме. Тигель печи для слива расплава поворачивают с помощью ручного механизма, а передвижение графитированных электродов (вверх, вниз) — с помощью ручного привода передвижения каретки. В устройстве печи предусмотрено также радиальное перемещение электрода (до  $\pm 30^\circ$ ) от оси симметрии тигля с помощью талрепа (рис. 1).

Силовым каркасом печи служит рама 7 с обоймой 8, на которых размещены металлический корпус тигля, механизм переворота тигля 1, колонна 14 с лебедкой 12 привода передвижения каретки. Рама, а также обойма и металлический корпус тигля представляют собой цельносварную кольцевую конструкцию. Металлический корпус тигля футеруют огнеупорными материалами. Можно также в металлическом корпусе смонтировать цельноточеный графитовый тигель с теплоизоляционным слоем.

Колонна служит направляющей для каретки 4. Привод 15 передвижения каретки через лебедку приводит в движение каретку с электрододержателем 5 и графитированным электродом 11. Привод выполнен в виде цилиндрического одноступенчатого двухскоростного редуктора; лебедка конструктивно состоит из червячного редуктора и звездочки, на которой установлена однорядная приводная цепь ПР15,875–2300–2,0.

Электрододержатель представляет собой сварную металлоконструкцию клещевого типа. В клещи встроены токоподводящие медные шины и медные водоохлаждаемые губки. Графитированные электроды закрепляют в губках при помощи винтовой пары путем затяжки подвижной (клещевой) части электрододержателя. Электропитание подведено к электроду через медные водоохлаждаемые губки и медные шины, к которым прикреплены силовые водоохлаждаемые кабели 13 короткой сети. Электрододержатель электрически изолирован от колонны и прикреплен к каретке с помощью кронштейна 3 через изоляционные пластины.

Для подвода электропитания к подовому графитовому электроду служит подовый токоподвод. Он электрически изолирован от металлического корпуса тигля, представляет собой водоохлаждаемую сборную медно-стальную конструкцию, прикреплен к днищу металлического корпуса тигля при помощи четырех шпилек. К медной шине токоподвода подсоединены силовые водоохлаждаемые кабели 16 короткой сети.

Механизм 1 служит для поворота тигля печи совместно с колонной на определенный угол (90° и более), а также для возврата тигля печи в исходное положение. Конструктивно он представляет собой закрытую червячную передачу и конический редуктор.

Для забора пылегазового потока, выделяемого при работе установки, сверху над корпусом тигля печи устанавливают газоза-

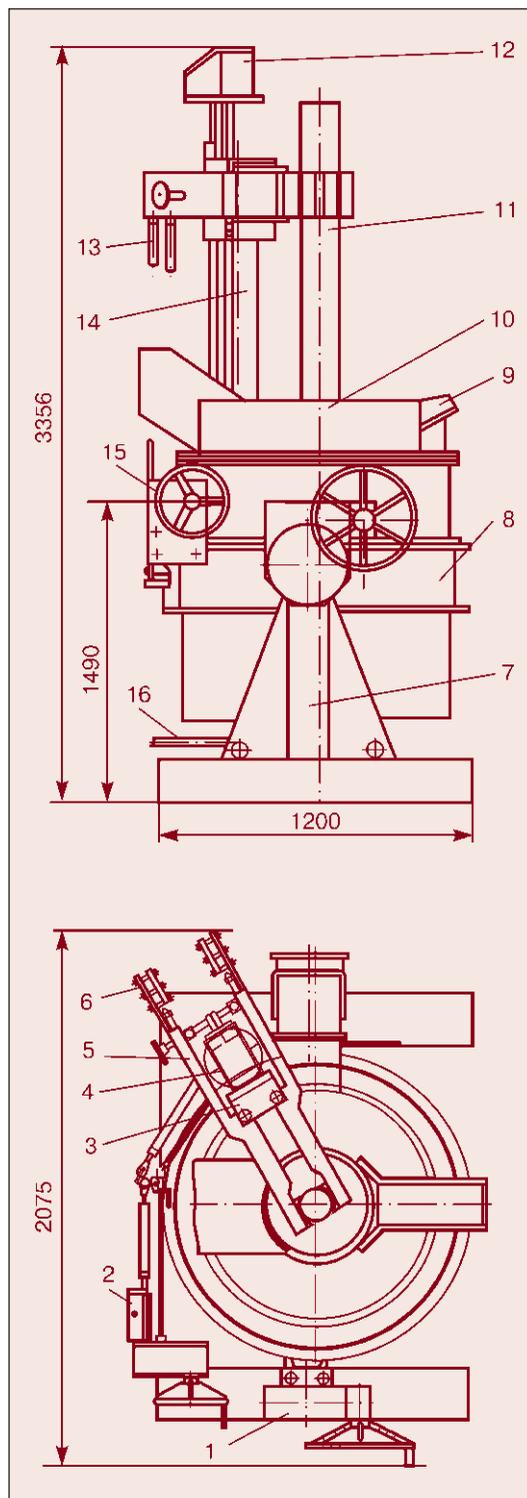


Рис. 1. Электрошлаковая плавильная тигельная печь: 1 — механизм переворота тигля; 2 — талреп; 3 — кронштейн для крепления электрододержателя; 4 — каретка; 5 — электрододержатель; 6 — медные наконечники водоохлаждаемых кабелей; 7 — рама; 8 — обойма; 9 — лоток для слива продуктов переплава; 10 — газозаборник; 11 — графитовый электрод; 12 — лебедка привода передвижения каретки с электрододержателем; 13, 16 — водоохлаждаемые кабели; 14 — колонна; 15 — привод передвижения каретки

**Характеристика пыли:**

Плотность, кг/м <sup>3</sup> .....	2170
Слипаемость (сильнослипающаяся, III гр.), Па .....	900
Насытная плотность, кг/м <sup>3</sup> .....	170–210
Удельное электрическое сопротивление при технологической температуре и влагосодержании, Ом/м .....	3,3·10 <sup>11</sup>
Пыль мелкая, возгонного характера, условный диаметр частиц, мкм .....	1–5
Средние значения вредных газовых выбросов, мг/м <sup>3</sup> :	
оксид углерода .....	0,347
оксид азота .....	0,0147
оксид серы .....	0,396

**Характеристика рукавов:**

Диаметр, м .....	0,3
Длина, м .....	1,5
Положение .....	Вертикальное
Направление потока при фильтрации .....	Вверх, снаружи внутрь
Количество рукавов в секции (в аппарате 20) .....	4
Число секций .....	5
Суммарная поверхность фильтрации, м <sup>2</sup> .....	28
Объем воздуха для обратной продувки, м <sup>3</sup> /ч .....	650
Температура воздуха обратной продувки, °С .....	20
Разрежение очищаемого газа в аппарате, кПа .....	3,0–6,0
Степень очистки, % .....	97,5
Габаритные размеры аппарата, мм .....	2400×2200×4500
Масса аппарата, т .....	3,2

**Техническая характеристика плавильной установки:**

Напряжение трехфазной питающей сети (частота, Гц), В .....		380 (50)
Выпрямленное (рабочее) напряжение, В .....		0–56
Максимальная сила рабочего тока (постоянный), А ..		9000
ПВ, % .....		100
Первичная мощность, кВт·А, не более .....		630
Скорость передвижения каретки с электродом, м/мин .....		0,1–1,2
Номинальное напряжение холостого хода, В, не более .....		60
Рабочий объем тигля (графитового), дм <sup>3</sup> .....		200
Диаметр электрода, мм .....		100...150
Расход охлаждающей воды, м <sup>3</sup> /ч .....		4,5...6
Режим работы .....		Круглосуточный
Габаритные размеры, мм, не более:		
длина .....		1500
ширина .....		2100
высота (без электрода) .....		3360
Масса с футеровкой, кг, не более .....		3500
Габаритные размеры источника питания, мм, не более:		
длина .....		3625
ширина .....		1380
высота .....		1330
Масса источника питания, кг, не более .....		2400

борник щелевого типа 10, который является также и камерой дожига оксида углерода.

Оптимальный объем пылегазового потока, который отсасывается от печи через газозаборник, составляет 2000 м<sup>3</sup>/ч. При этом обеспечивается его полный отсос при проведении плавки.

Запыленность газа колеблется в широком диапазоне, максимальное значение на входе в аппарат — 2600, среднее — 960, на выходе — 24,5 мг/м<sup>3</sup>. Средние значения вредных газовых выбросов, мг/м<sup>3</sup>: оксида углерода — 0,347; оксида азота — 0,0147; оксида серы — 0,396.

Так как концентрация вредных газовых примесей в выбросах ниже ПДК жилой зоны, а валовые выбросы невелики, очистка газового потока от этих ингредиентов лишена смысла.

Для очистки газовых выбросов от пыли в Институте газа НАН Украины был разработан газоочистной аппарат, снабженный блоком автоматического управления и тягодутьевыми средствами. Аппарат оснащен рукавами из фильтровального лавсана (артикул 86033, ТУ 17 УССР 3238–84). Рекомендованная нагрузка на фильтр 120 м<sup>3</sup>/(м<sup>2</sup>·ч). Сопротивление фильтра в рабочем режиме составляет 1,5 кПа, скорость фильтрации 0,033 м/с.

Источник питания постоянного тока построен по модульному принципу и состоит из нескольких однотипных независимых выпрямителей. Аппаратура управления установки размещена в шкафу управления, а органы управления и измерительные приборы — на пульте управления.

Электрическая схема системы управления обеспечивает работу установки с возможностью плавного регулирования рабочего (выходного) напряжения от источника питания к печи в диапазоне 0–56 В и силой тока до 9000 А, а также ограничения силы рабочего тока с целью исключения перегрузок. При увеличении силы тока плавки до 9000 А начинается его автоматическое ограничение, т. е. источник питания переходит в режим стабилизации тока.

На одном из производственных участков в г. Стаханов (Луганская обл.) смонтированы и сданы в эксплуатацию несколько плавильных электрошлаковых установок (рис. 2) для переработки шлакового отвала СФЗ с целью получения ферросилиция и экологически безопасных вторичных шлаков (рис. 3). В качестве исходного сырья для переплава используют шлаковые отхо-

ды отвала с добавлением известняка, кокса, стального скрапа; фракционный состав шлака 5–50 мм. Пылевидную фракцию шлаковых отходов с размерами частиц от 0 до 5 мм подвергают брикетированию, после чего также переплавляют наряду с крупной фракцией, что обеспечивает практически 100%-ю переработку отвала.

Процесс плавки начинают с подачи рабочего напряжения и разведения шлаковой ванны согласно требованиям технологической инструкции. После разведения шлаковой ванны и установления стабильного электрошлакового процесса в рабочую зону плавления от специального питателя производят дозированную подачу шихтовых материалов и устанавливают рабочий режим плавки с постоянным контролем параметров режима по измерительным приборам.

Необходимые значения силы тока процесса плавки регулируют, перемещая вертикально графитированный электрод, напряжение — с помощью потенциометра, установленного на пульте управления. В процессе работы установки контролируют работу систем газоотвода и вентиляции, расход и температуру воды на входе и выходе и другие параметры. Продолжительность процесса плавки с полной загрузкой тигля печи — не более 1,5 ч.

По окончании процесса плавки выключают рабочее напряжение, переворачивают тигель для слива и скатывания шлака в специальную емкость, а затем производят разливку ферросилиция в изложницы путем дальнейшего переворота (до 90° и более) тигля печи.

Существующая технология переплава шлаковых отходов с использованием разработанной плавильной электрошлаковой тигельной установки обеспечивает получение ферросилиция марок ФС20, ФС25, ФС45 и ФС65 в соответствии с требованиями ГОСТ 1415–78, причем содержание серы и фосфора в ферросилиции всех марок на порядок ниже, чем это допускается отечественными и международными стандартами, а также с более чем в два раза пониженным содержанием алюминия. Кроме того, вторичный шлак, получаемый при переплаве шлаковых отходов, практически не содержит металлических включений, состоит только из оксидов кремния, кальция, магния и алюминия, экологически безопасен и пригоден для производства строительных материалов.

● #701



Рис. 2. Электрошлаковые плавильные тигельные установки на производственном участке предприятия

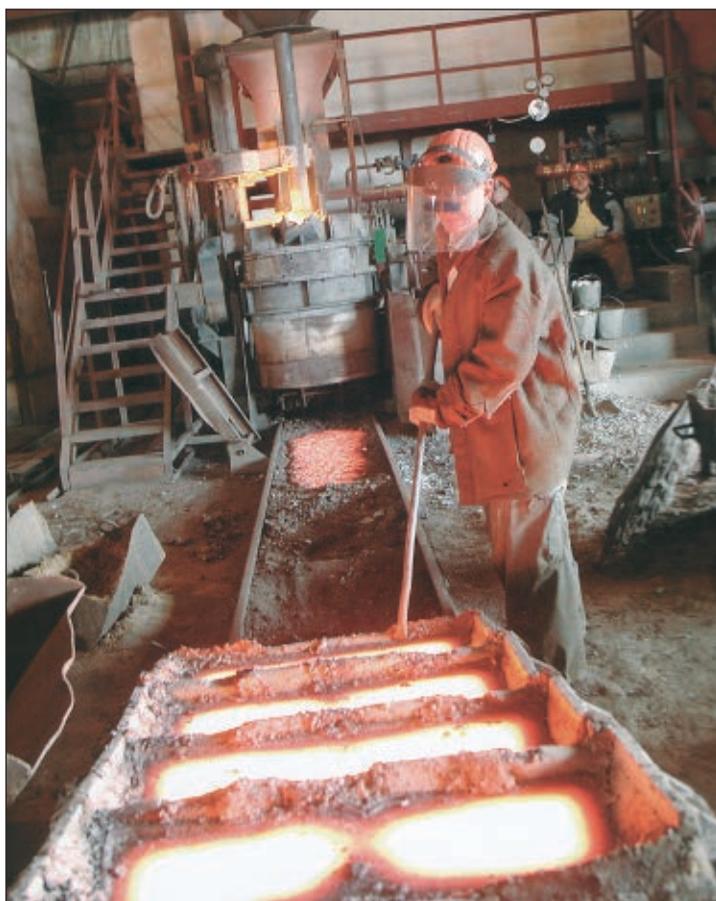


Рис. 3. Ферросилиций в изложницах после слива из печи

# Определение экономической эффективности развития сварочного производства

А. М. Бречак, канд. экон. наук, А. А. Поканевич, НТК «ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины»

*При создании и внедрении новых технологий сварки и наплавки, электродных материалов и сварочного оборудования, совершенствовании сварных конструкций и методов их изготовления особое значение приобретает выбор таких вариантов технических решений, которые, позволяя решать определенные технические задачи, в то же время обеспечивали бы достижение максимальных экономических результатов при минимуме затрат. Это дало бы возможность рационально использовать выделяемые на осуществление технических проектов инвестиционные средства. Достоверность результатов определения экономической эффективности новой сварочной техники в решающей мере зависит от научной обоснованности применяемой при расчетах методики.*

В ИЭС им. Е. О. Патона методическими и практическими вопросами оценки экономической эффективности новой сварочной техники (под термином «новая сварочная техника» понимается вся совокупность элементов сварочного производства, включая технологию, оборудование, материалы, контроль качества, средства защиты и т.п.) системно начали заниматься с 1960-х гг. Была разработана «Методика определения экономической эффективности новой сварочной техники», впоследствии одобренная Госкомитетом по науке и технике СССР и рекомендованная для использования предприятиями, организациями, научными учреждениями страны. ИЭС как головная в стране организация по сварке в сотрудничестве с другими специализированными в этой области НИИ, вузами и Институтом главных сварщиков (они были представлены во всех профильных министерствах, ведомствах и предприятиях) наладил успешную работу в этой области.

С использованием единых методических подходов оценку экономической эффективности капитальных затрат производили на всех этапах создания и внедрения новой сварочной техники:

- при выборе перспективных направлений научных исследований;
- на различных стадиях научно-исследовательских работ;

- при составлении проектных заданий и разработке технических проектов, рабочих чертежей и другой технической документации;
- при изготовлении, испытании и доводке опытных образцов;
- при разработке технологии производства и ее внедрении;
- при оценке результатов внедрения новой сварочной техники на действующем производстве.

Особенностью расчетов экономической эффективности новой сварочной техники является многообразие используемых в них основных, вспомогательных и дополнительных показателей и некоторая методическая сложность их определения. В сочетании с многочисленностью существующих сварочных технологий, видов сварочного оборудования и материалов, спецификой различных отраслей промышленности, в которых их используют, в практической работе выполнение расчетов экономической эффективности нуждалось в определенной унификации. С этой целью в ИЭС им. Е. О. Патона была разработана единообразная система основных, вспомогательных и дополнительных показателей, что способствовало упрощению работ по выполнению расчетов, повышению их качества, сопоставимости и преемственности по этапам и стадиям их выполнения.

В последние годы методические и практические работы по оценке экономической эффективности развития сварочного производства сосредоточены в НТК «ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ». НТК сохранил и развил работы в области оценки экономической эффективности новой сварочной техники, унифицировав базовые положения ранее действовавшей методики в соответствии с международными требованиями.

Одним из основных направлений деятельности НТК является организация внедрения перспективных видов новой сварочной техники на промышленных предприя-

тиях Украины и стран СНГ. Поэтому в НТК ведется систематическая работа по экономической оценке предлагаемых и реализуемых проектов, проводится мониторинг действующего производства с целью тиражирования наиболее удачных и экономически привлекательных решений. Это особенно важно, поскольку за последние годы создано значительное количество предприятий различных форм собственности, для которых сварочное производство является новым видом, и они не имеют достаточного опыта в данной области. Наряду с этим, не все действующие предприятия сохранили персонал, специализирующийся в этом направлении.

Сварочное производство имеет общепромышленный характер. Это предопределяет особенности методов определения экономической эффективности новой сварочной техники.

Экономическая эффективность новой сварочной техники, совершенствование сварочного производства во многом зависят от условий и темпов развития тех отраслей, в которых оно находит применение. Вместе с тем специфика развития сварочного производства в свою очередь оказывает заметное влияние на темпы технического прогресса в этих отраслях.

Выбор экономически целесообразных вариантов создания и внедрения новой сварочной техники должен отвечать следующим условиям:

- базироваться на общих для всех отраслей промышленности методических положениях;
- учитывать в полной мере специфику самого сварочного производства;
- соответствовать отраслевым требованиям.

Все это обуславливает необходимость применения соответствующих методологических исследований и практических решений при определении экономической эффективности создания и внедрения новой техники в сварочном производстве.

Существует множество вариантов технических задач при определении экономически наиболее эффективных направлений и очередности инвестиционных вложений в развитие сварочного производства. От правильного их решения существенно зависит ускорение технического прогресса как в самом сварочном производстве, так и в тех отраслях промышленности, в которых оно находит применение.

Наиболее типичным для сварочного производства является определение экономической эффективности таких проектов:

- проектирование специализированных участков, цехов и заводов по изготовлению сварных металлоконструкций, производству наплавочных работ, выпуску сварочного оборудования и материалов для сварки и наплавки;
- разработка новых и усовершенствование существующих методов организации труда и производства;
- механизация и автоматизация сварочных, наплавочных и других работ при изготовлении сварных конструкций;
- создание нового и модернизация сварочного, наплавочного и вспомогательного оборудования, а также приборов и аппаратов для контроля качества сварных соединений;
- совершенствование диагностики и технологии восстановления работоспособности технологического оборудования;
- создание новых видов и улучшение качества сварочных материалов;
- создание рациональных новых и усовершенствование существующих видов сварных конструкций и наплавляемых изделий;
- разработка новых и усовершенствование действующих технологических процессов сварки и наплавки.

Необходимость выполнения расчетов экономической эффективности инвестиционных затрат возникает на всех этапах и стадиях создания и внедрения новой сварочной техники. В зависимости от периода выполнения и степени точности расчеты можно классифицировать как укрупненные, предварительные и уточненные.

Потребность в определении экономической эффективности новой сварочной техники на предприятии возникает в таких случаях:

- определение приоритетных направлений вложения денежных средств в развитие производства;
- получение банковского кредита на реализацию проекта;
- выбор варианта использования сварочной или другой техники;
- выбор варианта замены действующей сварочной техники новой;
- выбор варианта использования одного из предлагаемых видов сварочной техники;
- необходимость принятия решения о целесообразности разработки нового вида сварочной техники.

В практической деятельности наиболее часто возникает необходимость определять сравнительную экономическую эффективность, показывающую, насколько один ва-

риант инвестиционных затрат эффективнее другого. Ее рассчитывают при сопоставлении вариантов хозяйственных или технических решений, размещения предприятий и их комплексов, при решении задач по выбору взаимозаменяемой продукции, внедрению новых видов техники, по строительству новых или действующих предприятий и т. п.

Специалисты НТК «ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ» готовы оказать методическую и практическую помощь предприятиям, организациям и заинтересованным лицам в выполнении по их заказу следующих видов работ:

- разработка и защита бизнес-планов проектов создания и внедрения новой сварочной техники и родственных технологий;
- разработка норм времени (трудоемкости) для всех способов сварки, наплавки и резки;
- разработка норм расхода основных и сопутствующих материалов для всех способов сварки, наплавки и резки;
- расчет капитальных вложений и себестоимости сварочных и наплавочных работ и др.

НТК выполняет следующие комплексные технико-экономические работы на действующих и вновь создаваемых сварочных производствах:

- мониторинг технического и экономического состояния производства;
- разработка проекта модернизации производства;
- разработка бизнес-плана реализации проекта;
- определение материально-технической базы реализации проекта;
- организация аттестации персонала сварочного производства и повышения их квалификации с выдачей соответствующих документов;
- научно-инженерное сопровождение сварочного производства.

Специалисты НТК оказывают консультации заинтересованным предприятиям и организациям по техническим и экономическим вопросам сварочного производства. НТК имеет значительный опыт по определению экономической эффективности сварочного производства на ведущих предприятиях Украины. В качестве примера можно привести ЗАО «Макеевский металлургический завод», ОАО «Запорожтрансформатор» и др.

● #702



### Плазменно-дуговое напыление износостойких покрытий на изделие типа «вал»



Технология напыления износостойкого покрытия основана на распылении плазменной дугой токоведущей проволоки-анода, служащей исходным материалом для образования слоя покрытия и одновременно активации напыляемого слоя специальным устройством.

Преимущества данной технологии при восстановлении шеек осей и валов:

- процесс напыления не снижает прочностных свойств восстанавливаемой детали (нагрев изделия не более 200 °С);
- не деформируются восстановленные детали;
- сцепление покрытия с деталью превышает 50 Н·м;
- покрытие можно наносить толщиной до 15–20 мм с пористостью не более 2–5%;
- высокая стабильность процесса (ресурс формирующей плазменной дуги сопла и катода не менее 100 ч машинного времени);
- воздушное охлаждение плазматрона.

Комплект плазменного оборудования включает головку плазменной металлизации с активационным устройством, пульт управления, шкаф управления с блоком газоподготовки, источник питания, камеру мокрой очистки с вентилирующим устройством и вращатель с перемещателем плазменного устройства с шумопоглощающей камерой.

**Техническая характеристика:**

Мощность плазматрона, кВт, не более	24
Производительность напыления, кг/ч	4–8
Диаметр распыляемой проволоки, мм	1,2–1,8
Сила рабочего тока плазматрона, А	160–300
Рабочее напряжение дуги, В	60–80
Расход плазмообразующего газа (аргон), м³/ч	1,0–1,5
Расход охлаждающего плазматрон сжатого воздуха, м³/ч	16–20
Давление сжатого воздуха, МПа	0,5–0,7

**Разработчик технологии —**

**Институт электросварки им. Е. О. Патона.**  
Тел.: +380 44 287 1283, 271 2296, 8 067 209 3870.

**Разработчик оборудования, изготовитель систем управления — ООО «Оберт».**  
Тел.: +380 44 455 5985, 380 50 310 5119.  
E-mail: obert@iptelecom.net.ua

**Изготовитель технологического оборудования — Киевский завод сварочного оборудования.**  
Тел. +380 44 455 5984

# Роль технологии в бизнесе

*Новая экономика — это экономика постоянных перемен. По отношению к ней справедливы слова Чарльза Дарвина: «Выживает не самый сильный или самый умный, а самый восприимчивый к переменам».*

Работа предприятий в условиях рыночных отношений поставила перед производством три основные задачи:

- все надо делать быстро;
- переход от одной модели к другой должен быть «мгновенным»;
- технология должна иметь «защиту от дурака».

Научно-производственная фирма «Техвагонмаш» более 35 лет занимается разработкой технологий, проектированием и производством средств технологического оснащения для предприятий тяжелого машиностроения.

В свои новые разработки мы закладываем решения, обеспечивающие выполнение этих трех задач. В этой статье мы хотим ознакомить Вас с новым оборудованием для заготовительного производства: линией дробеметной очистки и грунтовки листового и профильного металлопроката (рис. 1), а также линией сверловки, маркировки и мерной порезки профильного проката (рис. 2).

Данное оборудование можно применять:

- при производстве металлоконструкций (мостовых переходов, металлоконструкций гражданских и промышленных зданий);
- на судостроительных, судоремонтных предприятиях;

- на предприятиях тяжелого машиностроения;

- в металлосервисных центрах.

Линия дробеметной очистки и грунтовки металлопроката выполняет следующие технологические операции:

- подачу металлопроката на подающий рольганг;
- сушку металлопроката от влаги и масляных фракций нагретым до температуры 250–280 °С воздухом;
- дробеметную очистку металлопроката до степени очистки Sa 2,5;
- окраску металлопроката в автоматическом режиме методом безвоздушного распыления токопроводящими грунтами;
- сушку грунта при температуре 60–80 °С. Внедрение такой линии позволит существенно повысить культуру производства и снизить затраты в процессе изготовления изделия.

Другой уникальной разработкой является линия сверловки, маркировки и мерной порезки профильного проката, которая позволяет в автоматическом режиме выполнять следующие технологические операции:

- автоматическую загрузку металлопроката с помощью приводных конвейеров;
- одновременное сверление отверстий на фланцах и стенке заготовки в трех плоскостях;

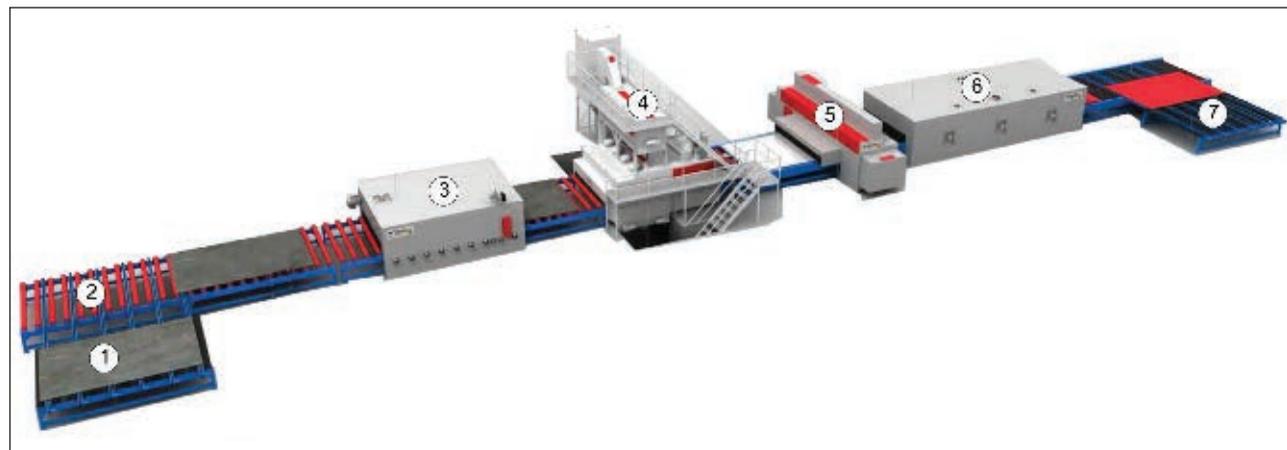


Рис. 1. Линия дробеметной очистки и грунтовки листового и профильного проката: 1 — загрузочный конвейер; 2 — транспортная система; 3 — камера сушки и нагрева; 4 — дробеметная камера; 5 — камера грунтовки; 6 — камера сушки; 7 — принимающий конвейер

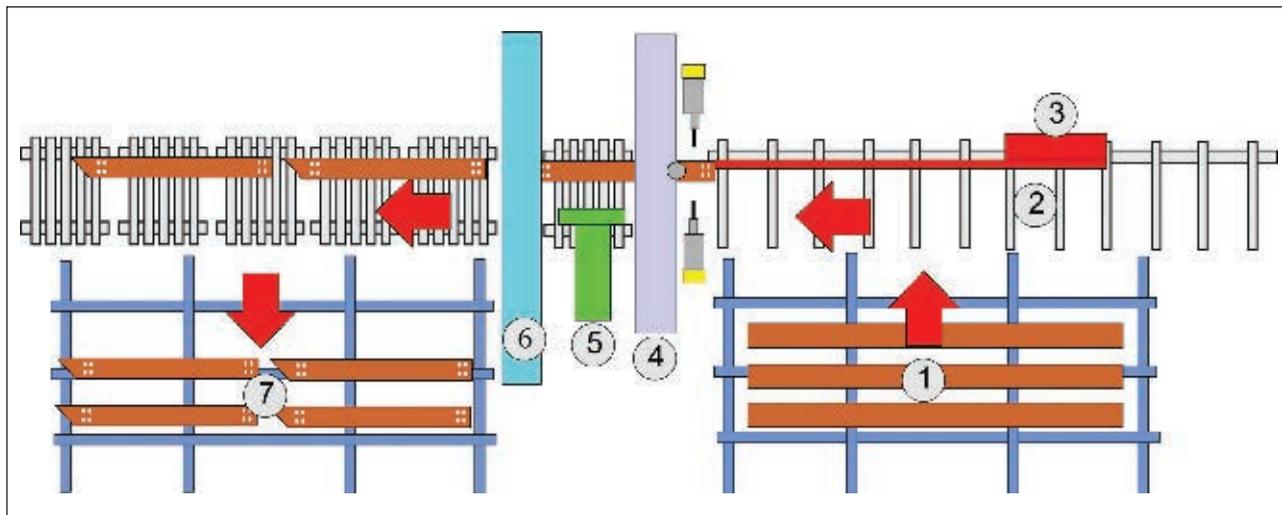


Рис. 2. Линия сверловки, маркировки и мерной порезки профильного проката: 1 — загрузочный конвейер; 2 — транспортная система; 3 — подающее устройство; 4 — установка для сверления в трех плоскостях; 5 — установка для маркировки; 6 — установка для мерной порезки; 7 — принимающий конвейер

- автоматическую маркировку заготовок;
- резку профилей под различными углами;
- минимизацию отходов при раскросе металла;
- управление рабочим циклом с помощью системы ЧПУ, при необходимости соединенной с главным компьютером.

Такую линию обслуживает один оператор, который заменяет бригаду разметчиков, сверловщиков и резчиков, при этом точность изготовления деталей и качество раскроса значительно выше.

Если дополнительно к этим двум линиям Вы приобретете установку термической резки листового проката, то будут созданы все условия, необходимые для успешной работы заготовительного производства. Комплексное переоснащение заготовительного производства данным оборудованием позволит значительно ускорить процесс организации производства, сделать его более гибким, существенно сократить трудоем-

кость изготовления деталей, количество основных рабочих, производственные площади, повысить качество производимой продукции.

В настоящее время научно-производственная фирма «Техвагонмаш» готовит к поставке для ОАО «ДЗМК им. Бабушкина» данные линии с уникальными характеристиками: линию очистки и грунтовки листа шириной 3200 мм и линию мерной порезки проката, которая обеспечивает изготовление деталей длиной от 100 до 12000 мм из уголка, швеллера, двутавра или профильных труб.

Располагая богатым опытом, высококвалифицированными специалистами, собственной производственно-технической базой, тесными связями с десятками научных и производственных организаций, научно-производственная фирма «Техвагонмаш» всегда стремится эффективно, комплексно и оперативно решать многоплановые задачи технического перевооружения. ● #703

### Научно-производственная фирма «Техвагонмаш»

39617, Украина,  
г. Кременчуг Полтавской обл.,  
ул. 40 лет Октября, 2/7

Телефон (+38 05366) 2-11-14; 2-11-31.  
Факс (+38 0536) 74-34-13

E-mail: market@tvagonm.com.ua  
<http://www.tvagonm.com.ua>





# Оценка эффективности управленческих решений планирования мероприятий по охране труда

**О. Е. Кружилко**, канд. техн. наук, Национальный НИИ охраны труда (Киев), **О. Г. Левченко**, д-р техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины, **И. Н. Ковтун**, канд. техн. наук, НТУУ «КПИ»

*Проблема рационального планирования и оценки результатов работ по охране труда в современных условиях хозяйствования приобретает все большую актуальность. Это связано прежде всего с тем, что интенсификация производства в условиях катастрофического старения основных фондов приводит к повышению уровня травматизма, профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний.*

## **Анализ существующей технологии планирования мероприятий по охране труда.**

В результате реализации плана мероприятий по охране труда достигается определенный социальный и экономический эффект. Социальный эффект состоит в сохранении здоровья работающих, улучшении условий труда, снижении производственного травматизма и заболеваемости. Вопрос разработки методики оценки экономического эффекта в сфере охраны труда неоднократно поднимался в научной литературе.

Традиционно для расчета экономического эффекта используют критерий соотношения прибыли, полученной в результате реализации плана мероприятий, к сумме финансовых средств, израсходованных на реализацию этого плана. Под прибылью в случае реализации плана мероприятий по охране труда понимают снижение суммы потерь, связанных с охраной труда, а именно: уменьшение размеров выплат потерпевшим, затрат на ликвидацию последствий несчастных случаев, штрафов и т. п. План мероприятий считается экономически оправданным, если размер получаемой прибыли не меньше, чем объемы финансирования плана мероприятий по охране труда. Поскольку стоимость реализации плана мероприятий известна заранее, необходимо оценить размер получаемой прибыли, которая связана с ожидаемым снижением уровня травматизма и заболеваемости. Именно

этот аспект можно считать существенным недостатком данного способа оценки, поскольку вопрос прогнозирования уровня травматизма и других показателей состояния охраны труда в общем случае остается нерешенным. Полученные научные результаты свидетельствуют, что разработанные математические модели и алгоритмы прогнозирования разрешают прогнозировать значения показателей лишь для условий отдельных предприятий и имеют множество ограничений, а точность прогнозирования в подавляющем большинстве случаев не может быть признана удовлетворительной. Как следствие, точность расчета экономического эффекта также нельзя считать удовлетворительной.

**Использование экспертных методов и критериев принятия решений при планировании мероприятий по охране труда.** Другой способ оценки планов мероприятий по охране труда основан на использовании экспертных методов и критериев принятия решений. Существенным недостатком этого способа можно считать субъективный характер полученных оценок, поскольку результаты зависят от компетентности экспертов, наличия необходимого информационного обеспечения и т. п.

Не вызывает сомнения, что для эффективной деятельности предприятия необходимы целенаправленные определения полномочий и системная организация работ по охране труда. При этом довольно часто недооценивают включение требований охраны труда и окружающей среды в технологический цикл предприятия. Анализ европейского опыта последних лет доказывает, что именно интеграция этих вопросов в организацию управления предприятием имеет решающее значение для повышения уровня производительности труда.

Особенности организации охраны труда на предприятии играют важную роль. Про-

стои и снижение эффективности труда, вызванные авариями, несчастными случаями, профессиональными заболеваниями, не только замедляют производственные процессы, но и становятся причиной больших дополнительных затрат для предприятия. Кроме того, эти явления в значительной мере отрицательно влияют на безопасность производства, качество продукции и отношение к труду работников. Усовершенствование охраны труда на предприятии не только имеет социальное значение, но и непосредственно влияет на экономику производства. Поэтому организация охраны труда должна стать частью производственного процесса каждого предприятия, это позволит существенно сократить количество нарушений правил безопасного выполнения работ, а также риск возникновения аварийных ситуаций. Внутренняя система управления охраной труда функционирует в рамках основных правовых норм и в то же время влияет на текущее рациональное использование экономических ресурсов.

Основой существующих подходов и методик оценки эффективности планирования мероприятий по охране труда есть сопоставление ожидаемого уровня снижения убытков, связанных с выполнением мероприятий по охране труда, с объемами финансовых средств, которые выделяют на эти мероприятия. В них предусмотрено выполнение таких этапов: сбор и обработка статистических данных о состоянии охраны труда на предприятии, установление зависимости состояния факторов, которые характеризуют условия и безопасность труда, от объемов финансирования, выделяемых на снижение уровня опасности (вредности). Далее для любого варианта решений проводят сопоставление нужных объемов финансирования и ожидаемого уровня снижения убытков. На основе проведенных расчетов принимают обоснованное решение о выборе варианта плана мероприятий по охране труда.

Понятие эффективности управленческого решения (в отличие от его качества) не может быть рассмотрено изолированно от его реализации. Эффективность решения заключается не столько в его абсолютной правильности, сколько в том, что, будучи последовательно и в срок реализованным, оно благодаря своей правильности обеспечивает достижение поставленной цели. Эффективность управленческих решений определяет как правильность самих решений, так и результат их осуществления. В то же

время, как свидетельствует практика управления, далеко не все решения, которые принимают, реализуют в заданные сроки, кроме того, часть реализованных решений не дают ожидаемого результата, т. е. оказываются недостаточно эффективными.

**Оценка эффективности управленческих решений.** Эффективность управленческих решений определяется множеством факторов технического, организационного, экономического и социально-психологического характера, влияние которых неоднозначно и обнаруживается на разных стадиях процесса разработки и реализации решений: компетентность, опыт работы, степень информированности лица, которое принимает решение (ЛПР), экспертов; уровень коллегиальности в процессе разработки решения; мотивация исполнителей; характер и мера ответственности ЛПР за результаты принятого решения.

Поскольку одни и те же цели могут быть достигнуты при разных объемах затрат, то критерием эффективности управленческого решения может быть отношение полученного вследствие его реализации эффекта, выраженного показателем меры достижения цели, к величине затрат на разработку решения и его осуществление. Однако принятие многих важных решений (например, выбор наиболее перспективных инновационных проектов, объекта инвестирования, основных направлений НИОКР и т.п.) требует многофакторной оценки, поскольку в большинстве случаев эффект управленческого решения не может быть выражен единым показателем.

Для математической постановки задачи принятия решений для условий неопределенности (внешняя среда может находиться в одном из множества состояний, вероятность наступления этих состояний неизвестна) введем такие обозначения:

$S = \{s_j\}, j = 1, \dots, m$  — множество возможных состояний внешней среды (состояние экономики отрасли, состояние нормативно-правовой базы охраны труда и т. п.);

$Q = \{q_j\}, i = 1, \dots, n$  — множество альтернативных управленческих решений, которые могут быть применены для решения поставленной задачи;

$Y = \{y_{ij}\}$  — множество ожидаемых результатов (оценка полезности реализации  $i$ -й альтернативы при условии, что внешняя среда будет находиться в  $j$ -м состоянии).

$R = \{R_1, R_2, \dots\}$  — множество критериев оценки управленческих решений.

Задача принятия решений представляет собой выбор оптимальной альтернативы из множества управленческих решений, ее математическая модель имеет такой вид:

$$q_{\text{опт}} = \arg[R_k(y_{ij})],$$

где  $q_{\text{опт}} \in Q$  — оптимальное решение.

Поиск оптимального решения представляет собой задачу максимизации (минимизации) значения критерия, рассчитанного для множества альтернатив. Применение именно такого подхода позволило повысить эффективность планирования мероприятий по охране труда на отраслевом уровне.

Тем не менее, несмотря на определенные преимущества предложенного подхода, следует отметить некоторые его недостатки. Прежде всего, формирование множеств  $Q$ ,  $S$  и  $Y$  осуществляют ЛПР и эксперты, т. е. точность исходных данных обусловлена уровнем компетентности этих лиц. Как свидетельствует анализ научных работ, посвященных теории принятия решений, на сегодняшний день не существует универсального методологического подхода по выбору критерия  $R_k$ , поэтому этот выбор тоже остается прерогативой ЛПР. Этот выбор основывается на результатах анализа ситуации при принятии решения, а также на опыте и интуиции ЛПР. Кроме того, при принятии решений не используют статистические данные о состоянии охраны труда (предполагается, что необходимые базы данных доступны для ЛПР и экспертов, но не указано, как именно они выполняют обработку этих данных).

Таким образом, установлено, что исходные данные для принятия решений при использовании рассмотренного подхода имеют, большей частью, субъективный характер. Как следствие, точность полученных результатов в значительной мере зависит от компетентности и опыта ЛПР в решении задач, аналогичных поставленной.

Возможные состояния внешней среды характеризует множество формализованных параметров  $s_j = \{p_1, p_2, \dots\}$ , что позволяет перейти от качественной оценки к количественной.

Для прогнозирования следствий реализации альтернативных управленческих решений используют функцию  $F$ , полученную в результате обработки массивов статистических данных, которые характеризуют состояние охраны труда ( $X$ ) и экспертных мыслей ( $E$ ):  $y_{ij} = F(X, E)$ . Для анализа поставленной задачи соответственно к ситуации принятия решений ( $Z$ ) и множества возможных управленческих решений исполь-

зуют функцию  $G$ . Эта функция осуществляет формирование множества управленческих решений, которые можно применять в сложившейся ситуации. Возможен случай, когда ни одно из имеющихся управленческих решений не может быть применено. Тогда ЛПР должно разработать новое (или несколько) управленческое решение и пополнить множество  $Q$ .

В этом случае математическая модель выбора оптимального решения будет иметь вид

$$q_{\text{опт}} = W[R_k(F(X, E), G(Z, Q), S)],$$

где  $W$  — функционал, который осуществляет преобразование массивов начальной информации в рекомендации по принятию оптимального управленческого решения ( $q_{\text{опт}}$ ).

Для оценки качества управленческих решений предлагается использовать прогнозную оценку реализации управленческих решений  $y_{ij} = F(X, E)$ . Считаем, что реализация управленческого решения  $q_i$  приведет к изменению значений факторов, которые характеризуют состояние охраны труда:  $F(X|q_i = q_i, E)$ . Качество  $i$ -го управленческого решения:

$$\Delta F_i = F(X|q = q_i, E) - F(X|q = q_{\text{опт}}, E),$$

где  $F(X|q = q_i, E)$ ,  $F(X|q = q_{\text{опт}}, E)$  — обобщенный показатель, который характеризует состояние охраны труда в результате реализации соответственно  $i$ -го и оптимального управленческих решений;  $\Delta F_i$  — показатель качества  $i$ -го управленческого решения.

Итак, предложенный подход позволит оценить качество управленческих решений с учетом статистических данных о состоянии охраны труда и экспертных мыслей. ● #704

### Испытательная лаборатория сварочных аэрозолей и средств защиты сварщиков

Института электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, аккредитованная Госстандартом Украины в системе УкрСЕПРО (аттестат аккредитации № UA 6.001.T.310),

выполняет следующие работы:

- сертификационные испытания сварочных материалов и технологий;
- сертификационные испытания защитных щитков и масок сварщиков;
- гигиеническая оценка сварочных материалов, способов сварки и родственных технологий;
- определение показателей уровней выделений вредных веществ, образующихся при сварочных процессах, с целью инвентаризации источников промышленных выбросов в атмосферу;
- подготовка раздела технических условий на сварочные материалы и технологии согласно требованиям безопасности и охраны окружающей среды.

Обращаться по тел./ф. 287–12–77

E-mail: levchenko.o@paton.kiev.ua

Почтовый адрес: 03680, г. Киев, ул. Боженко, 11

# Гигиенические показатели сварочных аэрозолей

О. Г. Левченко, д-р техн. наук, ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

*Мероприятия по защите сварщиков и окружающей среды от вредных веществ, поступающих в воздух в результате сварочных процессов, осуществляют на основе экспериментальных данных об уровнях выделений и химическом составе сварочных аэрозолей (СА). Эти данные получают путем первичной санитарно-гигиенической оценки сварочных материалов, способов сварки, наплавки, резки металлов и других родственных технологий.*

Для этого используют следующие показатели:

- интенсивность образования (выделения) сварочного аэрозоля  $V_a$  или его отдельных компонентов  $V_i$ , г/мин, т. е. количество СА, образующееся при расплавлении сварочного материала (электрода, проволоки и др.) за единицу времени:

$$V_a = m/t,$$

где  $m$  — масса СА, г;  $t$  — продолжительность сварки, мин;

- удельное количество сварочного аэрозоля  $G_a$  или его компонентов  $G_i$ , г/кг, которые выделяются при расплавлении 1 кг сварочного материала:

$$G_a = V_a/M_p,$$

где  $M_p$  — производительность расплавления сварочного материала, кг/мин;

- коэффициент интенсивности образования сварочного аэрозоля  $\beta_a$ , г/(кВт·ч), или удельная скорость образования СА — количество сварочного аэрозоля, образующееся при расплавлении сварочного материала за единицу времени при мощности дуги 1 кВт:

$$\beta_a = 6 \cdot 10^4 V_a / I_{св} U_d,$$

где  $I_{св}$  — сила сварочного тока, А;  $U_d$  — напряжение сварочной дуги, В;

- коэффициент удельных выделений сварочного аэрозоля  $\gamma_a$ , г/(кВт·кг) — количество аэрозоля, выделяющееся при расплавлении 1 кг сварочного материала при мощности дуги 1 кВт:

$$\gamma_a = 10^3 G_a / I_{св} U_d.$$

Два последних показателя учитывают мощность сварочной дуги (силу сварочного тока и напряжение дуги), поэтому дают возможность более полно характеризовать процесс образования СА, а также провести объективную сравнительную гигиеническую оценку сварочных материалов (при различных режимах сварки) и способов сварки. Кроме того,

они имеют закономерную связь с мощностью дуги, что позволяет использовать их для прогнозирования показателей уровней выделений СА.

Для характеристики токсичности сварочных аэрозолей, образующихся при использовании сварочных материалов различных марок и видов, с целью их сравнительной гигиенической оценки пользуются расчетными показателями необходимого для вентиляции количества воздуха  $Q_m$ , м<sup>3</sup>/кг, и  $Q_t$ , м<sup>3</sup>/ч. Они показывают, сколько кубических метров воздуха необходимо подавать в рабочую зону при расходовании 1 кг сварочных материалов или в единицу времени, соответственно, чтобы разбавить СА и снизить содержание токсичных компонентов до предельно допустимых концентраций (ПДК):

$$Q_m = 10^3 G_i / C_{\text{ПДК}}; \quad Q_t = 10^3 V_i / C_{\text{ПДК}},$$

где  $C_{\text{ПДК}}$  — предельно допустимая концентрация вредного вещества (компонентов) СА, мг/м<sup>3</sup>, а  $V_i$  — г/ч.

Общее количество воздуха, необходимого для разбавления СА до ПДК, определяет его максимальное значение для конкретного вещества, т. е. оно тем выше, чем больше удельное выделение и меньше ПДК вредного вещества.

Международным институтом сварки предложен другой более корректный показатель токсичности СА, называемый интенсивностью воздухообмена (ИВ) — количество вентиляционного воздуха в м<sup>3</sup>/ч, которое необходимо подавать в производственное помещение для разбавления концентраций всех компонентов СА до ПДК, а не только основного токсичного вещества (как принято в отечественной практике).

Для определения ИВ сначала рассчитывают ПДК аэрозоля в зоне дыхания сварщика (ПДК<sub>а</sub>), мг/м<sup>3</sup>:

$$\text{ПДК}_a = 100 / (C_1 / C_{\text{ПДК}} + C_2 / C_{\text{ПДК}} + \dots + C_n / C_{\text{ПДК}}),$$

где  $C_1, C_2, C_n$  — процентное содержание компонентов в составе СА;  $C_{\text{ПДК}}, C_{\text{ПДК}}, C_{\text{ПДК}}$  — ПДК отдельных компонентов СА.

Затем рассчитывают ИВ, м<sup>3</sup>/ч, по формуле

$$\text{ИВ} = 10^3 V_a / \text{ПДК}_a,$$

где  $V_a$  — интенсивность образования СА, г/ч.

Показатель ИВ — величина теоретическая, которую используют только для классификации электродов, и интенсивность воздухообмена в рабочем помещении он не определяет. В зависимости от величины ИВ электроды могут быть отнесены к одному из семи классов:

Класс	Интенсивность воздухообмена, м <sup>3</sup> /ч
1	До 3000
2	3000–7500
3	7500–15000
4	15000–35000
5	35000–60000
6	60000–100000
7	Более 100000

Данная классификация позволяет провести сравнительную санитарно-гигиеническую оценку электродов. Тем не менее она имеет существенные недостатки. Поскольку показатель ИВ зависит от интенсивности выделения СА, т. е. от диаметра электрода и режима сварки, электроды разного диаметра могут

принадлежать к разным гигиеническим классам. Вместе с тем данная классификация пока что не может быть международной (до гармонизации ПДК), так как значения ПДК одних и тех же элементов в разных странах существенно различаются. Поэтому электроды одной и той же марки в разных странах могут принадлежать к разным классам. Эта классификация также не учитывает наличие в СА газообразных компонентов, что может быть очень важно при определении класса сварочного материала, в особенности при наличии в СА фтористого водорода, который относится к первому классу опасных вредных веществ (ГОСТ 12.1.005–88) и в зависимости от концентрации в воздухе может быть основным компонентом СА, определяющим его токсичность. ● #705



## 50 лет О. Г. ЛЕВЧЕНКО

8 сентября 2006 г. исполняется 50 лет доктору технических наук **Олегу Григорьевичу Левченко**, заведующему отделом проблем охраны труда и экологии в сварочном производстве Института электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины.

Свою научную деятельность Олег Григорьевич начал в ИЭС им. Е. О. Патона в 1980 г. после окончания химико-технологического факультета Киевского политехнического института. Прошел путь от инженера до заведующего научного отдела.

Основные направления научной деятельности О. Г. Левченко: проблемы охраны труда в сварочном производстве; теоретические основы процессов образования сварочных аэрозолей; исследования гигиенических характеристик процессов сварки, сварочных материалов и способов сварки; разработка методов и средств нейтрализации вредных веществ, поступающих в воздух производственных помещений, технологических и санитарно-технических мероприятий по минимизации вредных выделений в воздух рабочей зоны; исследование фильтрующих материалов для средств защиты сварщиков и окружающей среды; создание новых высокоэффективных фильтровентиляционных агрегатов и средств индивидуальной защиты.

Олег Григорьевич Левченко предложил целый комплекс мероприятий по защите сварщиков и окружающей среды от вредного воздействия сварочных аэрозолей. Для этого были развиты представления о процессах образования аэрозолей, установлены закономерности формирования их составов, предложено моделирование химического состава аэрозолей, не только исходя из термодинамических представлений, но и с учетом особенностей испарения металлов сварочной ванны.

За годы работы в институте О. Г. Левченко выполнил исследования гигиенических характеристик практически всех известных в Украине и России марок сварочных материалов. На основе этого создана информационно-поисковая система гигиенических характеристик сварочных материалов ECO-WELD (Экология сварки), представляющая собой не только базу данных о сварочных аэрозолях, но и базу знаний, накопленных автором. Разработаны рекомендации по совершенствованию сварочных материалов и технологий сварки, а также санитарно-технические мероприятия, выполнены исследования фильтрующих материалов различных видов для систем местной вентиляции и средств индивидуальной защиты сварщиков. С участием О. Г. Левченко разработаны новые модели средств местной вентиляции и индивидуальной защиты, организовано серийное производство вентиляционных и фильтровентиляционных агрегатов марки «ТЕМП».

По результатам выполненных научных исследований О. Г. Левченко в 1988 г. защитил кандидатскую, а в 2002 г. — докторскую диссертацию. Он автор более 140 опубликованных работ: статей, книг, изобретений, нормативных документов, учебного пособия. В межотраслевом учебно-аттестационном центре ИЭС им. Е. О. Патона О. Г. Левченко читает лекции по охране труда для специалистов-сварщиков и членов комиссий по аттестации сварщиков, а в НТУУ «КПИ» — для студентов сварочного факультета.

О. Г. Левченко — член специализированного ученого совета по защите диссертаций при Национальном научно-исследовательском институте охраны труда; член Руководящего совета Уполномоченного национального органа по сертификации производств сварных конструкций, аккредитованного по требованиям Международного института сварки и Европейской Сварочной федерации; руководитель аккредитованной испытательной лаборатории сварочных аэрозолей и средств защиты сварщиков в системе УкрСЕПРО, член редакционной коллегии журнала «Сварщик».

**От всей души поздравляем Олега Григорьевича с юбилеем.  
Желаем здоровья, успехов и новых научных достижений.**

*Общество сварщиков Украины, редакционный совет, редколлегия, редакция журнала «Сварщик»*

# Производители сварочных материалов,

имеющие сертификат соответствия в системе УкрСЕПРО, выданный НТЦ «СЕПРОЗ» (по состоянию на 01.07.2006)

**!** Уважаемые потребители сварочных материалов! В случае поставки Вам некачественной продукции, изготовленной предприятиями, приведенными в данной таблице, просим направлять претензии с приложением акта идентификации и данных, подтверждающих претензии к качеству, в ГП НТЦ «СЕПРОЗ». Наш адрес: 03680, Киев, ул. Боженко, 11. Тел.: (044) 271-2306, факс: (044) 289-2169.

Наименование предприятия	Город	Сертифицированная продукция	Дата окончания действия сертификата
ООО «Торговый дом «Плазма ТЕК»	Винница	<b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-21, АНО-36, МР-3М, Монолит	29.06.2008
Учебно-производственное предприятие УТОГ	Днепро-дзержинск	<b>Проволока стальная сварочная:</b> Св-08, Св-08А Св-08Г2С	28.07.2006 02.05.2007
ООО «Приватбуд»	Днепродзержинск	<b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-21, АНО-29М, МР-3, Т-590	18.04.2007
ООО «Днепрострой-комплект»	Днепро-дзержинск	<b>Электроды:</b> АНО-4, МР-3, УОНИ 13/45, УОНИ 13/55, Т-590, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, ЦЛ-11, ЭН-60М, НР-70	25.01.2007
ООО «Мендол»	Днепродзержинск	<b>Электроды:</b> АНО-4	19.01.2007
ООО «ЮМИС»	Днепропетровск	<b>Электроды:</b> МР-3, МР-3М, АНО-4, ОЗЛ-8, ЦЛ-11, НЖ-13, НИИ-48Г, ОЗЛ-6	28.12.2007
ООО ВТК «ЭРА»	Днепропетровск	<b>Электроды:</b> МР-3, АНО-4, УОНИ-13/55	27.12.2007
Украинско-латвийское ООО и ИИ «Бадм, ЛТД»	Днепропетровск	<b>Электроды:</b> УОНИ-13/55ФК, МР-3, МР-3И, АНО-21, АНО-4, АНО-6, УОНИ-13/45, ДБСК-55	21.04.2007
ЧПКП «Агромаш»	Днепропетровск	<b>Электроды:</b> МР-3, МР-3М АНО-4, АНО-6, АНО-27	13.12.2006
ЗАО «Днепровские промышленные системы»	Днепропетровск	<b>Электроды:</b> МР-3, ВКП-4, ВКП-21, ВКП-24, ВМ-12П, УОНИ 13/45, УОНИ 13/55, ТМУ-21У	30.10.2007
ООО «Аргента»	Днепропетровск	<b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-21, МР-3, ЦЛ-11, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, НЖ-13, НИИ-48Г УОНИ 13/55, УОНИ 13/55СМ	17.07.2007
ООО «Днепроток-Электрод»	Днепропетровск	<b>Электроды:</b> ИТС-4С, ЗИО-8, МНЧ-2, НЖ-13, НИАТ-1, НИИ-48Г, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, ОЗЛ-17У, Т-590, Т-620, ТМЛ-1У, ТМЛ-3У, ТМУ-21У, ЦЛ-11, ЦЛ-39, ЦНИИН-4, ЦТ-15, ЦТ-28, ЦУ-5, ЦЧ-4, АНО-4, АНО-21, АНО-27, МР-3, УОНИ 13/45, УОНИ 13/55	30.11.2006
ООО НПП «ВЕЛДИНТЕК»	Днепропетровск	<b>Электроды:</b> ЗИО-8, НЖ-13, НИИ-48, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, ОЗЛ-9А, ОЗЛ-17У, ОЗЛ-25Б, НИАТ-1, Т-590, Т-620, ТМЛ-1У, ТМЛ-3У, ТМУ-21У, ЦЛ-11, ЦЛ-39, ЦНИИН-4, ЦТ-15, ЦТ-28, ЦУ-5, ЦЧ-4, ЦЛ-39, МНЧ-2, АНЖР-2, ЦНИИН-4, ЭА-395/9, ЭА400/10У, ЭА400/10Т, ЭА898/21Б, УОНИ 13/45, УОНИ 13/55, ИТС-4с	18.06.2008
ООО «Универсал-Центр»	пгт. Юбилейное (Днепропетровская обл.)	<b>Проволока стальная сварочная:</b> Св-08, Св-08А, Св-08Г2С <b>Электроды:</b> АНО-4, МР-3, АНО-27, УОНИ 13/45, УОНИ 13/55 <b>Силикат Na</b> <b>Проволока стальная наплавочная:</b> Нп-30ХГСА, Нп-65Г	28.02.2007 04.04.2008 14.12.2006
ООО «АРКСЭЛ»	Донецк	<b>Электроды:</b> АНЖР-1, АНЖР-2, АНЖР-3У, АРК-25, АРК-51, ГЕФЕСТ-6, ГЕФЕСТ-7, ЗИО-8, Комсомолец-100, НИАТ-5, НЖ-13, НЖ-13Р, НИИ-48Г, НИИ-48ГР, НР-70, ОЗЛ-6, ОЗЛ-6Р, ОЗЛ-8, ОЗЛ-8Р, ОЗЛ-9А, ОЗЛ-17У, ОЗЛ-25Б, ОЗН-300М, ОЗН-400М, Т-590, Т-620, ТМЛ-1У, ТМЛ-3У, ТМУ-21У, УОНИ-13НЖ, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, ЦЛ-11, ЦЛ-11Р, ЦЛ-17, ЦЛ-25/1, ЦЛ-39, ЦН-2, ЦН-6Л, ЦН-12М, ЦН-24, ЦНИИН-4, ЦТ-15К, ЦТ-28, ЦУ-5, ЦЧ-4, ЭА-48М/22, ЭА-395/9, ЭН-60М, ЭА-400/10Т, ЭА-400/10У, ЭА-981/15, МНЧ-2, НИАТ-1, УОНИ-13/85, ОЗЧ-4, ЦЛ-25/2, ЦТ-10, ЭА-400/13, ЭА-606/11, УОНИ-13/НЖ-2, КТИ-7 <b>Проволока порошковая:</b> ПП-АС2, ПП-АС4, ПП-АС5, ПП-АС10, ПП-АС10Н, ПП-Нп-14ГСТ, ПП-Нп-19ГСТ, ПП-Нп-10Х14Т, ПП-Нп25Х5ФМС, ПП-Нп30Х5Г2СМ, ПП-Нп30Х4В2М2ФС, ПП-Нп35В9Х3СФ, ПП-Нп200Х15С1ГРТ, ПП-Нп80Х20Р3Т, ПП-Нп150Х15Р3Т2, ПП-Нп30Х4Г2М, ПП-Нп90Г13Н4, ПП-Нп10Х17Н9С5ГТ, ПП-Нп30Х2М2ФН, ПП-Нп35Х6М2, ПП-Нп12Х12Г12СФ, ПП-Нп30Х14М, ПП-Нп30Х14Т, ПП-Нп10Х13Г13АФТ, ПП-Нп10Х16Н4ГМ2ФТ, ПП-Нп60Х3В10ФТ, ПП-Нп10Х17Т, ПП-Нп17ХГ2Т, ПП-Нп35Х14, ПП-Нп12Х13, ПП-Нп12Х13ГН2М2ФС, ПП-Нп07Х12Г2М3НЗ, ПП-Нп10Х16Г4Н4М2ФТ, ПП-Нп12Х13Н2МФА, ПП-Нп12Х14НЗ, ПП-Нп08Г2СН2М, ПП-Нп08ХМФА, MEGAFIL 713R -A, MEGAFIL 710 M-A, MEGAFIL 821R-A, MEGAFIL 822R-A, MEGAFIL 240 M-A <b>Проволока стальная сварочная:</b> Св-04Х19Н9, Св-06Х19Н9Т, Св-04Х19Н11М3, Св-10Х16Н25АМ6, Св-08А, Св-08ГА, Св-10Г2, Св-08Г2С, Св-08Г2С-О, Св-07Х25Н13	11.04.2007
ООО «ПОЛИМЕТ»	Донецк	<b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-21, АНО-24, АНО-4Ж, МР-3М, УОНИ 13/45, УОНИ 13/55, УОНИ 13/45СА, УОНИ 13/55СМ	10.02.2007
НПП ООО «Адьюстаж»	Донецк	<b>Проволока стальная сварочная:</b> Св-08А, Св-08Г2С	05.10.2007
НП ООО с ИИ «ДОНИКС»	Донецк	<b>Проволока стальная сварочная:</b> Св-08, Св-08А, Св-08ГА, Св-08ГА-О, Св-08Г2С, Св-08Г2С-О, Св-08ХМ, Св-08ХМ-О, Св-10ГН, Св-18ХГС, Св-10НМА, Св-10НМА-О, Св-08Г1НМА, Св-08Г1НМА-О <b>Проволока стальная наплавочная:</b> Нп-30ХГСА, Нп-65Г	14.12.2006
ООО «МЕТИЗ-ТРЕЙД»	Запорожье	<b>Проволока стальная сварочная:</b> Св-08Г2С, Св-08Г2С-О	02.12.2006
ЧП «Бриг-плюс»	Запорожье	<b>Электроды:</b> АНО-4, МР-3, АНО-21, АНО-24	10.01.2007
ОАО «Запорожский сталепрокатный завод»	Запорожье	<b>Проволока стальная сварочная:</b> Св-08, Св-08А, Св-08Г2С, Св-08Г2С-О, Св-08ГА	09.03.2007

Наименование предприятия	Город	Сертифицированная продукция	Дата окончания действия сертификата
Запорожский завод сварочных флюсов и стеклоизделий	Запорожье	<b>Флюсы:</b> АН-348-А, АН-348-АМ, АН-348-АД, АН-348-АДМ, АН-348АП, АН-348-АПМ, АН-348-В, АН-348-ВМ, АН-348-ВД, АН-348-ВДМ, АН-348-ВП, АН-348-ВПМ, АН-47, АН-47М, АН-47Д, АН-47ДМ, АН-47П, АН-47ПМ, ОСЦ-45, ОСЦ-45М, ОСЦ-45ДМ, ОСЦ-45Д, ОСЦ-45П, ОСЦ-45ПМ, АНЦ-1А, АНЦ-1АМ, АНЦ-1АД, АНЦ-1АДМ, АНЦ-1АП, АНЦ-1АПМ, АН-60 <b>Силикат Na</b>	31.07.2007  04.04.2008
ГП «Опытный завод сварочных материалов ИЭС им. Е.О.Патона НАН Украины»	Киев	<b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-21, АНО-4И, АНО-6, АНО-6Р, АНО-6У, АНО-36, МР-3 ЦУ-5, УОНИ 13/45, УОНИ 13/55, ЦЧ-4 Т-590 Комсомолец-100 ЦЛ-11, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, ТМУ-21У, ТМЛ-1У, ТМЛ-3У АНР-2 <b>Проволока порошковая:</b> ПП-АН59, ПП-АН61, ПП-АН63, ПП-АН69 ПП-АН19, ПП-АН19Н, ПП-АН24С, ПП-АН30 ПП-АН7, ПП-АНВ2у, ПП-АНВ2ум, ПП-Нп-АНВ2ун, ПП-Нп-АНВ2у/2 <b>Флюс</b> АН-М13 АН-15М	01.02.2007 14.12.2006 27.12.2006 25.09.2006 05.09.2006 08.02.2007 30.08.2006 13.07.2007 13.07.2007 01.02.2007 08.02.2007
ООО «ТМ.ВЕЛТЕК»	Киев	<b>Проволока порошковая:</b> ПП-АН8, ПП-АН29, ПП-АН1, ППС-ТМВ6, ПП-АНЧ2, ППС-ТМВ7, ППС-АНТ, ППС-ТМВ3, ППС-ТМВ8, ПП-АН39, ВеТ ПП-Нп14ГСТ, ВеТ ПП-Нп35В9Х3СФ, ВеТ ПП-Нп60В9Х3СФ, ВеТ ПП-Нп80Х12РТ, ВеТ ПП-Нп80Х20Р3Т, ВеТ ПП-Нп200Х15С1ГРТ, ВеТ ППС-ТМВ57, ВеТ ПП-Нп10Х14Т, ВеТ ПП-Нп15Х14Г, ВеТ ПП-Нп15Х14ГН2М1ФБ, ВеТ ПП-Нп15Х14ГН2, ВеТ ПП-Нп12Х14Н3, ВеТ ПП-Нп12Х13, ВеТ ПП-Нп25Х5ФМС, ВеТ ПП-ТМВ11, ВЕЛТЕК-Н250-РМ, ВЕЛТЕК-Н290, ВЕЛТЕК-Н300-РМ, ВЕЛТЕК-Н350-РМ, ВЕЛТЕК-Н370-РМ, ВЕЛТЕК-Н370-РМК, ВЕЛТЕК-Н450, ВЕЛТЕК-Н460, ВЕЛТЕК-Н460К, ВЕЛТЕК-Н490, ВЕЛТЕК-Н465, ВЕЛТЕК-Н480, ВЕЛТЕК-Н480К, ВЕЛТЕК-Н480С, ВЕЛТЕК-Н500-РМ, ВЕЛТЕК-Н500-РМК, ВЕЛТЕК-Н505-РМ, ВЕЛТЕК-Н550-РМ, ВЕЛТЕК-Н570, ВЕЛТЕК-Н455, ВЕЛТЕК-Н200, ВЕЛТЕК-Н210У, ВЕЛТЕК-Н220У, ВЕЛТЕК-Н285-РМ, ВЕЛТЕК-Н290-РМ2, ВЕЛТЕК-Н390, ВЕЛТЕК-Н390С, ВЕЛТЕК-Н400, ВЕЛТЕК-Н410, ВЕЛТЕК-Н420, ВЕЛТЕК-Н470, ВЕЛТЕК-Н471, ВЕЛТЕК-Н472, ВЕЛТЕК-Н479, ППС-ТМВ29, ВЕЛТЕК-Н540, ВЕЛТЕК-Н560, ВЕЛТЕК-Н580, ВЕЛТЕК-Н600, ВЕЛТЕК-Н620, ВеТ ППС-ТМВ4, ВеТ ППС-ТМВ14, ВеТ ППС-ТМВ15, ВЕЛТЕК-Н500-РМУ, ВЕЛТЕК-Н500-РМС, ВЕЛТЕК-Н565, ВеТ ПП-Нп35В9Х3СФ <b>Проволока порошковая для сварки под водой:</b> ППС-ЭК1, ППС-ЭК2	11.03.2009
ООО «НВП ВЕЛДТЕК»	Киев	<b>Проволока порошковая:</b> ВеТ ПП-Нп14ГСТ	15.12.2006
ООО НПФ «Нефтегазмаш»	Киев	<b>Проволока порошковая:</b> ПП-АН1 ПП-Нп-80Х20Р3Т, ПП-Нп-150Х15Р3Т2, ПП-Нп-200Х15С1ГРТ, ПП-Нп-14ГСТ, ПП-Нп25Х5ФМС ПП-Нп35В9Х3СФ, ПП-Нп45В9Х3СФ ПП-Нп18Х1Г1М, ПП-Нп30Х5Г2СМ, ПП-Нп30Х4Г2М	05.05.2007 28.12.2006 02.03.2007 27.10.2006
Малое частное предприятие «Рабица»	Киев	<b>Проволока стальная сварочная:</b> Св-08Г2С, Св-08ХМ, Св-10НМА	14.12.2007
КНПФ «ЭЛНА»	Киев	<b>Проволока порошковая:</b> ПП-АН1, ПП-Нп20Г2ХС, ПП-АН134Г, ПП-Нп14ГСТ, ПП-АН158, ПП-АН154М, ПП-АН155М, ПП-АН163, ПП-АН163М, ПП-Нп30Х20МН ПП-АН186, ПП-АН187, ПП-Нп12Х13, ПП-АН156М, ПП-АН167, ПП-АН168, ПП-Нп350Х8Г4С4Р, ПП-АН185 ПП-Нп20Х7ГФМС, ПП-Нп100Х15Г2Н2Р, ПП-Нп40Х13, ПП-АНЧ-2С, ПП-АНЧ-5М	28.03.2007 07.06.2007 26.10.2006
МГВП «ГЕФЕСТ»	Киев	<b>Электроды:</b> ГЕФЕСТ-6; ГЕФЕСТ-7, НР-70, ЦН-6Л, Т-590, Т-620, НИИ-48Г, НЖ-13, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, ОЗЛ-9А, ОЗЛ-25Б, ОЗЛ-17У, ЦЛ-11, ТМЛ-1У, ТМЛ-3У, ТМУ-21У, ЦЛ-39, ЦТ-15, ЦУ-5, ЦН-12М, УОНИ 13НЖ, ЦНИИН-4, ЭА-395/9, ЭА-981/15, ЭА-48М/22, ЗИО-8, ЭА-400/10У, ЭА-400/10Т, АНЖР-1, АНЖР-2, ЦЧ-4, Комсомолец-100	27.07.2007
ОАО «Крюковский вагоностроительный завод»	Кременчуг Полтавской обл.	<b>Электроды:</b> АНО-1, АНО-4, АНО-19М, АНО-24, МР-3, УОНИ-13/45СМ, УОНИ-13/55СМ, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55	16.03.2007
ЗАО «ИНДУСТРИЯ»	Луганск	<b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-21, АНО-27, УОНИ-13/55	16.03.2007
ЗАО «Западпромбуд»	Луцк	<b>Электроды:</b> МР-3М	09.12.2006
ОАО «МЗТМ»	Мариуполь	<b>Электроды:</b> УОНИ-13/45, УОНИ-13/55	13.04.2008
ОАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича»	Мариуполь	<b>Электроды:</b> АНО-4, МР-3, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55 <b>Проволока стальная сварочная:</b> Св-08, Св-08А	07.12.2006 25.01.2008
ООО ПКП «Украинская южная компания»	Николаев	<b>Электроды:</b> УОНИИ-13/45А, УОНИИ-13/55, ИТС-4с, МР-3	27.07.2007
ОАО «Стальканат»	Одесса	<b>Проволока стальная сварочная:</b> Св-08, Св-08-О, Св-08А, Св-08А-О, Св-08ГА, Св-08ГА-О, Св-08Г1НМА, Св-08Г1НМА-О, Св-08Г2С, Св-08Г2С-О, Св-08ХМ, Св-08ХМ-О	02.05.2007
ООО «Укрэлектрод»	Полтава	<b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-21, АНО-24, МР-3	19.10.2006
ЧП «Днепролес»	Комсомольск Полтавской обл.	<b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-21, МР-3, ЦЛ-11, УОНИ-13/55, УОНИ-13/45	26.04.2008
ТОВ «Электродмаш»	Стаханов Луганской обл.	<b>Электроды</b> АНО-4	31.07.2006
АО «СМНПО им. Фрунзе»	Сумы	<b>Электроды:</b> АНО-ТМ, АНО-ТМ/60СХ, АНО-ТМ/60, ЗИО-8, МНЧ-2, НЖ-13, НИИ-48Г, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, ОЗЛ-17У, Т-590, Т-620, ТМЛ-1У, ТМЛ-3У, ТМУ-21У, УОНИИ 13\45, УОНИИ 13\55, ЦЛ-11, ЦЛ-20, ЦЛ-39, ЦЛ-51, ЦН-6Л, ЦН-12М, ЦТ-15, ЦУ-5, ЭА-400/10У, ЭА-606/11, ЭА-395/9, ЭА-981/15, ЭА-902/14, ЭА-898/21Б, ЭН-60М	24.03.2007
ООО «Дубровицкий завод сварочных материалов «Искра»	Дубровица Ровенской обл.	<b>Электроды:</b> АНО-4, АНО-21, АНО-29М	19.04.2008

Наименование предприятия	Город	Сертифицированная продукция	Дата окончания действия сертификата
ОАО «АО Спецэлектрод»	Москва	<b>Электроды:</b> ОЗС-4, ОЗС-4И, ОЗС-6, ОЗС-12, ОЗС-12И, ОЗС-11, МР-3, МР-3М, ОЗС-3, АНО-4, АНО-4М, АНО-21, ОЗС-30, ОЗС-32, АНО-11, ВСЦ-4М, УОНИ- 13/55, УОНИ- 13/55К, УОНИ-13/55У, УОНИ- 13/45, УОНИ- 13/45А, УОНИ-13/65, УОНИ-13/85, УОНИ 13/НЖ/12Х13, УОНИ-13/55ТЖ, ОЗС-16, ОЗС-18, ОЗС-23, ОЗС-24М, ОЗС-25, ОЗС-33, ОЗС/ВНИИСТ-27, ЦЛ-17, ЦЛ-39, ЦУ-5, ТМЛ-1У, ТМЛ-3У, ТМУ-21У, ВСФ-65У, ЦЛ-20, ЦЛ-20М, ЦУ-2ХМ, 48Н-1, 48Н-11, 48Н-25, 48Н-15, Н-17, НИАТ-3М, ВИ-10-6, АНЖР-1, АНЖР-2, ЦТ-28, ИМЕТ-10, КТИ-7А, ОЗЛ-9А, ГС-1, ВИ-ИМ-1, ЦЛ-9, ОЗЛ-2, ОЗЛ-3, ОЗЛ-5, ОЗЛ-7, ОЗЛ-14, ОЗЛ-14А, ОЗЛ-20, ОЗЛ-21, ОЗЛ-22, ОЗЛ-25Б, ОЗЛ-27, ОЗЛ-28, ОЗЛ-32, ОЗЛ-35, ОЗЛ-38, ОЗЛ-40, ОЗЛ-41, ЦЛ-11, ЦЛ-11/СЭ, ЦТ-15, ОЗЛ-6, ОЗЛ-6С, ОЗЛ-6СЭ, ЦЛ-25/1, ЗИО-8, ОЗЛ-8, ОЗЛ-8С, НИАТ-1, ОЗЛ-17У, ОЗЛ-36, ОЗЛ-37-2, НИАТ-5, НИАТ-5/СЭ, ЭА-395/9, ЭА-981/15, ЭА-400/10У, ЭА-400/10Т, ЭА-400/10СЭ, НЖ-13, НЖ-13С, НЖ-13СЭ, НИИ-48Г, ЭА-898/21Б, ЭА-606/11, ЭА-48М/22, ОЗЛ-312, ОЗЛ-310, ОЗИ-6, ЭН-60М, УОНИ-13/НЖ (20Х13), Т-590, ОЗН-6, ОЗН-7, ОЗН-7М, ЦНИИН-4, ЦН-6Л, ЦН-12М, ОЗН-300М, ОЗН-400М, ОЗШ-1, ОЗШ-2, ОЗШ-3, ОЗШ-8, ОЗШ-3, ОЗИ-5, ВСН-6, ОЗН/ВСН-9, Т-620, ЭНУ-2, ЦЧ-4, МНЧ-2, ОЗЧ-6, ОЗЧ-3, ОЗЧ-2, ОЗЧ-4, Комсомолец-100, АНЦ/ОЗМ-3, ОЗБ-2М, ОЗБ-3, В-56У, ОЗА-1, ОЗА-2, ОЗАНА-1, ОЗАНА-2, ОЗР-1, ОЗР-2	20.07.2010
ОАО «Лосиноостровский электродный завод»	Москва	<b>Электроды:</b> ЛЭЗУОНИ-13/55, ЛЭЗАНО-4Т, ЛЭЗОЗС-4Т, ЛЭЗМР-3, ЛЭЗОЗС-4, ЛЭЗАНО-4, ЛЭЗОЗС-12, ЛЭЗОЗС-6, ЛЭЗУОНИ-13/45, ЛЭЗЛБгн, ЛЭЗТМУ-21У, ЛЭЗЦУ-5, ЛЭЗУОНИ-13/65, ЛЭЗУОНИ-13/55У, ЛЭЗВИ-10-6/Св-08А, ЛЭЗМР-3Т, ЛЭЗМР-3С, ЛЭЗМР-3А, ЛЭЗУОНИ-13/55А, ЛЭЗУОНИ-13/55С, ЛЭЗЛБ-60, ЛЭЗАНО-6, ЛЭЗАНО-21, ЛЭЗОЗС-18, ЛЭЗТМЛ-1У, ЛЭЗТМЛ-3У, ЛЭЗТМЛ-5, ЛЭЗЦЛ-17, ЛЭЗЦЛ-39, ЛЭЗУОНИ-13/85, ЛЭЗУОНИ-13/85У, ЛЭЗНИАТ-3М, ЛЭЗЦЛ-11, ЛЭЗОЗЛ-7, ЛЭЗОЗЛ-8, ЛЭЗОЗЛ-6, ЛЭЗ-8, ЛЭЗНЖ-13, ЛЭЗЦТ-15, ЛЭЗЭА-395/9, ЛЭЗЭА-400/10У, ЛЭЗОЗЛ-36, ЛЭЗАНЖР-1, ЛЭЗНИАТ-5, ЛЭЗОЗЛ-5, ЛЭЗНИИ-48Г, ЛЭЗЦЛ-9, ЛЭЗ-99, ЛЭЗОЗЛ-9А, ЛЭЗ-29/9, ЛЭЗАНЖР-2, ЛЭЗОЗЛ-19, ЛЭЗОЗЛ-20, ЛЭЗУОНИ-13/НЖ/12Х13, ЛЭЗОЗЛ-17У, ЛЭЗЭА-981/15, ЛЭЗНИАТ-1/04Х19Н9, ЛЭЗОЗЛ-25Б, ЛЭЗЦТ-28, ЛЭЗ-11, ЛЭЗЗИО-8, ЛЭЗК-04, ЛЭЗКТИ-5, ЛЭЗТ-620, ЛЭЗТ-590, ЛЭЗ-4, ЛЭЗЦНИИН-4, ЛЭЗЦН-6Л, ЛЭЗНР-70, ЛЭЗОЗН-6, ЛЭЗУОНИ-13/НЖ/20Х13, ЛЭЗОЗН-300М, ЛЭЗОЗН-400М, ЛЭЗАНП-13, ЛЭЗЦН-12М, ЛЭЗНЧ-2, ЛЭЗЦЧ-4, ЛЭЗМНЧ-2, ЛЭЗОЗЧ-2, ЛЭЗОЗЧ-6, ЛЭЗАНЦ/ОЗМ-3, ЛЭЗКомсомолец-100, ЛЭЗОЗБ-2М, ЛЭЗОЗР-1	24.04.2011
ОАО «Межгосметиз – Мценск»	Мценск	<b>Электроды:</b> АНО-ТМ, АНО-36, ЗИО-8, Комсомолец-100, МНЧ-2, МР-3, МР-3М, НИИ-48Г, ОЗА-1М, ОЗА-2М, ОЗЛ-6, ОЗЛ-8, ОЗЛ-9А, Т-590, ТМЛ-3У, ТМУ-21У, УОНИ-13/45, УОНИ-13/55, УОНИИ-13/45А, ЦЛ-6, ЦЛ-9, ЦЛ-11, ЦТ-15, ЦУ-5, ЦЧ-4, ЭА-395/9, ЭА-400/10У, ЭА-400/10Т, МГМ-50К, АНО-21, НЖ-13, ОЗН-300М, ОЗН-400М, ТМЛ-1У, УОНИИ-13/55R, УОНИИ-13/45R, ЦЛ-39, ЦН-6Л, ЦНИИН-4, ЭН-60М <b>Проволока стальная сварочная:</b> Св-08ГС, Св-08Г2СА, SG-2, Св-06Х19Н9Т, Св-04Х19Н11М3, Св-07Х25Н13, Св-10Х16Н25АМ6	18.03.2008
ЗАО «Северсталь-метиз» (ОАО «Орловский сталепрокатный завод»-ОАО «ОСПАЗ» )	Череповец (Орел)	<b>Электроды:</b> АНО-ТМ, АНО-21, МР-3, УОНИ 13/45, УОНИ 13/55, УОНИИ 13/45А	12.06.2007
ЗАО «Электродный завод»	С.-Петербург	<b>Электроды</b> ЦУ-5, ТМУ-21У, УОНИ-13/45А, УОНИ-13/55, МР-3, ОЗС-12, АНО-4, ЦЛ-39, ТМЛ-1У, ТМЛ-3У, ТМЛ-5, ЭА-395/9, ЭА-48М/22, ЭА-400/10У, УОНИИ-13/НЖ, ОЗЛ-6, ЦТ-15, ЦЛ-11, ЦТ-28, НЖ-13, ОЗЛ-8, НИИ-48Г, ОЗЛ-9А, ЦН-6Л, ЦН-12М, Т-590, ЦЧ-4, УОНИ-13/Н1-БК, МНЧ-2, «Комсомолец-100»	07.02.2011
Фирма «MULTIMET Sp.z.o.o»	Польша	<b>Проволока стальная сварочная:</b> IMT2, IMT3 <b>Проволока порошковая</b> FLUXOFIL 19HD	12.03.2011
Фирма «BOHLER SCHWEISSTECHNIK»	Австрия	<b>Электроды:</b> FOX CEL, FOX CEL Mo, FOX CEL 85, FOX CEL 90, FOX Eti, FOX EV PIPE, FOX EV 47, FOX EV 50, FOX EV 50-W, FOX EV 55, FOX EV 60 PIPE, FOX EV 65, FOX EV 75, FOX P 92, FOX HL 180 Ti, FOX NUT, FOX OHV, FOX SPE, FOX SPM, FOX CM 2 Kb, FOX CM 5 Kb, FOX CM 9 Kb, FOX C 9 MV, FOX C 9 MVW, FOX G C 9 MVW, FOX DCMS Kb, FOX DCMV, FOX DMO Kb, FOX DMV 83 Kb, FOX EV 60, FOX EV 63, FOX EV 85, FOX 2, 5 Ni, FOX 20 MVW, FOX DMO Ti, FOX NiCuCr, FOX EV 70, FOX EV 70 Mo, FOX MS U, FOX BVD 100, FOX BVD 110, FOX BVD 85, FOX BVD 90, FOX BVD RP, FOX CN 2Ti, FOX DCMS Ti, FOX HL 160 Ti, FOX HL180 Kb, FOX KE, FOX KES, FOX MST, FOX MSU, FOX RDA, FOX SUS, FOX TMF, FOX U 80N, FOX AM 400, FOX AM 500, FOX AS 2A, FOX AS4-A, FOX ASN 5, FOX A7, FOX A7-A, FOX A 9M, FOX CN 13/1, FOX CN 13/4, FOX CN 13/6, FOX CN 16/13, FOX CN 16/6M-HD, FOX CN 17/4PH, FOX CN 18/11, FOX CN 18/16 M-A, FOX CN 19/9M, FOX CN 20/25 M, FOX CN 13/4 SUPRA, FOX CN 29/9 SUPRA, FOX CN 29/9, FOX CN 20/25 M-A, FOX CN 22/9 N, FOX CN 23/12-A, FOX CN 23/12 Mo-A, FOX CN 29/9-A, FOX EAS 2-A, FOX EAS 2 Si, FOX EAS 4 M-A, FOX EAS N 25 M, FOX FF, FOX FF-A, FOX FA, FOX 2-VD, FOX SAS 2R, FOX FFB, FOX E 308H, FOX EAS 4M-TS, FOX EAS 4M-VD, FOX FFB-A, FOX FFB 400, FOX KW 10, FOX NIBAS 625, FOX NIBAS 70/20, FOX SAS 2-A, FOX SAS 2, FOX SAS 4, FOX SAS 4M, FOX SAS 4-A, FOX SKWA, FOX SKWAM, FOX EAS 2, FOX EAS 2-TS, FOX EV 70 PIPE, FOX EV 100, FOX P92 <b>Проволока сплошного сечения:</b> EMK 6, EMK 8, EMS 2, EMS 3, CM 2-IG, CM 5-IG, CN 18/11-IG, DCMS-IG, DMO-IG, DMV 83-IG, NI CR MO 2, 5-IG, NI MO 1-IG, X 70-IG, X 90-IG, 2, 5 NI-IG, 20 MVW-IG, CM 9-IG, DCMS, DMO, CM 2-UP, CM 5-UP, C 9 MV-UP, EMS 2 CR MO, EMS 2 MO, EMS 3 MO, NI 2-UP, 20 MVW-UP, A7-IG, CN 13/4-IG, CN 20/25 M-IG(Si), CN 22/9 N-IG, CN 23/12-IG, EAS 2-IG (Si), EAS 4 M-IG (Si), FFB-IG, FF-IG, KWA-IG, KW 10-IG, KW5 NB-IG, NIBAS 625 IG, NIBAS 70/20-IG, SAS 2-IG (Si), SAS 4-IG (Si), SKWA-IG, SKWAM-IG, ASN 5-IG, EAS 2-IG, EAS 4 M-IG, SAS 2-IG, SAS 4-IG, A7-UP, CN 13/4-UP, CN 20/25M-UP, EAS 2-UP, EAS 4M-UP, SAS 2-UP, SAS 4-UP, SKWAM-UP, SKWA-UP <b>Проволока порошковая:</b> HL 50-FD, HL 51-FD, HL 52-FD, HL 53-FD, Kb 52-FD, Ti 52-FD, Ti 60 FD, CN 13/4-FD, CN 13/4-MC, CN 22/9 N-FD, CN 22/9 PW-FD, CN 23/12-FD, CN 23/12 PW-FD, CN 23/12- Mo PW - FD, CN 23/12 Mo-FD, EAS 2-FD, EAS 4M-FD, EAS 4M PW-FD, EAS 2 PW-FD, SAS 2 PW-FD, Nibas 70/20-FD, Nibas 70/20 PW-FD, SAS 4 - FD, SAS 4 PW-FD, PIPR SHILD 71T8-FD	15.05.2008

Наименование предприятия	Город	Сертифицированная продукция	Дата окончания действия сертификата
Фирма «Soudokay S.A.»	Бельгия	<b>Проволока порошковая:</b> SK 14Mn-O, SK 089-O, SK 162-O, SK 19.17.5L-O, SK 218-O, SK 219-S, SK 228-G, SK 228-O, SK 240-O, SK 242-O, SK 242-S, SK 250-G, SK 252-O, SK 252-S, SK 255-O, SK 255-S, SK 256-O, SK 257-O, SK 258 TiC-G, SK 258L-O, SK 258L-SA, SK 258-O, SK 258-S, SK 258-TiC-O, SK 260-M, SK 262-M, SK 263-SA, SK 275-O, SK 307-G, SK 309Mo-O, SK 309-O, SK 350-G, SK 350-O, SK 370-O, SK 385-SA, SK 402-G, SK 402-O, SK 402-S, SK 410C-G, SK 410NiMo-SA, SK 415-O, SK 415-SA, SK 420-M, SK 420-O, SK 420-SA, SK 430C-SA, SK 430-G, SK 430NiMo-SA, SK 430-O, SK 450-G, SK 460-O, SK 461-SA, SK 500-G, SK 519-G, SK 600-G, SK 624-O, SK 625-G, SK 650-G, SK 740-SA, SK 741-G, SK 741-O, SK 785-O, SK 795-O, SK 797-O, SK 820-O, SK 825-M, SK 828-M, SK 830-MF, SK 835-G, SK 840-MF, SK 845-G, SK 848-M, SK 850-MF, SK 856-G, SK 858-M, SK 860-MF, SK 865-G, SK 866-O, SK 868-M, SK 878-M, SK 900 Ni-G, SK 900-O, SK A 43-S, SK A 45-S, SK A 70-G, SK A12-O, SK A40-O, SK A43-O, SK A45-O, SK A45W-O, SK A46-O, SK A67-O, SK AP-G, SK AP-O, SK AP-OSP, SK AP-S, SK BU-O, SK BU-C1, SK BU-S, SK CrMo15-SA, SK CrNi-25-4-G, SK D 35-S, SK D11-G, SK D12-G, SK D15-G, SK D16-G, SK D20-G, SK D25-G, SK D35-G, SK D40-G, SK D7-G, SK D8-G, SK FN-G, SK FNM-G, SK FNMS-G, SK NiCr3-G, SK SOUDOCORE 55-NiO, SK STELKAY 1 G, SK STELKAY 12 G, SK STELKAY 21-G, SK STELKAY 21L-G, SK STELKAY 25-G, SK STELKAY 50-G, SK STELKAY 6 AG, SK STELKAY 6 G, SK TOOL-ALLOY C-G, SK TOOL-ALLOY Co-G, SK TUBINOX-G307, SK U520Co-G, SK U520-G, SK U520-G SP <b>Флюсы:</b> RECORD SB, RECORD 13 BLFT, RECORD CuAlW, RECORD CuNi30T, RECORD CuNiW, RECORD EST 122, RECORD EST 126, RECORD EST 126, RECORD EST 136, RECORD EST 200, RECORD EST 201, RECORD EST 236, RECORD EST 259, RECORD EST 308-1, RECORD EST 316-1, RECORD EST 317-1, RECORD EST 347-1, RECORD EST 385-1, RECORD EST 400, RECORD EST 423, RECORD EST 426, RECORD EST 452, RECORD IN, RECORD IND 24, RECORD IND 24-F, RECORD IND 27, RECORD INT 101, RECORD INT 101 Mo, RECORD INT 102, RECORD INT 109, RECORD INT 316, RECORD NFT 201, RECORD NiCr3TQ5, RECORD NiCrW, RECORD NiCrW 412, RECORD NiCuT, RECORD NiCuW, RECORD NiT, RECORD R250, RECORD R400S, RECORD RT 146, RECORD RT 152, RECORD RT 157, RECORD RT 159, RECORD RT 162, RECORD RT 178 RECORD RT 182, RECORD RT 250, RECORD RT 350, RECORD RT 400 D, RECORD S 46T, RECORD SA, RECORD SF, RECORD SK, RECORD Sni, RECORD SO, RECORD SR <b>Ленты:</b> Soudotape A, Soudotape 20.25.5 Lcu, Soudotape 21.11 LNb, Soudotape 21.13.3 L, Soudotape 22.11 L, Soudotape 22.6.3 L, Soudotape 22.9.3 L, Soudotape 24.12 LNb, Soudotape 308 L, Soudotape 309 L, Soudotape 310 MM, Soudotape 316 L, Soudotape 347, Soudotape 410 L, Soudotape 410 NM, Soudotape 420, Soudotape 430, Soudotape 430 L, Soudotape 430 Lni, Soudotape 625, Soudotape 825, Soudotape B, Soudotape CuNi30, Soudotape NiCr3, Soudotape NiCr3H, Soudotape NiCrMo22, Soudotape NiCrMo4, Soudotape NiCrMo59, Soudotape NiCrMo7, Soudotape NiCu7, Soudotape NiTi, Soudotape S 258, Soudotape S 307, Soudotape S 309 LNb, Soudotape S 32.27, Soudotape ScoCr21, Soudotape ScoCr6, Soudotape ScrNi26.22Mn, Soudotape ScrNi32.27Mn	11.03.2009
«Bohler Thyssen Schweiss-technik»	Германия	<b>Электроды:</b> Phoenix 120 K; Phoenix SH Ni 2 K 130; Phoenix Chromo 5; Phoenix 6013; Phoenix SH Schwarz 3 K; Phoenix Chromo 9 V; Phoenix 7018; Phoenix SH Schwarz 3 K Ni; Thermanit MTS 3; Phoenix K 50; Phoenix SH Schwarz 3 KR; Thermanit MTS 4; Phoenix K 50 R; Phoenix SH Schwarz 3 MK; Thermanit MTS 616; Phoenix K 50 R Mod.; Phoenix SH Schwarz 3 T; Thermanit MTS 911; Phoenix SH Chromo 2 KS; Phoenix SH Schwarz 3 TR; Thermanit Nicro 182; Phoenix SH Kupfer 1 K; Thermanit 17/15 TT; Thermanit Nicro 82; Phoenix SH Kupfer 1 KC; Thermanit 19/15 H; Thermanit Nimo C; Phoenix SH Kupfer 1 TR; Phoenix Blau Mo; Thermanit Nimo C 22; Phoenix SH Kupfer 3 K; Thermanit 21/33 So; Thermanit Nimo C 24; Phoenix SH Kupfer 3 KC; Thermanit 22/09; Thermanit Nimo CW; Phoenix SH Grun K 70; Thermanit 25/22 H; Phoenix NiMo 100; Phoenix SH V 1; Thermanit 30/40 E; Thermanit 20/25 CuW; Phoenix SH V 370; Thermanit 617; Thermanit 21/33; Phoenix SH Lila R; Thermanit 625; Thermanit 20/25 Cu; Phoenix SH Ni 2 K 70; Phoenix Chromo 1; Thermanit 35/45 Nb; Phoenix SH Ni 2 K 90; Phoenix Cromo 1 K; Thermanit 25/35 R; Phoenix SH Ni 2 K 100; Phoenix Chromo 2 V; Thermanit 13/65 TTW 150 Thermanit CM; Phoenix Chromo 3 V <b>Проволока:</b> Thermanit 13/04 Si; Thermanit MTS 3; Thermanit GE-316L Si; Thermanit 17/15 TT; Thermanit MTS 4 Si; Thermanit GE-316L Thermanit 19/15 H; Thermanit Nicro 616; Thermanit C Si; Thermanit 20/25 Cu; Thermanit MTS 911; Union SG 2-H; Thermanit 21/33 So; Thermanit ATS 4; Union SG 3-H; Thermanit 22/09; Thermanit HE; Thermanit 1720; Thermanit 25/14 E-309L; Thermanit HE Si; Thermanit 1740; Thermanit 25/22 H; Thermanit 14 K; Thermanit JE-308L Si; Thermanit 30/40 E; Thermanit Nicro 82; Thermanit JE-308L; Thermanit 617; Thermanit Nimo C; Thermanit 18/17 E; Thermanit 625; Thermanit Nimo C 22; Thermanit 20/10; Thermanit 686; Thermanit Nimo C 24; Union I 1, 2 Ni; Thermanit A; Thermanit X; Union I 2; Thermanit A Si; Union S2; Union I 2, 5 Ni; Thermanit H Si; Thermanit 35/45 Nb; Union I 52; Thermanit H-347; Thermanit 25/35 R; Union I CrMo <b>Флюсы:</b> UV 306; UV 421 TT; Marathon 431; UV 400; Marathon 104; Marathon 543; UV 480 TT; Marathon 213; Marathon 444	20.07.2010
Фирма «UTP Schweißmaterial GmbH & Co. KG»	Германия	<b>Проволока стальная сварочная:</b> UTP A 32, UTP A 34N, UTP A47, UTP A48, UTP A 63, UTP A 68 MoLC, UTP A 68 LC, UTP A 80 Ni, UTP A 80 M, UTP A 320, UTP A381, UTP UP 63, UTP A387, UTP A495, UTP A 651, UTP A 660, UTP A 661, UTP A 673, UTP A 1915 HST, UTP A 2535 Nb, UTP A 5520 Co, UTP UP 651, UTP A 6170 Co, UTP A 6222 Mo, UTP A 6225 Al, UTP A 6824 MoLC, UTP A 7015 Mo, UTP A Celsit 706, UTP A Celsit 712, UTP A DUR 250, UTP A DUR 350, UTP A DUR 600 <b>Проволока порошковая:</b> UTP AF 068 HH, UTP AF A7, UTP AF CELSIT 721, UTP AF CELSIT 706, UTP AF CELSIT 712, UTP AF CELSIT 701, UTP AF BMC, UTP AF LEDURIT 60, UTP AF LEDURIT 68, UTP AF Antinit DUR 300, UTP 1 M, UTP 1 MR, UTP 11 M, UTP 11 MR, UTP AF LEDURIT 70, UTP AF LEDURIT 76, UTP AF DUR 250, UTP AF DUR 350, UTP AF DUR 600, UTP AF DUR 600 MP, UTP AF DUR 650, UTP AF DUR 650 MP, Thermanit 19/15H, UTP AF Antinit DUR 500, UTP 6 M, UTP 6 MR, UTP 2 M, UTP 2 MR, UTP 7 M, UTP 3034 M, UTP 3040 M, UTP 3044 M, UTP 306 M, UTP 31 NM, UTP 3 M, UTP 3046 M, UTP 57 Pa, UTP 570 Pa, UTP 573 Pa, UTP Neosil M, UTP Neosil MR <b>Электроды:</b> UTP 8, UTP 32, UTP 34, UTP 34N, UTP 39, UTP 47, UTP 48, UTP 49, UTP 63, UTP 68 LC, UTP 68 MoLC, UTP 73 G2, UTP 73 G3, UTP 73 G4, UTP 75, UTP 80M, UTP 80Ni, UTP 82Ko, UTP 86 FN, UTP 83 FN, UTP 85 FN, UTP 8 C, UTP 88 H, UTP 8 NC, UTP 888, UTP 8 Ko, UTP 84 FN, UTP 81, UTP 807, UTP 5D, UTP 5E, UTP 1817, UTP 68 H, UTP 68 Kb, UTP 6820, UTP 6805 Kb, UTP 68 HkK, UTP 6809 MoKb, UTP 320, UTP 343, UTP 387, UTP 389, UTP485, UTP 673, UTP 690, UTP 694, UTP 702, UTP 776 Kb, UTP 1915 HST, UTP 2133 Mn, UTP 2522 Mo, UTP 2535 Nb, UTP 3422, UTP 5520 Co, UTP 6225 Al, UTP 6824 MoLC, UTP 6824 LC, UTP 6824 , UTP 6635, UTP 63 Kb, UTP 6302, UTP 68, UTP 6820 Nb, UTP 6820 LC, UTP 68 Mo, UTP 6820 MoNb, UTP 6820 MoLC, UTP 683 LC, UTP 68 TiMo, UTP 1925, UTP 684 MoLC, UTP 6808 Mo, UTP 6808 MoKb, UTP 6809 Mo, UTP 6810 MoKb, UTP 6807 MoCuKb, UTP 7000, UTP 7010, UTP 7015, UTP 7015 Mo, UTP 7200, UTP BMC, UTP CELSIT 721, UTP CELSIT 706, UTP CELSIT 712, UTP GNX-HD, UTP Antinit DUR 300, UTP Antinit DUR 500, UTP CHRONOS, UTP CELSIT V, UTP CELSIT SN, UTP 63, UTP 630, UTP 65, UTP 65 D, UTP 651, UTP 653, UTP 3033 W, UTP 3545 Nb, UTP 2949 W, UTP 5048 Nb, UTP 6202 Mo, UTP 6802 Mo, UTP 66, UTP 6615, UTP 660, UTP 6655 Mo, UTP 684 LC, UTP 68 MoLCHL, UTP 68 LCKb, UTP 68 NbKb, UTP 68 MoLCKb, UTP 68 MoNbKb, UTP DUR 250, UTP DUR 300, UTP DUR 350 UTP DUR 400, UTP DUR 600, UTP DUR 650 Kb, UTP 068 HH, UTP LEDURIT 60, UTP LEDURIT 61, UTP LEDURIT 65, Thermanit 19/15H, UTP 670, UTP 67 S, UTP 82, UTP 82 AS, UTP 68 HH, UTP 7015 NK, UTP 6218 Mo, UTP 665, UTP 672, UTP 661, UTP 711 B, UTP 7100, UTP 700, UTP 7008, UTP 3127 LC, UTP 759 Kb, UTP 4225, UTP 7015 HL, UTP 7017 Mo, UTP 7013 Mo, UTP 703 Kb, UTP 704 Kb, UTP 722 Kb, UTP 32 W, UTP 750, UTP 730, UTP 6809 MoCuKb, UTP 6208 Mo, UTP 6222 Al, UTP 7200, UTP DVR550W, UTP AF 3436, UTP AF Ledurid 520, UTP AF DUR 550MD, UTP AF 8051Mn, UTP AF 690, UTP AF 750, UTP AF 5520 Co	15.05.2008
«Drahtzug Stein wire & welding»	Германия	<b>Электроды:</b> MEGAFIL 710 M, MEGAFIL 713 R, MEGAFIL 731 B, MEGAFIL 822R SDA 2, SDA S2	01.09.2006 15.11.2006



Наим. пр-тия	Город	Сертифицированная продукция	Дата окончания действия сертификата
Фирма «Castolin France»	Франция	<p><b>Электроды:</b> Castolin E 316L-17, Castolin 6666N, Castolin 2, Castolin 244NC, Castolin 640, Castolin E 318-17, Castolin 1868, Castolin 6, Castolin XHD 2230, Castolin 646 XHD, Castolin E 385-17, Castolin EC 4085, Castolin N 102, Castolin XHD 2480, Castolin 680S, Castolin E 2209-17, Castolin EC 4001, ULTIMIUM 112, Castolin EC 4023, Castolin 686, Castolin 1602S, Castolin CuTrode 01, Castolin EC 3292, Castolin EC 4024, Castolin 690, Castolin 1610S, CastolinExoTrode ou 3 EX, Castolin EC 4004, Castolin EC 4040, Castolin 690 SF, Castolin 1616, Electrodes Arcair, Castolin EC 4050, Castolin EC 7330D, Castolin CP 3922, Castolin CP 33000, Castolin N 700, Castolin 6055, Castolin CP 3981, Castolin EC 33226, Castolin EC 4010, Castolin 6806, Castolin EC 4022, Castolin EC 33273, Castolin EC 4015, Castolin CP 35200, Castolin EC 4046, Castolin EC 33300, Castolin EC 4541, Castolin 54355, Castolin 6825, Castolin CP 33500, Castolin 5006, Castolin EC 3279, Castolin 6868 XHD, Castolin EC 3218, Castolin N 6060, Castolin CP 3922, Castolin 7220, Castolin EC 4102, Castolin 6065, Castolin EC 4022, Castolin 54690, Castolin EC 4108, Castolin N 6070, Castolin EC 4104, Castolin E 307-17, Castolin EC 4109, Castolin 6825, Castolin E 308L-17, Castolin EC 4257, Castolin EC 7910, Castolin E 309 MoL-17, Castolin 6464, Castolin EC 7935, Castolin E 310-17, Castolin 6601, Castolin EC 7938, Castolin EC 7940</p> <p><b>Проволока для сварки MIG и MAG:</b> CastoMag 45612, CastoMag 45515, CastoMag 45252, CastoMag 45706, CastoMag 45806, CastoMag 45654, CastoMag 45516, CastoMag 45254, CastoMag 45707, CastoMag 45002, CastoMag EG 5216, CastoMag 45520, CastoMag 45257, CastoMag 45750, CastoMag 45351, CastoMag 45002L, CastoMag 45552, CastoMag 73395, CastoMag 45751, CastoMag 45612, CastoMag 45500, CastoMag 45554, CastoMag 73499, CastoMag 45802, CastoMag 45654, CastoMag 45503, CastoMag 45250, CastoMag 45701, CastoMag 45803, CastoMag 45655, CastoMag 45505, CastoMag 45251, CastoMag 45703, CastoMag 45805, CastoMag 45656, CastoMag 45513</p> <p><b>Прутки и проволока для сварки TIG:</b> Casto TIG 45507W, Casto TIG RB 3229, Casto TIG 45707W, Casto TIG 45301W, Casto TIG 45421W, Casto TIG 45612W, Casto TIG RB 5248, Casto TIG 45801W, Casto TIG 45303W, Casto TIG 45425W, Casto TIG 45654W, Casto TIG 45701W, Casto TIG 45802W, Casto TIG 45305W, Casto TIG 45612W, Casto TIG 45500W, Casto TIG 45703W, Casto TIG 45805W, Casto TIG 45355W, Casto TIG 45654W, Casto TIG 45503W, Casto TIG 45704W, Casto TIG 45806W, Casto TIG 45406W, Casto TIG 45655W, Casto TIG 45516W, Casto TIG 45706W, Casto TIG 45412W, Casto TIG 45656W, Casto TIG 45513W, Casto TIG 45660W, Casto TIG 45515W, Casto TIG 45520W, Casto TIG 45552W, Casto TIG 45252W, Casto TIG 45255W</p> <p><b>Прутки для пайки:</b> Castolin 1030 F, Castolin 181, Castolin 800, Castolin 14F, Castolin RT 5217, Castolin 1020 XFC, Castolin 1030 XFC, Castolin 181 F, Castolin 801, Castolin 16, Castolin RT 5241, Castolin 1700, Castolin 1020 F, Castolin 804, Castolin 16F, Castolin 185, Castolin 1702, Castolin 1020 XFC, Castolin 806, Castolin 16XFC, Castolin 185 F, Castolin 1802 F, Castolin 1655, Castolin 808, Castolin 18, Castolin 185 XFC, Castolin 1802 XFC, Castolin 1655 F, Castolin 808 G, Castolin 18F, Castolin 186, Castolin 1802 G, Castolin 1665, Castolin 1803D, Castolin 18 XFC, Castolin 186 F, Castolin Xuper 1802, Castolin 1665 F, Castolin 1805, Castolin 146, Castolin E7620, Castolin 1810 F, Castolin 1665 XFC, Castolin RB 3204, Castolin 146 F, Castolin E7621, Castolin 3217, Castolin 1666, Castolin RB 4242, Castolin 146 XFC, Castolin E7622, Castolin RB 4240, Castolin 1666 XFC, Castolin RB 4270, Castolin 146 XFG, Castolin 7888 SH, Castolin 4240 NF, Castolin 1703, Castolin RB 5246, Castolin 73350, Castolin 7888 T, Castolin 4268 NF, Castolin Xuper 1800, Castolin RB 5280, Castolin 157, Castolin CastoDrill 8800, Castolin 5230 NF, Castolin 1806, Castolin RB 5283, Castolin 157 BN, Ultimum 8811, Castolin RB 5234, Castolin RB 5286, Castolin 1827, Castolin 21 F, Castolin RF 5234, Castolin RT 3232, Castolin 190, Castolin 4299 G, Castolin 210, Castolin 38240 F</p> <p><b>Сплавы в форме порошка:</b> RotoTec 51000, Eutalloy 10009, Eutalloy 15685, CastoPlast 31200, Eutroloy 16025, RotoTec 51990, Eutalloy 10011, Eutalloy 15999, MetaCeram 28020, Eutroloy 16221, RotoTec 19200, Eutalloy 10020, Eutalloy 12031, MetaCeram 28030, Eutroloy 16604, RotoTec 19310, Eutalloy 10027, Eutalloy 12039, MetaCeram 28085, Eutroloy 16606, RotoTec 19400, Eutalloy 10036, Eutalloy 12045, MetaCeram 28095, Eutroloy 16648, RotoTec 19800, Eutalloy 10112, Eutalloy 12057, Eutroloy 6503, RotoTec 19850, Eutalloy 10185, Eutalloy RW 12112, Eutroloy 16001, Meca Tec Express, RotoTec 19868, Eutalloy 10224, Eutalloy RW 12494, Eutroloy 16006, Meca Tec III, RotoTec 19940, Eutalloy 10611, Eutalloy RW 12495, Eutroloy 16008, Meca Tec A5, RotoTec 19985, Eutalloy 10680, Eutalloy RW 12999, Eutroloy 16012, Meca Tec ASHT, RotoTec 19999, Eutalloy 5404, Eutalloy RW 17496, RotoTec 29230, Eutalloy 8985, Eutalloy RW 17497, RotoTec 29240, Eutalloy 9001, Eutalloy RW 17535, ProXon 21021, ProXon 21023, ProXon 21031, ProXon 21071</p>	08.07.2009
«ASKA YAK Kaynak Teknigi Sanayi ve Ticaret A.S.»	Турция	<p><b>Электроды:</b> AS R-116; AS DA-771; AS Oluk Acma; AS R-132; AS DA-774; AS Kesme; AS R-143; AS DA-777; STARWELD KARBON; AS R-144; AS DA-778; AS SD-CR 10; AS R-146; AS P-307; AS SD-CR 13; AS B-204; AS P-308 L; AS SD-60; AS B-235; AS P-308 Mn; AS SD-65; AS B-248; AS P-308 Mo; AS SD-300; AS B-255; AS P-309 L; AS SD-350; AS B-268; AS P-309 Mo; AS SD-HSS; AS S-6010; AS P-310 R; AS SD-MANGAN; AS S-6011; AS P-312; AS SD-MANGAN 165; AS S-7010 Mo; AS P-316 L; AS SD-ABRA Nb; AS S-8010 Ni; AS P-316 S; AS SD-ABRA Cr; AS DT-165; AS P-318 Super; Kobatek 111; AS DT-180; AS P-347; Kobatek 46; AS DA-708; AS AlSi 5; Kobatek 418; AS DA-710; AS AlSi 12; Kobatek 458; AS DA-731; AS Bronz; Kobatek 213; AS DA-735; AS Pik 55; Kobatek 250; AS DA-737; AS Pik 65; AS DA-753; AS Pik 98 Super</p> <p><b>Проволока:</b> AS SG2; AS SG3; AS S1; AS S2; AS S2 Si; AS S2 Mo; STARWELD MW-308LSi; STARWELD MW-316LSi; STARWELD TW-308L; STARWELD MW-316Li</p>	20.07.2010
Фирма «ESAB AB»	Швеция	<p><b>Электроды:</b> OK 21.03, OK 46.00, OK 48.00, OK 48.04, OK 48.05, OK 48.08, OK 53.38, OK 55.00, OK 73.05, OK 73.08, OK 73.68, OK 74.46, OK 74.70, OK 74.78, OK 75.75, OK 75.78, OK 76.18, OK 76.28, OK 76.35, OK 76.96, OK 83.28, OK 84.58, OK 84.78, OK 86.28, OK Femax 33.80, OK Femax 38.65, OK Femax 38.95, KV 5L, PIPEWELD 6010 (plus), PIPEWELD 7010 (plus), PIPEWELD 8010, OK 61.30, OK 61.35, OK 61.85, OK 61.86, OK 63.20, OK 63.30, OK 63.85, OK 67.15, OK 67.45, OK 67.50, OK 67.55, OK 67.60, OK 67.70, OK 67.75, OK 68.15, OK 68.25, OK 69.33, OK 86.28, OK 92.18, OK 92.26, OK 94.25, OK 94.55, OK 96.10, OK 96.20, OK 96.50, OK 92.60, OK 94.25, OK 94.55, OK 96.10, OK 96.20, OK 96.50</p> <p><b>Флюсы:</b> OK Flux 10.05, OK Flux 10.37, OK Flux 10.40, OK Flux 10.61, OK Flux 10.62, OK Flux 10.70, OK Flux 10.71, OK Flux 10.74, OK Flux 10.81, OK Flux 10.92, OK Flux 10.93</p> <p><b>Проволока, прутки сплошного сечения:</b> OK Autrod 12.10, OK Autrod 12.20, OK Autrod 12.22, OK Autrod 12.24, OK Autrod 12.32, OK Autrod 12.34, OK Autrod 12.50, OK Autrod 12.51, OK Autrod 12.63, OK Autrod 12.64, OK Autrod 13.09, OK Autrod 13.10, OK Autrod 13.12, OK Autrod 13.13, OK Autrod 13.20, OK Autrod 13.22, OK Autrod 13.26, OK Autrod 13.28, OK Autrod 13.29, OK Autrod 13.43, OK Autrod 16.10, OK Autrod 16.11, OK Autrod 16.12, OK Autrod 16.21, OK Autrod 16.30, OK Autrod 16.32, OK Autrod 16.52, OK Autrod 16.53, OK Autrod 16.70, OK Autrod 16.86, OK Autrod 16.88, OK Autrod 18.01, OK Autrod 18.04, OK Autrod 18.15, OK Autrod 18.16, OK Autrod 18.22, OK Tigrod 12.60, OK Tigrod 12.64, OK Tigrod 13.09, OK Tigrod 13.22, OK Tigrod 13.32, OK Tigrod 16.11, OK Tigrod 16.12, OK Tigrod 16.30, OK Tigrod 18.01, OK Tigrod 18.04, OK Tigrod 18.09, OK Tigrod 18.15, OK Tigrod 18.16, OK Tigrod 18.22</p> <p><b>Проволока порошковая:</b> OK Tubrod 14.12, OK Tubrod 14.20, OK Tubrod 14.22, OK Tubrod 14.27, OK Tubrod 14.31, OK Tubrod 14.33, OK Tubrod 14.37, OK Tubrod 15.13, OK Tubrod 15.14, OK Tubrod 15.31, OK Tubrod 15.43, OK Tubrod 15.52, OK Tubrod 15.65, OK Tubrod 15.73, Filarc PZ6113S, Filarc PZ6113, Filarc PZ6114S, Filarc PZ6130, Filarc PZ6138, Filarc PZ6166</p>	18.04.2008

Н. А. Проценко, аудитор, руководитель группы сертификации материалов, ГП НТЦ «СЕПРОЗ» НАНУ

## Производители сварочных материалов,

имеющие сертификат соответствия в системе УкрСЕПРО, выданный Запорожским РГЦСМС (по состоянию на 01.06.2006)

Наименование предприятия	Город	Сертифицированная продукция	Дата окончания действия сертификата
ЗАО «Запорож-энергоремонт»	Запорожье	<b>Электроды:</b> сварочные УНО-4, наплавочные Т-590 сварочные УОНИ 13/55С	04.01.2007 19.02.2007
ООО «Спутник М»	Запорожье	<b>Проволока стальная неомедненная</b>	31.01.2008

А. В. Омелянович, зам. руководителя ОС продукции

# Большой ученый и человек — Исидор Ильич Фрумин

С. Я. Шехтер, канд. техн. наук



*Инженер-химик, выпускник Киевского индустриального института (ныне НТУУ «КПИ») в 1936 г. оказался невостребованным. Всему мешала ситуация — отец репрессирован. Проматавшись около года в поисках работы, молодой химик заглянул в недавно образованный исследовательский институт. Директор терпеливо выслушал молодого человека, узнав о судьбе отца, не прервал беседу. Химику показалось, что директор не понял или не расслышал главного — у него репрессирован отец, и он повторил злосчастную фразу, однако директор продолжал беседу: что изучал, нравится ли специальность, где бы хотел работать... Ситуация казалась странной, нереальной, но директор продолжал задавать вопросы. Наконец наступила пауза, и студент собрался уходить, не сомневаясь в итоге разговора — так уже было много раз: «Ничем, к сожалению, не могу Вам помочь», — обычно заключал собеседник. На этот раз все оказалось не так. Помолчав немного, директор коротко сказал: «Я Вас беру, выходите завтра на работу».*

Шел 1937 год. Выпускником института был двадцатипятилетний Исидор Фрумин, а его собеседником — академик Евгений Оскарович Патон. Так судьба связала будущего большого ученого с Институтом электросварки им. Е. О. Патона — навсегда, на всю жизнь, без остатка.

Одна из первых его работ, выполненных по поручению Евгения Оскаровича Патона, — создание методики оценки коррозионной стойкости несущих конструкций Дворца Советов в Москве. Пришлось приложить немало усилий, и уже тогда он усвоил одно из основных правил патоновской школы — доводить порученное дело до практического воплощения.

В то время в ИЭС разрабатывали технологию автоматической дуговой сварки под флюсом. При этом, что бывает нередко, эксперимент опережал теоретические исследования. Создавали флюс методом проб и ошибок. Подготовленная при этом база позволила будущим поколениям исследователей-сварщиков с большей эффективностью создавать новые флюсы для сварки различных сталей и сплавов. Участвовал в этой работе и Исидор Ильич Фрумин. А разработанная технология автоматической сварки под флюсом позволила в годы Великой Отечественной войны во много раз увеличить производство танков Т-34.

С началом войны молодой ученый добровольцем уходит на фронт. С действующей армией он отступает от Киева до Сталинграда, выходит из окружения, участвует в Сталинградской битве, затем с боями проходит путь от Сталинграда до Берлина.

Профессия химика определила место в строю — Исидор Ильич заканчивает войну в звании майора, начальника химической службы зенитной дивизии. Три боевых ордена и четыре медали за ратные заслуги. На

встрече однополчан в середине 1980-х годов в Киеве присутствующие стоя, под звуки оркестра торжественно встречали боевое знамя дивизии, которое внес в зал гвардии майор И. И. Фрумин.

После войны Исидор Ильич вновь возвращается в Киев, в ИЭС им. Е. О. Патона. Накопленные до войны материалы помогли ему уже в 1946 г. защитить кандидатскую диссертацию. Последовало назначение заведующим лабораторией. В это время Исидор Ильич впервые в теории и практике сварочных технологий предлагает идею использования сварочной дуги для повышения работоспособности элементов машин и механизмов — наплавку их рабочих поверхностей. Первые же эксперименты показали реальную возможность достижения поставленной цели.

Разрабатывая эту идею, он изучил условия работы деталей различных машин и механизмов, виды изнашивания, которым они подвергаются. Стало ясно, что увеличение за счет наплавки продолжительности эксплуатации изнашиваемых деталей даст возможность значительно улучшить производственные показатели многих предприятий. Полученные данные позволили разработать новые типы наплавочных материалов, наиболее пригодные при тех или иных видах изнашивания. Первые положительные результаты были получены в черной металлургии при наплавке валков прокатных станов. В первое послевоенное десятилетие, когда восстанавливались металлургические заводы Украины, это было особенно актуальным. Предложенные И. И. Фруминым новые идеи позволяли решать главные проблемы того времени — повысить объем выпуска стального проката и снизить затраты на его производство. Впервые разработанная под руководством Исидора Ильича порошковая проволока для наплавки

дала возможность решить одну из основных задач — обеспечить оптимальный по химическому составу и эксплуатационным свойствам наплавленный металл.

Наше знакомство с Исидором Ильичом началось в 1959 году на Коммунарском (ныне Алчевском) металлургическом комбинате. Мне, в то время начальнику цеха ремонта прокатных станов, позвонил директор комбината Анатолий Васильевич Жердев: «Примите представителя ИЭС, окажите содействие». Познакомились. Поражала речь Исидора Ильича, — обо всем, даже самом сложном и малоизвестном, он говорил абсолютно четко, ясно, убедительно, — и просто человеческое обаяние. Обсудили предложение ИЭС — организовать работы по восстановлению изношенных валков горячей прокатки. Все ново, интересно, увлекательно. При этом полное доверие к автору предложения. Визит закончился договором НИР на разработку и внедрение технологии наплавки.

В результате Коммунарский меткомбинат стал одним из первых, на котором весьма успешно была внедрена новейшая тогда технология наплавки стальных валков листопркатных станов массой до 50 т. Было изготовлено специальное оборудование — установка с четырьмя наплавочными головками, создан комплекс термического оборудования — термостатов, электропечей для термической обработки валков, индукторов для предварительного и сопутствующего подогрева валков и многое другое.

Борис Евгеньевич Патон уделял большое внимание нашей работе, душой которой был Исидор Ильич. Побывав на Коммунарском меткомбинате, в цехе, где работали различные наплавочные установки, он смог убедиться в эффективности этих работ, научным руководителем которых был все тот же Исидор Ильич.

Успешно решили и главный, кадровый вопрос подготовки операторов-наплавщиков. В отделе кадров комбината появилась новая тогда рабочая специальность наплавщика. Опыт применения наплавки на Коммунарском меткомбинате в конце 1950-х — начале 1960-х годов дал прекрасный результат — в несколько раз увеличилась износостойкость наплавленных стальных валков крупнейшего в то время в стране листопркатного стана «2800». Впоследствии электродуговая наплавка стальных прокатных валков стала успешно применяться на всех металлургических заводах СССР.

В дальнейшем разрабатывались новые наплавочные материалы: порошковые проволоки, спеченные и порошковые ленты, порошки для плазменной и индукционной наплавки. Результаты поражали эффективностью. Новые наплавочные материалы и технологии с каждым годом применялись все шире.

Исследования по дуговой сварке и наплавке под флюсом, работы по созданию принципиально новых наплавочных материалов легли в основу докторской диссертации, которую Исидор Ильич успешно защитил в 1959 г.

Около 30 лет И. И. Фрумин возглавлял созданный им отдел физико-металлургических проблем наплавки

ИЭС им. Е. О. Патона. За это время он с учениками и коллегами разработал многочисленные способы и технологические процессы наплавки, новые наплавочные материалы, которые нашли применение в различных отраслях промышленности и сельском хозяйстве.

В 1968 г. была основана премия им. Е. О. Патона за выдающиеся достижения в области сварочных технологий. Первым лауреатом этой премии стал Исидор Ильич Фрумин. В 1978 г. он вместе с коллегами был удостоен Государственной Премии СССР за создание, организацию производства и внедрение новых сварочных материалов, в том числе порошковых проволок.

В 1961 г. выходит из печати книга Исидора Ильича «Автоматическая электродуговая наплавка». И сегодня эта монография — главный фундаментальный труд о теоретических и практических основах наплавки и промышленном применении новейших наплавочных технологий.

Работая на Коммунарском меткомбинате, Исидор Ильич предложил практиковать семинары, куда приглашали специалистов-наплавщиков, главных механиков и главных сварщиков заводов. Хорошие связи сразу же установились с крупнейшими меткомбинатами страны: «Запорожсталь», «Криворожсталь», Магнитогорским, Днепродзержинским, Макеевским и другими. Со временем эти семинары приобрели более широкий масштаб и стали всесоюзными по теоретическим и технологическим основам наплавки.

За 16 лет (1976–1992 гг.) Исидору Ильичу с коллегами удалось провести 17 семинаров, на которых он неизменно председательствовал до 1983 г. Семинары проходили несколько раз в Киеве, а также в Алма-Ате, Тбилиси, Леселидзе, Волгограде, Запорожье, Краматорске, Череповце, Мариуполе, Коммунарске, Севастополе, Волгодонске (на Атоммаше). Активно участвовали в работе семинаров иностранные ученые. Среди них были широко известные специалисты: Э. Кречмар (Германия), П. Блашкович (Словакия), М. Байда (Чехия), П. Снегонь и Э. Турык (Польша) и другие.

Исидор Ильич был человеком, обладавшим энциклопедическими знаниями, и с ним всегда было очень интересно. Он владел несколькими иностранными языками, причем немецким и французским в совершенстве. Садясь в поезд, он всегда покупал французскую «Юманите», в которой можно было прочитать больше, чем в советских газетах, и комментировал эти новости своим спутникам. И, конечно, он рассказывал, как попал в ИЭС, а также кое-что из военной жизни. Обо всем он говорил предельно компетентно: мемуары Черчилля, Бермудский треугольник, американцы на Луне, Сахаров и водородная бомба, пересадка сердца, «Новый мир» Твардовского. Несмотря на предельную загруженность, он очень много читал: военные мемуары, «толстые» журналы тех лет, особенно «Новый мир» Твардовского, своего любимого писателя. Поэму «Василий Теркин» знал наизусть. Портрет Твардовского висел на стене его домашнего кабинета.



Участники семинара в г. Алчевске  
(в центре И. И. Фрумин, справа С. Я. Шехтер)

Встречались мы с Исидором Ильичом постоянно и часто — на комбинате, в ИЭС, на конференциях, совещаниях, семинарах, вне работы, дома. В 1970-е и 1980-е годы ездили вдвоем на лыжную базу в Подмоскowie, вблизи Звенигорода, отдыхать. Он любил рассказывать и делал это мастерски, как и все в жизни. В эти дни, на стыке зимы с весной, стояла чудесная погода: ослепительно белый снег, хвойный лес и «речка подо льдом блестит», как у Пушкина, которого Исидор Ильич любил и читать, и слушать. Там же он рассказал мне удивительную историю дружбы его матери Анны Ефремовны с Н. С. Хрущевым.

... В предвоенные годы Никита Сергеевич и его семья были озабочены здоровьем младшего сына Леонида, у которого было прогрессирующее заболевание коленного сустава. Леонида не приняли в военное училище, куда он пытался поступить. Будучи в Ленинграде, Никита Сергеевич консультируется со знаменитыми ортопедами. Они, конечно, согласны помочь, сделать все, что возможно. Но знает ли он, что человек, научивший их всему, живет в Киеве — это профессор Анна Ефремовна Фрумина? Так Никита Сергеевич познакомился с А. Е. Фруминой. Вскоре молодой Л. Хрущев был здоров и принят в летное училище. Семья Хрущевых оценила работу Анны Ефремовны, она стала другом их семьи. Хрущев считал себя в неоплаченном долгу перед нею.

И вот как он оплатил этот долг во время Отечественной войны. Все три сына Анны Ефремовны были на фронте. Однажды начальник химслужбы зенитной дивизии майор И. И. Фрумин был вызван в штаб армии — командировка в штаб фронта. Прибыл, доложил. Дали сопровождающего, проводили в пустующий сельский дом, велели ждать. Исидор Ильич терялся в догадках. К концу дня один за другим вошли в дом два его брата — с других фронтов. Недоумевающие братья терялись в догадках. И, наконец, немая сцена: в дверях появляется Анна Ефремовна, их мать! Сутки на свидание. Ни с чем не сравнимые счастливые часы. И снова разлука, теперь уже до Победы.

Будучи уже известным ученым, Исидор Ильич отличался и другим редким качеством — он был прекрасным

организатором. Часто и подолгу бывая на заводах, в цехах, он всегда находил контакт с руководителями производства и рабочими-наплавщиками, которых он уважительно называл «коллегами». С таким же уважением относились и к нему. Анализируя неудачу, он беседовал с наплавщиками, всегда прислушиваясь к их мнению, и они это видели и понимали. Для него это были не слепые исполнители, а творческие люди, решающие вместе с ним очередную задачу, очередной эксперимент.

Исидор Ильич хорошо понимал значение эксперимента в работе ученого, особенно в прикладной науке. С самого начала работы созданного им отдела он организовал экспериментальную базу, оснащенную современным оборудованием, что позволяло оперативно изготавливать нужные приборы и экспериментальные установки. У него в отделе все это «хозяйство» находилось в руках Владимира Степановича Ширина — очень скромного и деликатного человека. Исидор Ильич с большим уважением относился к нему и очень ценил. У Ширина была светлая голова и золотые руки. Ему надо было только поставить задачу, и он уже сам из подручных материалов мог сделать наплавочную установку, оригинальное приспособление и все нужное для эксперимента.

Свободное владение несколькими иностранными языками позволило Исидору Ильичу в течение ряда лет работать в Международном институте сварки, он был членом редколлегии журнала «Автоматическая сварка» и членом специализированного совета ИЭС по присуждению ученых степеней.

Исидор Ильич автор более 150 научных работ и 60 изобретений. Им была создана отечественная школа наплавщиков. Среди его учеников 8 докторов и более 20 кандидатов наук, которые успешно работают не только в Украине, но и во многих странах. Среди его первых учеников — академик НАН Украины И. К. Походня, его учениками являются доктора наук С. Б. Якобовшили, Ф. Д. Кашенко, Б. В. Данильченко; кандидаты наук П. В. Гладкий, В. К. Каленский, И. А. Рябцев (возглавляет отдел, организованный И. И. Фруминым), Е. Ф. Переплетчиков, Ю. М. Кусков, В. Б. Еремеев, А. И. Кренделева, Л. И. Опарин, Ю. В. Маркин, С. Я. Шехтер, А. М. Резницкий, Н. А. Бондарчук и др.

Исидор Ильич обладал острым умом, великолепной памятью и знаниями в различных областях науки и техники, культуры и искусства. Он был прекрасным рассказчиком, собеседником и интеллигентным человеком, который щедро одаривал учеников своими оригинальными идеями, пользовался огромным авторитетом среди сварщиков и наплавщиков всей страны.

Исидор Ильич Фрумин скоропостижно скончался 6 февраля 1984 года в своем служебном кабинете в институте, в котором проработал почти 50 лет — всю свою жизнь. О замечательном ученом и педагоге, человеке большого личного обаяния и неиссякаемого оптимизма всегда с благодарностью вспоминают его коллеги и многочисленные ученики.