

TECHNOLOGY FOR THE WELDER'S WORLD.

# ABIMIG



ABICOR



IBG  
INTEGRATED BUSINESS GROUP

ПІІ Бінцель Україна ГмбХ

— відділення групи ABICOR  
Тел./факс: + 38 (044) 403 1299; Інформація: [www.binz-el-abicor.com](http://www.binz-el-abicor.com)  
403 1399; 403 1499; 403 1599

E-mail: [info@binzel.kiev.ua](mailto:info@binzel.kiev.ua)



# УКРНІХРОМ



Sandvik Materials Technology (Швеція)  
Ведущий производитель сварочных материалов

Продукция: ER 307 (CB 08X20H9Г7Т), ER 308 (CB 04X19H9), ER 308 LSI (CB 01X19H9), ER 309 (CB 07X25H13), ER 316 (CB 04X19H11M3), ER 347 (CB 07X19H105) и др.



ThyssenKrupp VDM

ThyssenKrupp VDM (Германия)  
Мировой лидер в производстве  
высоколегированных сталей и сплавов

Продукция: Nicrofer 6020 сплав 625, Nicrofer B616 (CB 06X15H60M15), Nicrofer K7017 (03Л-25Б) (CB 06X15H60M15) Nicorros 400 (монель НМЖМц28-2,5-1,5), Cronix 80E (X20H80-H) и др.



Lincoln Electric (США)  
Ведущий производитель сварочных  
аппаратов и сварочных материалов

Продукция: LincolnCV-420, V145-S,  
Powertec-350C PRO, Powertec-500S PRO,  
Lincoln V270-TP, Lincoln STT-II и др.

e-mail: [info@ukrnichrom.com](mailto:info@ukrnichrom.com)

[www.ukrnichrom.com](http://www.ukrnichrom.com)

49006, г. Днепропетровск, пр. Пушкина, 40-б

Днепропетровск: 8 (056) 372-70-25, 8 (056) 794-59-56, Донецк: 8 (062)339-60-36, Киев: 8 (044) 501-44-53, Харьков: 8 (057) 761-16-97



5 (69) 2009

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

Журнал награжден Почетной грамотой и Памятным знаком Кабинета Министров Украины

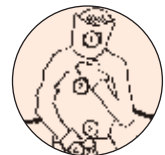
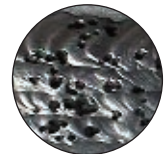
информационно-технический журнал  
**Сварщик**®

Технологии  
Производство  
Сервис

5-2009

## СОДЕРЖАНИЕ

	<b>75 лет Институту электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины</b> . . . . .	4
	<b>Производственный опыт</b>	
	Автоматизированная сварка балок торцевых стенок кузова железнодорожных полувагонов. <i>В. М. Илюшенко, В. А. Лысенко, А. И. Статкевич, Ю. И. Повх, В. А. Абрамов, О. А. Сулейманов</i> . . . . .	6
	Современные методы подогрева для сварки трубопроводов. <i>П. М. Корольков</i> . . . . .	8
	<b>Наши консультации</b> . . . . .	15
	<b>Технологии и оборудование</b>	
	Современное состояние производства труб большого диаметра для магистральных трубопроводов. <i>А. А. Рыбаков</i> . . . . .	16
	Новое слово в газообеспечении производственных процессов. <i>Д. А. Пятница</i> . . . . .	21
	Технология и оборудование для автоматической дуговой сварки магистральных трубопроводов порошковой проволокой. <i>В. Н. Шлепаков, Ю. А. Гаврилюк, А. С. Котельчук, В. А. Гоцюк</i> . . . . .	22
	Разработка конструкции малогабаритного оборудования с использования рабочих макетов. <i>В. И. Степахно, В. В. Петренко, Л. Н. Копылов</i> . . . . .	26
	Типовые установки производства ООО «НАВКО-ТЕХ» для автоматической дуговой сварки . . . . .	30
	Многопроходная сварка трубных сталей с использованием лазерного излучения. <i>В. Д. Шелягин, В. Ю. Хаскин</i> . . . . .	36
	Методы определения коррозионной стойкости сталей. Часть 1. <i>Bjorn Holmberg, Arne Berquist</i> . . . . .	40
	<b>Зарубежные коллеги</b> . . . . .	43
	<b>Сертификация и качество</b>	
	Аттестация технологии сварки чугуна на основе стандарта PN-EN ISO 15614-3:2008. <i>Maciej Rozanski, Janusz Rykala</i> . . . . .	46
	<b>Охрана труда</b>	
	Нормування та контроль електромагнітних випромінювань при зварюванні. <i>О. Г. Левченко, В. К. Левчук</i> . . . . .	50
	<b>Выставки и конференции</b>	
	Международная сварочная ярмарка в Эссене «Schweissen&Schneiden». <i>Ю. Б. Иванова</i> . . . . .	58
	Состав, характеристика и область применения специальных сплавов. . . . .	61



<b>75 років Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України</b> .....	<b>4</b>
<b>Виробничий досвід</b>	
• Автоматизоване зварювання балок торцевих стінок кузова залізничних піввагонів. <i>В.М.Ілюшенко, В.А.Лисенко, А.І.Статкевич, Ю.І.Повх, В.А.Абрамов, О.А.Сулейманов</i> .....	<b>6</b>
• Сучасні методи підігріву для зварювання трубопроводів. <i>П.М. Корольков</i> .....	<b>8</b>
<b>Наші консультації</b> .....	<b>15</b>
<b>Технології й устаткування</b>	
• Сучасний стан виробництва труб великого діаметра для магістральних трубопроводів. <i>А.О. Рибаків</i> .....	<b>16</b>
• Нове слово в газозабезпеченні виробничих процесів. <i>Д.А.Пятниця</i> ..	<b>21</b>
• Технологія й устаткування для автоматичного дугового зварювання магістральних трубопроводів порошковим дротом. <i>В.Н. Шлепаков, Ю.А. Гаврилюк, О.С. Котельчук, В.А. Гоцюк</i> .....	<b>22</b>
• Розробка конструкції малогабаритного встаткування з використанням робочих макетів. <i>В.І.Степахно, В.В.Петренко, Л.Н.Копилов</i> .....	<b>26</b>
• Типові установки виробництва ТОВ «НАВКО-ТЕХ» для автоматичного дугового зварювання. ....	<b>30</b>
• Багатопрхідне зварювання трубних сталей з використанням лазерного випромінювання. <i>В.Д. Шелягін, В.Ю. Хаскін</i> .....	<b>36</b>
• Методи визначення корозійної стійкості сталей. Частина 1. <i>Bjorn Holmberg, Arne Berquist</i> .....	<b>40</b>
<b>Зарубіжні колеги</b> .....	<b>43</b>
<b>Сертифікація і якість</b>	
• Атестація технології зварювання чавуну на основі стандарту PN-EN ISO 15614-3:2008. <i>Maciej Rozanski, Janusz Rykala</i> .....	<b>46</b>
<b>Охорона праці</b>	
• Нормування та контроль електромагнітних випромінювань при зварюванні. <i>О. Г. Левченко, В. К. Левчук</i> .....	<b>50</b>
<b>Виставки й конференції</b>	
• Міжнародний зварювальний ярмарок в Ессені «Schweissen&Schneiden». <i>Ю.Б. Іванова</i> .....	<b>58</b>
• Склад, характеристика й область застосування спеціальних сплавів ..	<b>61</b>
<b>CONTENT</b>	
<b>To 75<sup>th</sup> anniversary of The E.O.Paton Electric Welding Institute of National academy of sciences of Ukraine</b> .....	<b>4</b>
<b>Industrial experience</b>	
• The automated welding of beams of face walls of a body railway semivan. <i>V.M.Ilyushenko, V.A.Lysenko, A.I.Statkevich, Yu.I.Povkh, V.A.Abramov, O.A.Sulejmanov</i> .....	<b>6</b>
• Modern methods of heating for welding of pipelines. <i>P.M.Korol'kov</i> ..	<b>8</b>
<b>Our consultations</b> .....	<b>15</b>
<b>Technologies and equipment</b>	
• Modern state-of-art of manufacture of large diameter pipes for main pipelines. <i>A.A.Rybakov</i> .....	<b>16</b>
• New word in gas supply of production processes. <i>D.A.Pyatnitsa</i> .....	<b>21</b>
• Technology and equipment for automatic arc welding of main pipelines by a powder wire. <i>V.N.Shlepakov, Yu.A.Gavrilyuk, A.S.Kotel'chuk, V.A.Gotsyuk</i> .....	<b>22</b>
• Development of a design of the small-sized equipment with use of working models. <i>V.I.Stepakhno, V.V. Petrenko, L.N.Kopylov</i> .....	<b>26</b>
• Typical installations of manufacture JSC «NAVKO-TECH» for automatic arc welding .....	<b>30</b>
• Multipass welding of pipe steels with use of laser radiation. <i>V.D.Shelyagin, V.Yu.Khaskin</i> .....	<b>36</b>
• Methods of definition of corrosion resistance of steels. Part 1. <i>Bjorn Holberg, Arne Berquist</i> .....	<b>40</b>
<b>The foreign colleagues</b> .....	<b>43</b>
<b>Certification and quality</b>	
• Certification of technology of welding of pig-iron on the basis of the standard PN-EN ISO 15614-3:2008. <i>Maciej Rozanski, Janusz Rykala</i> ..	<b>46</b>
<b>Labor protection</b>	
• Standardization and control of electromagnetic radiation during welding. <i>O.G. Levchenko, V.K.Levchuk</i> .....	<b>50</b>
<b>Exhibitions and conferences</b>	
• The International Welding Fair in Essen «Schweissen & Schneiden». <i>Yu.B.Ivanova</i> .....	<b>58</b>
• Structure, characteristic and field of application of special alloys .....	<b>61</b>

Свидетельство о регистрации №13094-1978 Пр от 27.08.07

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

**Издатель** ООО «Экотехнология»

**Издание журнала поддерживают**



Общество сварщиков Украины, Национальный технический университет Украины «КПИ»

Журнал издается при содействии UNIDO

**Главный редактор** 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, Ю. Б. Иванова

**Верстка** Т. Д. Пашигорова, О. А. Трофимец

**Адрес редакции** 03150 Киев, ул. Горького, 66

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

**Тел./факс** +380 44 287 6502, 287 6602

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

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

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

**Представительство в России** Москва, ООО «Центр трансфера технологий» ИЭС им. Е. О. Патона М. П. Пономарева +7 495 626 0905 e-mail: ctt94@mail.ru

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

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

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

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

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

Подписано в печать 13.10.2009. Формат 60×84 1/8.

Печать офсетная. Бумага офсетная.

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

Зак. № 1622 от 13.10.2009. Тираж 3000 экз.

Печать: ООО «Издательство «Литтон», 2009.

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

© ООО «Экотехнология», 2009

### Автоматизированная сварка балок торцевых стенок кузова железнодорожных полувагонов



*В.М.Илюшенко, В.А.Лысенко, А.И.Статкевич, Ю.И.Повх, В.А.Абрамов, О.А.Сулейманов*

Рассмотрены разработанные в ИЭС им. Е.О.Патона техника и технология автоматизированной сварки балок торцевых стенок кузова полувагонов. Приведены результаты экспериментов. Описана работа участка автоматизированной сварки балок на Дарницком вагоноремонтном заводе.

### Современные методы подогрева для сварки трубопроводов

*П.М. Корольков*

Описан опыт применения подогрева для сварки на различных объектах, в разных условиях. Приведено сравнение требований научно-технической документации в Российской Федерации и в зарубежных странах. Даны технические характеристики установок для предварительного и сопутствующего подогрева свариваемых соединений газопроводов.

### Современное состояние производства труб большого диаметра для магистральных трубопроводов

*А.А Рыбаков*

Рассмотрена технология производства труб для магистральных трубопроводов. Исследованы прочность стали для производства труб, трещиностойкость, ударная вязкость сварных соединений, свариваемость. Описана последовательность выполнения швов, способы сварки. Уделено внимание контролю качества труб, различным методам и средствам контроля.

### Многопроходная сварка трубных сталей с использованием лазерного излучения

*В.Д. Шелягин, В.Ю. Хаскин*

Рассмотрены новые технические решения, позволяющие использовать лазерную или гибридную лазерно-дуговую сварку для монтажа магистральных трубопроводов. Приведены технологические схемы и приемы, результаты экспериментов. Описаны исследованные макроструктуры металла шва и зоны термического влияния.

### Разработка конструкции малогабаритного оборудования с использованием рабочих макетов

*В.И Степахно, В.В. Петренко, Л.Н.Копылов*

Описан опыт разработки конструкции нового малогабаритного сварочного и вспомогательного оборудования при помощи изготовления рабочих макетов с использованием модулей. Метод позволяет существенно сократить сроки на изготовление и финансовые расходы, упростить и повысить качество процесса разработки нового оборудования.

### Нормирование и контроль электромагнитных излучений при сварке

*О. Г. Левченко*

Приведены результаты последних исследований электромагнитных излучений. Описаны амплитудно-временные характеристики магнитного поля, источники магнитных полей при контактной сварке. Приведены расчетные формулы для определения предельно допустимых уровней излучения.

### Автоматизоване зварювання балок торцевих стінок кузова залізничних піввагонів



*В.М.Илюшенко, В.А.Лысенко, А.И.Статкевич, Ю.И.Повх, В.А.Абрамов, О.А.Сулейманов*

Розглянуто розроблені в ІЕЗ ім. Є.О.Патона техніка й технологія автоматизованого зварювання балок торцевих стінок кузова піввагонів. Наведено результати експериментів. Описано роботу ділянки автоматизованого зварювання балок на Дарницькому вагоноремонтному заводі.

### Сучасні методи підігріву для зварювання трубопроводів

*П.М. Корольков*

Описано досвід застосування підігріву для зварювання на різних об'єктах, у різних умовах. Наведено порівняння вимог науково-технічної документації в Російській Федерації й у зарубіжних країнах. Дано технічні характеристики установок для попереднього й супутнього підігріву зварних з'єднань газопроводів.

### Сучасний стан виробництва труб великого діаметра для магистральных трубопроводів

*А.О. Рыбаков*

Розглянуто технологію виробництва труб для магистральных трубопроводів. Досліджено міцність сталі для виробництва труб, тріщиностійкість, ударну в'язкість зварних з'єднань. Описано послідовність виконання швів, способи зварювання. Приділено увагу контролю якості труб, різним методам і засобам контролю.

### Багатопрхідне зварювання трубних сталей з використанням лазерного випромінювання

*В.Д. Шелягин, В.Ю. Хаскин*

Розглянуто нові технічні рішення, що дозволяють використовувати лазерне або гібридне лазерно-дугове зварювання для монтажу магистральных трубопроводів. Наведено технологічні схеми й прийоми, результати експериментів. Описано досліджені макроструктури металу шва й зони термічного впливу.

### Розробка конструкції малогабаритного встаткування з використанням робочих макетів

*В.И Степахно, В.В. Петренко, Л.Н.Копылов*

Описано досвід розробки конструкції нового малогабаритного зварювального й допоміжного устаткування за допомогою виготовлення робочих макетів з використанням модулів. Метод дозволяє істотно скоротити строки на виготовлення й фінансові витрати, спростити й підвищити якість процесу розробки нового обладнання.

### Нормування та контроль електромагнітних випромінювань при зварюванні

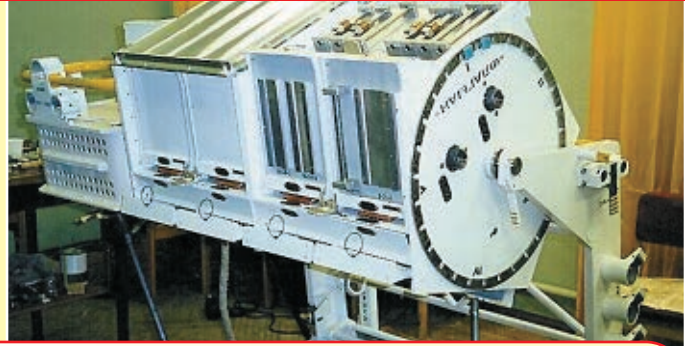
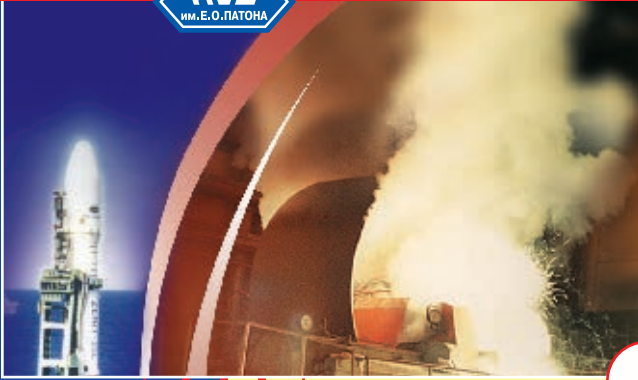
*О. Г. Левченко*

Наведено результати останніх досліджень електромагнітних випромінювань. Описано амплітудно-часові характеристики магнітного поля, джерела магнітних полів при контактному зварюванні. Наведено розрахункові формули щодо визначення гранично допустимих рівнів випромінювання.

# ВНИМАНИЕ!

Продолжается **ПОДПИСКА-2010** на журналы «Сварщик» и «Все для сварки. Торговый Ряд».

Подписные индексы: «Сварщик» – **22405**; «Все для сварки. Торговый Ряд» – **94640** в каталоге «Укрпошта».



*Вітання Президента України  
колективові Інституту електрозварювання  
імені Є. О. Патона  
Національної академії наук України*

*Дорогі друзі!*

*Щиро вітаю вас із 75-річчям заснування Інституту електрозварювання імені Є.О.Патона.*

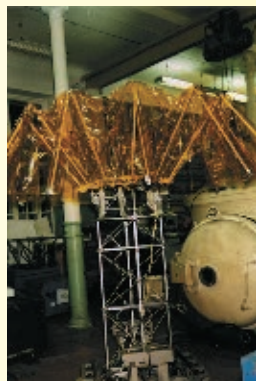
*Видатний учений та інженер Євген Оскарович Патон створив академічну установу принципово нового типу, яка сьогодні виросла в потужний і розгалужений науково-технічний комплекс. Поєднання фундаментальних досліджень із виробництвом стало візитною карткою патонівської школи, яку вже понад 55 років очолює патріарх української науки академік Борис Євгенович Патон.*

*Відомі в усьому світі здобутки Інституту забезпечили українським ученим високий міжнародний авторитет і лідерські позиції в галузі зварювання. Завдяки розробці найпрогресивніших технологій ваш колектив спроможний вирішувати завдання найвищої складності у сфері створення нерознімних з'єднань для промисловості, будівництва, медицини та інших галузей.*

*Упевнений, що своєю високопрофесійною та натхненною працею ви й надалі робитимете вагомий внесок у розвиток вітчизняної та світової науки, у зміцнення економіки української держави. Бажаю міцного здоров'я, щастя, добробуту, творчої наснаги та нових звершень на благо Батьківщини.*

*Віктор ЮЩЕНКО*

### Космические технологии



Плазменно-порошковая наплавка жаропрочных, износ- и коррозионностойких сталей и сплавов на основе Ni, Co, Fe и Cu



Контактная стыковая сварка с непрерывным оплавлением высокопрочных алюминиевых сплавов



Импульсно-плазменное изменение свойств поверхности инструмента и деталей машин



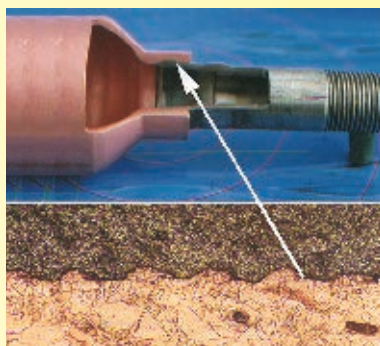
### Сварка живых тканей



Технология электронно-лучевой сварки алюминиевых сплавов



Современные электрошлаковые технологии производства высококачественных заготовок ответственного назначения



Прецизионная сварка взрывом узлов металлоконструкций





# Автоматизированная сварка балок торцевых стенок кузова железнодорожных полувагонов

В. М. Илюшенко, канд. техн. наук, В. А. Лысенко, А. И. Статкевич, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, Ю. И. Повх, В. А. Абрамов, О. А. Сулейманов, Дарницкий ВРЗ (Киев)

*В конструкции цельнометаллических полувагонов предусмотрено усиление торцевых стенок кузова балками, обеспечивающими расчетную прочность, необходимую для безаварийной перевозки грузов по железной дороге.*

К торцевым стенкам из листовой стали толщиной 4 мм приваривают балки коробчатого сечения, изготовленные из стального швеллера № 14. На двух стенках одного полувагона устанавливают шесть горизонтальных и четыре вертикальных балки длиной соответственно 3 и 1 м. Общая длина балочных конструкций 22 м.

По принятой на заводе технологии швеллеры сваривают между собой механизированным способом в нижнем положении проволокой сплошного сечения с защитой сварочной ванны углекислым газом. Сварку

выполняют «на весу». Коробчатое сечение балки не позволяет выполнять стыковое соединение двухсторонним швом. Технология должна исключать прожоги, обеспечивая проплавление не менее 70–80% толщины полки. Поэтому такую сварку, как правило, выполняют высококвалифицированные сварщики. Для получения стабильного качества сварных соединений и высокой производительности целесообразной является замена механизированной сварки на автоматизированную.

В Институте электросварки им. Е.О. Патона проведены исследования по разработке техники и технологии автоматизированной сварки балок. На образцах-имитаторах были проведены эксперименты по отработке оптимальных режимов, позволяющих сваривать стыки с требуемым качеством (рис. 1) при скорости сварки на 15–20% выше по сравнению со скоростью механизированной сварки. Установлено, что при правильно выбранном режиме ( $I_d$ ,  $U_d$ , величина вылета электрода) процесс осуществляется практически без брызг, что также способствует увеличению производительности, исключая дополнительную операцию по зачистке поверхности изделия после сварки.

Параметры режимов, на которых выполняли сварку штатных балок на заводе:

Сила сварочного тока, А	160±5
Напряжение дуги, В	21±0,5
Скорость сварки, м/ч	16
Диаметр электродной проволоки, мм	1,2
Величина вылета электрода, мм	14±1
Зазор, мм	0+1
Расход CO <sub>2</sub> , л/мин	25

Для реализации автоматизированной технологии ведущим конструктором Института электросварки им. Е. О. Патона Л. П. Ивановым разработан специальный аппарат тракторного типа СТ-37 (рис. 2). Трактор при настройке и в процессе сварки перемещается по свариваемой балке и выезжает на технологический рельсовый путь.

Рис. 1. Макрошлиф сварного соединения



Рис. 2. Малогабаритный сварочный трактор СТ-37



Это позволяет сваривать 100% длины шва. Конструкция трактора обеспечивает перемещение электрода в процессе сварки вдоль оси шва с сохранением постоянной величины вылета.

Трактор закрепляют на балке и приводят в движение тремя роликами, два из которых расположены с тыльной стороны и один — с лицевой.

Ходовой механизм и механизм подачи сварочной проволоки созданы на базе двигателей Д90. На тракторе предусмотрены угловой и вертикальный корректоры сварочной горелки, пульт управления режимом сварки, а также установлена катушка для сварочной проволоки (на 8 кг). В качестве источника сварочного тока применен выпрямитель ВС300Б, обеспечивающий стабильное горение дуги и хорошее качество сварных швов.

На Дарницком вагоноремонтном заводе организован участок автоматизированной сварки балок. Изготовлен стенд с кондуктором для установки и закрепления заготовок длиной по 3 м. При сборке швеллеров в кондукторе прихватки не ставят. Участок оснащен кран-балкой для установки заготовок и снятия готовых изделий. Все работы выполняет один сварщик-оператор (рис. 3).



Рис. 3. Автоматизированная сварка балки

Как показала практика, разработанный сварочный трактор СТ-37 прост в настройке и управлении сварочным процессом. Сварка трактором не требует от сварщика-оператора высокой квалификации.

Опыт промышленной эксплуатации разработанного оборудования и освоение технологии автоматизированной сварки балок полувагонов показал, что применение данной разработки повысит производительность сварочных работ и качество выпускаемых сварных балок.

● #991

## К 70-летию со дня рождения А.М.Сливинского

25 сентября известному педагогу и ученому в области сварки, кандидату технических наук, профессору Анатолию Матвеевичу Сливинскому исполнилось бы 70 лет.

Вся деятельность Анатолия Матвеевича прошла в Киевском политехническом институте, который он окончил в 1960 г. и приступил к трудовой деятельности в должности заведующего лабораториями кафедры сварочного производства. Работая в этом институте, он защитил кандидатскую диссертацию, прошел путь от ассистента кафедры сварочного производства и преподавателя до профессора, известного ученого в области теории сварочных процессов.

Понимая всю важность развития сварочного производства для народного хозяйства и решающую роль в этом процессе уровня подготовки кадров, А.М. Сливинский был одним из инициаторов воссоздания сварочного факультета в КПИ и с 1975 по 2002 г. работал деканом этого факультета.

А.М. Сливинский выступил одним из основателей и организаторов совершенно новой на то время формы сотрудничества образовательных и научных учреждений — Учебного центра сварки, основанного в 1977 г. на базе сварочного факультета КПИ и научного отдела ИЭС им. Е. О. Патона, который взял на себя функции последиplomного образования, повышения квалификации, подготовки и переподготовки инженерно-научных кадров как нашей страны, так и многих зарубежных стран.

Будучи вице-президентом Общества сварщиков Украины с начала 1990-х гг., А. М. Сливинский принимал активное участие в создании в нашей стране системы подготовки и аттестации сварщиков, как решающего звена всей системы обеспечения качества сварочных работ, был одним из создателей Украинского аттестационного комитета сварщиков.

Свою научную деятельность Анатолий Матвеевич сосредоточил в области теории сварочных процессов и металлургии сварки. На его счету десятки успешно выполненных и внедренных научно-исследовательских работ, более чем 100 печатных работ и 12 изобретений, им подготовлено 9 кандидатов наук.

Прекрасного педагога, организатора и ученого Анатолия Матвеевича Сливинского помнят тысячи специалистов сварочного производства, те, кто учился у него, имел счастье работать и общаться с ним.



# Современные методы подогрева для сварки трубопроводов

П.М. Корольков, ООО «Нагрев» (Москва)

*Подогрев при сварке трубопроводов является технологической операцией, направленной на улучшение тепловых условий свариваемого соединения с целью повышения качества сварки. Различают подогрев для сварки предварительный (до начала сварки), сопутствующий, который проводится при перерыве в процессе сварки, межслойный (при многослойной сварке подогрев проводят после сварки какого-либо слоя шва при его остывании ниже нормативной температуры). В отдельных случаях (при сварке толстостенных конструкций, при отрицательной температуре окружающего воздуха) подогрев проводят в течение всего процесса сварки, который может длиться десятки часов.*

В задачу подогрева для сварки входит:

- осушка свариваемого соединения;
- облегчение процесса получения равномерного нагрева свариваемого соединения;
- создание в свариваемом соединении запаса теплоты для предупреждения его быстрого охлаждения в процессе сварки, что особенно важно при сварке закаливающих теплоустойчивых сталей и всех видов углеродистых марок сталей;
- снижение уровня напряжений, получаемых при сварке;
- улучшение пластических свойств выполняемого сварного соединения.

Необходимость проведения подогрева для сварки определяют научно-исследовательские организации в результате проведения опытных работ и указывают в нормативно-технических документах (НТД): отраслевых стандартах (ОС), основных положениях (ОП), руководящих документах (РД) и др.

Температура подогрева для сварки обычно невелика: для теплоустойчивых сталей типа 12Х1МФ, 15Х1М1Ф и др. не выше 300–350 °С, для конструкционных углеродистых и низколегированных кремнемарганцевых сталей марок 20, 09Г2С, 15ГС и др. — не более 100–150 °С.

Эти НТД устанавливают только основные требования к выполнению подогрева, главным из которых является обеспечение равномерности нагрева по окружности свариваемого соединения и по длине труб

(обычно не менее 75 мм от кромки свариваемого соединения).

Как правило, сварные соединения труб имеют простую форму и чаще всего представляют собой так называемые «прямые стыки» (соединение «встык» трубы с трубой), подогрев которых для сварки труб не должен представлять больших трудностей. Для подогрева свариваемых труб с небольшой толщиной стенки (менее 18 мм) обычно применяют газопламенный нагрев от кольцевых пропановых горелок. Однако этот метод не обеспечивает необходимую равномерность нагрева, загрязняет свариваемые кромки труб, при сварке ответственных сварных соединений его применяют редко.

Обычно подогрев для сварки выполняют теми же средствами (электронагревателями), которые применяют для последующей местной термообработки, если ее проведение предполагается по нормативным требованиям. Таким образом, выполнение подогрева для сварки, как правило, не вызывает больших трудностей и не требует специального и дорогостоящего, сложного оборудования.

На тепловых электростанциях (ТЭС) при подогреве для сварки обычно используют индукторы токов промышленной 50 Гц или средней частоты 2500 Гц, а также электронагреватели КЭН, на атомных электростанциях (АЭС) чаще всего индукторы токов средней частоты 2500 Гц, на общепромышленных предприятиях (нефтехимии и нефтепереработки, химии, технологических трубопроводах и др.) — электронагреватели сопротивления типа гибких матов или электронагреватели КЭН [1–4].

Магистральный газопровод «Северный поток» (трубы из углеродистой стали: диаметр трубы 1200 мм, толщина стенки 41 мм), рассчитанный на давление 22,0 МПа, будет строиться по коду США ASME В 31.8-2003 «Магистральные газопроводы и распределительные трубные системы». Подогрев для сварки согласно этому НТД допускается проводить различными методами нагрева —

индукционными, радиационными электронагревателями сопротивления и газопламенного нагрева, кольцевыми пропановыми горелками и другими при обеспечении контроля температуры.

На строительстве газопроводов в системе ОАО «Газпром» и в отдельных случаях при строительстве нефтепроводов сложилась совершенно иная ситуация в решении вопросов подогрева для сварки.

Подход к работам по подогреву для сварки в развитых зарубежных странах и в России неодинаков: за рубежом подогрев для сварки является первой термической операцией и входит в состав НТД по термообработке [5, 6], в России — входит в состав НТД по сварке. По мнению автора, постановка вопроса за рубежом является правильной, так как в большинстве случаев подогрев выполняют рабочие, имеющие квалификацию операторов-термистов на передвижных термических установках. Это позволяет выполнять подогрев для сварки более качественно.

В зарубежных НТД [5, 6] к подогреву для сварки предъявляют следующие требования (в различных НТД эти требования различны):

- оговаривают марки сталей и толщину стенок труб, подвергаемых подогреву;
- определяют температуру подогрева в зависимости от толщины стенки труб и температуры окружающей атмосферы;
- предписывают ширину зоны подогрева до требуемой температуры (не менее 75 мм от свариваемых кромок).

В то же время отсутствуют какие-либо ограничения в использовании методов нагрева для сварки, а также их зависимость от применяемых способов сварки (РДС — ручная дуговая покрытыми металлическими электродами, автоматическая и др.).

При рассмотрении отечественных НТД [2–4] следует отметить:

- ограничение использования газопламенного нагрева;
- настоятельные рекомендации по использованию при подогреве тех же методов нагрева, что и для последующей термообработки, если она предписана НТД;
- зависимость выполнения подогрева и его температуры от толщины стенок труб, температуры окружающей среды, марки стали.

Во всех рассматриваемых случаях применяемый способ сварки на выбор метода нагрева не влияет.

При строительстве газопроводов и нефтепроводов примерно до 1995 г. для сварки использовали газопламенный нагрев от кольцевых пропановых горелок. После начала активных строительных работ на Сахалине некоторые иностранные фирмы при строительстве нефтегазопроводов «Сахалин-I» и «Сахалин-II» применяли технически сложное и дорогостоящее оборудование и технологии строительства. Так, для сварки труб диаметром 219–925 мм с толщиной стенки 8–12 мм из низколегированной стали X65 применяли автоматическую сварку SRC. Одной из основных технологических операций при ее осуществлении являлся подогрев до 100°C, который на каждом свариваемом соединении выполняли несколько раз. Для подогрева использовали дорогостоящие специализированные индукционные установки токов средней частоты (до 10 кГц) стоимостью несколько миллионов рублей.

На Сахалине применение сложного и дорогостоящего оборудования для подогрева при сварке ограничилось автоматической сваркой труб по методу SRC. Фирма «Сахалин Энерджи» при строительстве одного из участков магистрального газопровода «Сахалин-II» категорически отказалась от применения этого оборудования при подогреве для РДС стыков труб диаметром 425–920 мм с толщиной стенки 36–53,5 мм. Строительство этого газопровода не вошло в систему «разделения продукции», поэтому использование дорогостоящего оборудования иностранной фирме было невыгодно. Фирма «Сахалин Энерджи» потребовала применения для подогрева электронагревателей комбинированного действия КЭН-4-3 производства ООО «Нагрев» (Россия) [7]. Процесс ручной сварки стыков труб длителен, иногда идет несколько смен (для сварных стыков труб размером 920×53,5 мм до 5–7 смен по 12 ч двумя сварщиками) и требует постоянного подогрева, что практически невозможно выполнить установками для индукционного нагрева.

ОАО «Газпром» пригласил специалистов отдела сварки ВНИИСТ для разработки инструкции по сварке магистральных газопроводов с рабочим давлением до 9,8 МПа, к которым относится Северо-Европейский газопровод (СЕГ) [8]. По данному проекту предусматривалось применение сварки по методу SRC с малым количеством стыков, свариваемых РДС. Помимо SRC, инструкция предусматривала

возможность применения и других способов автоматической сварки. По опыту работ на Сахалине отдел сварки ВНИИСТ включил в инструкцию обязательное применение дорогостоящих, в основном иностранного производства, индукционных установок при подогреве труб газопроводов с толщиной стенки более 22 мм, мотивируя это широким применением сварки по методу CRC. Однако в связи с задержкой утверждения в ОАО «Газпром» инструкции [8] ОАО «Сварочно-монтажный трест» в течение 6 мес 2007 г. для подогрева при автоматической сварке труб размером 1420×27 мм Северо-Европейского газопровода использовал газопламенный подогрев от кольцевых пропановых горелок и обеспечил высокое качество сварки.

Особенно сложным стал вопрос о подогреве для сварки при разработке отделом сварки ВНИИСТ и лабораторией сварки и контроля ООО «ВНИИГАЗ» инструкции по сварке труб магистрального газопровода Бованенково-Ухта из стали K65 (X80) с диаметром труб 1420 мм и толщиной стенки до 33,4 мм, предназначенных для работы под давлением до 11,8 МПа [10]. В этой инструкции разрешен исключительно индукционный метод нагрева независимо от способа сварки. Дело в том, что при сооружении этого газопровода значительное количество стыков подлежало РДС в связи с особенностями условий строительства. Можно согласиться с тем, что при автоматической сварке по методу CRC применение индукционного нагрева рационально, но для РДС использование этого метода вызывает большие трудности, значительное увеличение стоимости и трудоемкости работ.

Технология сварки по методу CRC резко отличается от технологии РДС. Сварка по методу CRC состоит из трех отдельных циклов, каждый из которых требует проведения подогрева для сварки. Индукционные установки, приведенные в *табл. 1*, комплектуют главным образом гибкими индукторами типа «полотенец», которые при подогреве устанавливаются прямо на свариваемые кромки и затем снимают для проведения сварки. Выполнение этих операций в различных местах требует применения нескольких установок для подогрева, увеличивает трудозатраты и стоимость работ, но позволяет повысить производительность сварки.

При РДС сварка длится значительное время (сварка стыка размером 1420×33,4 мм двумя сварщиками одновременно может длиться до 15 ч) и все это время необходимо поддерживать температуру стыка в пределах 150–180°С. Это связано с необходимостью проведения сопутствующего подогрева, что при использовании индукционного метода приведет к частым перерывам в процессе сварки для установки гибких индукторов в виде «полотенец» прямо на свариваемые кромки, подогрева и снятия индукторов.

При использовании электронагревателей КЭН для подогрева при сварке их устанавливают на свариваемые трубы на расстоянии примерно 100 мм от свариваемых кромок и оставляют в таком положении на все время сварки, как это делали при сварке на магистральном газопроводе «Сахалин-II» (*рис. 1*) [7]. Этими электронагревателями можно подогревать периодически по мере необходимости или в течение всего про-

**Таблица 1. Установки для предварительного и сопутствующего (межслойного) подогрева свариваемых соединений газопроводов**

Тип, производитель установки	Мощность, кВт	Частота, КГц		Напряжение, В		Сила тока в цепи нагрева, А	Вид электронагревателя	Стоимость, млн. руб.
		входная	выходная	первичное	вторичное			
Индукционная «Pro Heat TM 35» фирма «Миллер» (США)	2×35	0,05	8,0–10,0	3×380	460	2×76	Гибкий индуктор	3,0
Индукционная PIN (фирма «Pipe Induction Heat» (США)	110		0,4	380	150	730	Жесткий индуктор	12,0
Индукционная «Delta 50» фирма «Parnaprogetti» (Италия)	2×35		8,0–10,0	380	450	150	Гибкий индуктор	3,0
Индукционная ППЧ-20-10 ООО НПП «Курай» (Россия)	3×20		10,0	3×80	110	3×200	Гибкий индуктор	3,0
Пост электронагревателей КЭН	2×34		0,05	380	91	840	Гибкий для комбинированного нагрева	0,1

цесса сварки, как это делали на Сахалине в течение 5–7 рабочих смен по 12 ч. Такой длительный подогрев особенно необходим в зимнее время.

Схема поста для подогрева электронагревателями типа КЭН показана на рис. 2. В качестве источника питания могут быть использованы сварочные преобразователи, применяемые для сварки. Тип электронагревателя КЭН выбирают в соответствии с данными табл. 2. Контроль температуры рекомендуется проводить контактными цифровыми термометрами (контактными термопарами) типа ТК-5-03 и др. При необходимости контроля температуры термопарами можно изготовить небольшой пульт с автоматическим регистрирующим потенциометром на шесть точек измерения с использованием термопар, привариваемых контактным устройством или закрепляемых на трубе с помощью специальных бобышек.

Разработчики сварки по методу CRC мотивируют применение индукционного подогрева токами средней частоты обеспечением равномерности нагрева по окружности и толщине стенки свариваемого соединения, что не соответствует действительности.

Токи средней частоты обладают «поверхностным эффектом», при котором в первое время нагревается поверхность, на которой установлен индуктор, т. е. корень шва не прогревается, и только постепенно теплота с наружной поверхности распространяется в глубь металла. В любом случае перепад температуры по толщине стенки будет равен  $1^{\circ}\text{C}/\text{мм}$  толщины стенки. При размещении гибкого индуктора-«полотенца» на свариваемых кромках перепад температуры по окружности свариваемых кромок для трубы диаметром 1420 мм будет равен примерно  $20^{\circ}\text{C}$  (в верхней точке кромок больше, чем внизу), что невозможно исправить при существующей схеме установки индуктора. Аналогично будет происходить нагрев и по длине свариваемых труб (вдоль оси трубы). Следует отметить, что указанные недостатки индукционного нагрева увеличивают свой негативный эффект при увеличении диаметра и толщины стенки труб. Электронагреватели КЭН за счет корректировки расположения витков на трубе обеспечивают равномерность нагрева по окружности и длине свариваемого соединения, а перепад температуры по толщине стенки можно сократить за счет длительности подогрева.

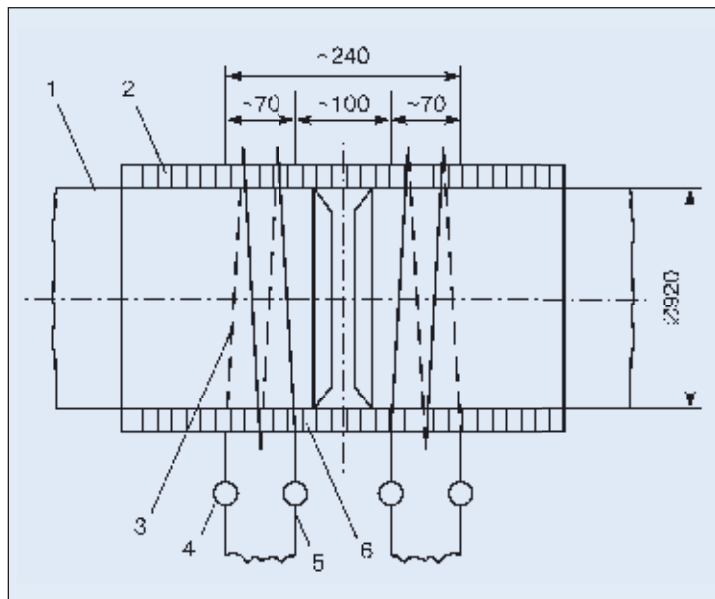


Рис. 1. Схема установки электронагревателей КЭН-4-3 при подогреве стыков труб на газопроводе «Сахалин-II»: 1 — трубы диаметром 920 мм; 2 — теплоизоляция «Супер-Сил»; 3 — витки КЭН-4-3; 4 — контактные соединения; 5 — кабель КГ-95; 6 — съемный теплоизоляционный мат

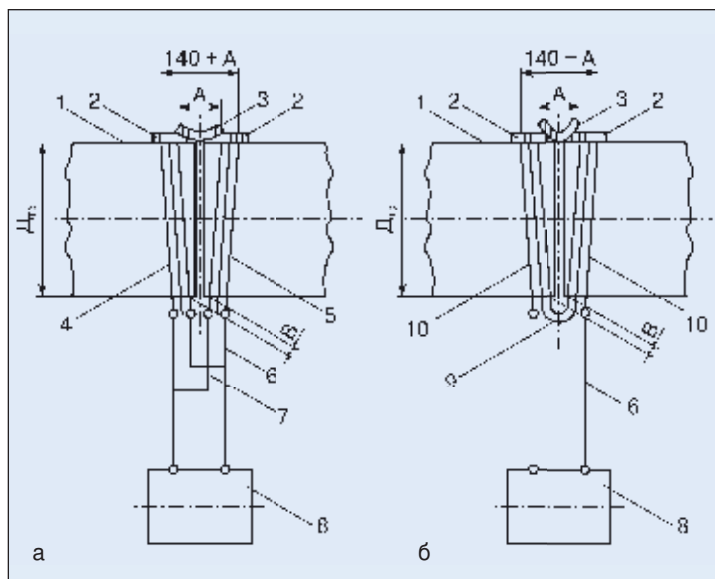


Рис. 2. Схема поста для проведения подогрева с использованием двух секций КЭН-4-3 (а) и одной секции КЭН-4-3 (б): 1 — труба; 2 — теплоизоляционный мат на КЭН-4-3; 3 — съемный теплоизоляционный мат; 4 — первый КЭН-4-3; 5 — второй КЭН-4-3; 6 — электропровод от КЭН-4-3 к источнику питания; 7 — перемычка для параллельного соединения КЭН-4-3; 8 — источник питания; 9 — перемычка между витками КЭН на трубах (перемычка является частью КЭН); 10 — витки КЭН-4-3 при нагреве одним КЭН

При индукционном методе подогрев для сварки каждого свариваемого соединения проводят в двух-трех разных местах, вследствие чего для подогрева каждого стыка необходимо использовать не менее двух индукционных установок при минимальной стоимости каждой установки 3 млн. руб.

**Таблица 2. Технические данные установки КЭН-4-3 для подогрева труб для сварки**

Диаметр труб, мм	Количество используемых КЭН-4-3	Расстояние, мм (см. рис. 2)	
		А	В
1420	2	150	100
1220		145	
1020		140	
925		135	
825		130	
720		128	
625		125	
525	1	120	
426		115	
325		110	

(см. табл. 1). Использование такого оборудования для подогрева при РДС не только усложняет технологию сварки, но и резко увеличивает стоимость работ. Так, стоимость средств подогрева с использованием КЭН составляет 0,1 млн. руб. (стоимость одной индукционной установки 3 млн. руб.)

Для проведения работ по подогреву для сварки при строительстве и ремонте магистральных газопроводов особенно в существующих экономических условиях, по мнению автора, необходимо разработать дополнения к НТД [8-10] с целью:

- расширения границ применения при подогреве для РДС электронагревателей типа КЭН и различных видов электронагревателей сопротивления при условии соблюдения всех технологических требований;
- исключить из НТД завышенные требования к контролю температуры подогрева, которые технически необоснованны (например, запись температуры подогрева на диаграмме автоматического регистрирующего потенциометра по показаниям нескольких термопар, установленных на свариваемом соединении).

При составлении новых НТД по сварке следует использовать передовой опыт проведения работ по подогреву в других отраслях промышленности, в первую очередь при проведении монтажных работ на тепловых и атомных электростанциях, шире использовать отечественные средства подогрева для сварки, привлечь для разработки нормативов высококвалифицированных специалистов из других отраслей промышленности.

Необходимо также при проведении обучения для повышения квалификации специалистов по сварке особое внимание уделить вопросу рационального выполнения работ по подогреву для сварки.

### Список литературы

1. **Корольков П.М.** Термическая обработка сварных соединений. К.: Экотехнология, 2006. — 174 с.
2. **Руководящий документ РД 153-34.1-003-01.** Сварка, термообработка и контроль трубных систем, котлов и трубопроводов при монтаже и ремонте энергетического оборудования. РТМ-1с, ПИО ОБТ. 2001. — 399 с.
3. **ПП АЭТ-7-009-89.** Оборудование и трубопроводы атомных энергетических установок. Сварка и наплавка. Основные положения. Энергоатомиздат. 1991. — 188 с.
4. **ОСТ 36-39-80.** Трубопроводы стальные технологические на давление  $P_y$  до 9,81 МПа (100 кгс/см<sup>2</sup>). ООП ЦБНТИ Минмонтажспецстроя СССР. 1981. — 33 с.
5. **Das Internationall Regerwerk** uber die ortliche Warmebehandlung von Schweibnahten, Dusseldorf. 1986. — 74 с.
6. **Корольков П.М.** Режимы термообработки сварных соединений по нормативным документам разных стран // Сварочное производство. — 1997. — №1. — С. 37-43.
7. **Корольков П.М., Барабанищев А.В.** Термообработка сварных соединений при строительстве магистрального газопровода на Сахалине. // Химическая техника. — 2008. — № 9. — С. 20-23.
8. **СТО Газпром 2-2.2-115-2007.** Инструкция по сварке магистральных газопроводов с рабочим давлением до 9,8 МПа включительно. ОАО «Газпром». 2007. — 155 с.
9. **СТО Газпром 2-2.2-136-2007.** Инструкция по технологиям сварки при строительстве и ремонте промышленных и магистральных газопроводов. Часть 1. ОАО «Газпром», 2007. — 240 с.
10. **Инструкция** по сварке магистрального газопровода Бованенково-Ухта с рабочим давлением 11,8 МПа включительно. Часть I. ОАО «Газпром». 2008. — 36 с.
11. **Вышемирский Е.М.** Состояние и основные направления развития сварочного производства ОАО «Газпром» // Сварка и диагностика. — 2009. — №1. — С.16-19.

Разработка, производство, внедрение

# СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Проволоки  
порошковые для  
сварки и наплавки,  
проволоки сплошные,  
электроды, флюс,  
наплавочные установки



ООО «НПФ «Элна» является разработчиком и производителем порошковых проволок для сварки и наплавки, а также представителем компаний WELDING ALLOYS GROUP (Англия) и HYUNDAI WELDING Co. Ltd (Южная Корея) в Украине



ООО «НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ФИРМА «Элна»  
ул. Антоновича, 69, г. Киев, 03150, Украина  
тел. (044) 200-80-25, 200-85-17, факс (044) 200-85-17  
e-mail: mfo@elna.com.ua www.elna.com.ua



**ОАО «ЗОНТ»**  
торговая марка  
**АВТОГЕНМАШ**

Украина, 65104, г. Одесса  
пр. Маршала Жукова, 103  
тел. (048) 717-0050, факс 715-6950  
E-mail: oaozont@zont.com.ua  
URL: www.zont.com.ua

- ◆ Лазерные комплексы
- ◆ Плазменные комплексы
- ◆ Газорезущее оборудование
- ◆ Торговые марки машин — «Комета М», «Метеор», «АСШ-70», «Радуга»



# ОАО «ЗАПОРОЖСТЕКЛОФЛЮС»

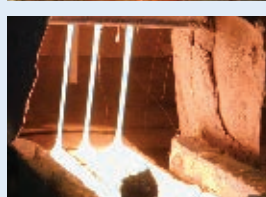
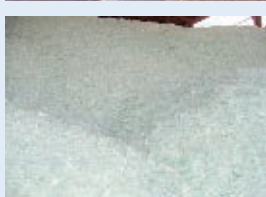
**Украинское предприятие**  
**ОАО «Запорожский завод сварочных флюсов и стеклоизделий»** является на протяжении многих лет одним из крупнейших в Европе производителей сварочных флюсов и силиката натрия. На сегодняшний день мы предлагаем более 20 марок сварочных флюсов.



На заводе разработана и внедрена Система управления качеством с получением Сертификатов TUV NORD CERT на соответствие требованиям стандарта DIN EN ISO 9001-2000 и научно-технического центра «СЕПРОЗ» ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины на соответствие требованиям ДСТУ ISO 9001-2001.



Благодаря тесному сотрудничеству с ИЭС им. Е. О. Патона завод освоил производство сварочных флюсов **двойным рафинированием расплава**. Этот наиболее прогрессивный способ варки флюсов, защищенный патентами, существенно улучшил сварочно-технологические свойства флюсов при сохранении благоприятного соотношения качества и цены.



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

АН-348-А, АН-348-АМ, АН-348-АД, АН-348-АП, АН-47, АН-47Д, АН-47П, АН-60, ОСЦ-45, АНЦ-1А, ОСЦ-45 мелкой фракции.  
 (ГОСТ 9087-81, ТУ У 05416923.049-99, ГОСТ Р 52222-2004).

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

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

Основные потребители — металлургические, машиностроительные, мостостроительные, судостроительные, вагоностроительные предприятия, нефтегазовый комплекс, которым **мы всегда гарантируем стабильность поставок и самые низкие в СНГ цены.**

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

**ОАО «Запорожстеклофлюс»**  
 Украина, 69035, г. Запорожье, ГСП-356, ул. Диагональная, 2. Отдел внешне-экономических связей и маркетинга  
 Тел.: +380 (61) 289-0353; 289-0350  
 Факс: +380 (61) 289-0350; 224-7041  
 E-mail: market@steklo.zp.ua  
 http://www.steklo-flus.com

Официальный представитель ОАО «Запорожстеклофлюс» по реализации флюсов сварочных на территории Украины и стран СНГ (кроме РФ)  
**ООО «Укртрейд», Запорожье**  
 Получение продукции производится на складе ОАО «Запорожстеклофлюс».  
 Тел.: (061) 224-6228, факс: (061) 224-6863  
 E-mail: root@ukrtade.com.ua

Официальный представитель ОАО «Запорожстеклофлюс» по реализации флюсов сварочных на территории Российской Федерации  
**ЗАО Торговый Дом «Трансэнергомет М», Москва.**  
 Отгрузка со складов Белгорода, Москвы, Железнодорожка Курской обл.  
 Тел. (095) 785-3622 — Коваленко Людмила Викторовна, Охенский Владимир Викторович  
 Кащавцев Владимир Викторович, Кащавцев Юрий Викторович  
 Тел. (095) 330-0901



**WELDO THERM**  
 G.M.B.H. ESSEN

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

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

**ООО «Велдотерм-Украина»**

Филиал Weldom<sup>®</sup> GmbH Essen, Германия

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

[www.weldotherm.if.ua](http://www.weldotherm.if.ua)



Украина, 49083, г. Днепропетровск  
 пр. им. Газеты «Правда» 29, к. 603  
 тел. (0562) 347 009, 313 650  
 тел./факс (056) 371 5242  
 E-mail: remmash\_firm@ukr.net

**Разработка и изготовление оборудования**

**для механизированной дуговой наплавки**

**PM-10** — установка автоматической наплавки прокатного инструмента и других цилиндрических деталей



**PM-УСВФ-1(2)** — установка автоматической сварки воздушных фурм доменных печей

**ИЗРМ-5** — универсальная установка автоматической наплавки малогабаритных цилиндрических деталей







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

### Можно ли механизировать приварку днищ в овальных автоцистернах?

*А.П.Климович (Гомель)*

Принцип сварки сосудов, имеющих в сечении не окружность, а овал, отличается от сварки сосудов с круглым сечением, поскольку не существует одной оси, вокруг которой можно было бы вращать изделие и одновременно достигать как постоянной скорости сварки, так и горизонтального расположения шва в зоне сварки. К этому добавляется и требование неподвижного расположения сварочной головки (для удобства обслуживания) в процессе сварки, как это имеет место при сварке кольцевых швов.

Для автоматизации сварки овальных цистерн разработано специальное оборудование. Оно снабжено специальным механизмом, кинематика которого полностью решает задачи сварки овальных швов, а также обеспечивает наиболее благоприятные условия для автоматической сварки, горизон-

тальное положение шва под дугой в любой момент сварки, равномерную постоянную скорость сварки, неподвижное положение сварочной головки во время сварки.

На *рисунке* представлена схема установки для автоматической сварки овальных цистерн.

Изделие *6* закрепляют в специальном плавающем приспособлении *1* с противовесами *7*, благодаря чему продольная ось может плавать в пространстве, перемещаясь параллельно самой себе. Вращение изделию передается от электропривода с помощью фрикционной передачи, состоящей из двух ведущих роликов *3, 4* и одного ведомого шкива — копирного шаблона *2*, форма которого повторяет контур поперечного сечения изделия. Этот шаблон жестко связан с зажимным устройством, а следовательно, и с изделием во время сварки. Так как ведущие ролики приводного механизма вращаются с постоянной скоростью, то и скорость сварки будет постоянной. Сварку швов выполняют две головки *5* одновременно. ● #993

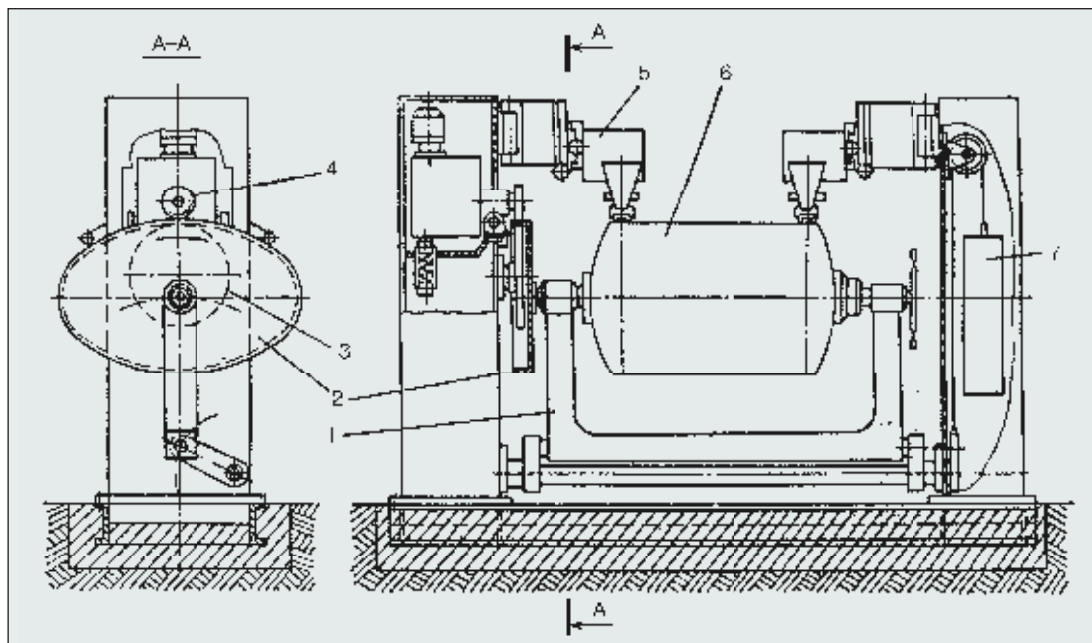


Рисунок.  
Схема  
устройства  
для авто-  
матической  
сварки  
овальных  
цистерн



# Современное состояние производства труб большого диаметра для магистральных трубопроводов

А. А. Рыбаков, канд. техн. наук, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

*Процесс производства труб большого диаметра представляет собой достаточно сложный комплекс основных и вспомогательных технологических операций. Протяженность технологического потока изготовления труб превышает 1 км, а количество основных технологических операций достаточно велико.*

Как известно, трубы большого диаметра изготавливают в двух различных конструктивных исполнениях — с продольным (прямошовные трубы) и спиральным (спиральношовные трубы) швами по двум принципиально отличающимся технологическим схемам. Каждая из этих схем имеет свои преимущества: производству спиральношовных труб присущи непрерывность и мобильность процесса, а прямошовные трубы отличает более широкий сортамент, в том числе по толщине стенки, а также высокое качество и уровень механических свойств металла. Указанные достоинства труб с про-

дольным швом обеспечили преимущественное развитие их производства. По приблизительной оценке доля прямошовных труб в общем выпуске труб большого диаметра составляет 70–75%. В Украине производство спиральношовных труб отсутствует, поэтому остановимся на особенностях производства труб с продольным швом.

**Технология производства.** Одной из основных операций производства труб является формовка трубных заготовок. В современных цехах листы на формовку поступают после обработки их кромок на фрезерных станках, обеспечивающих более высокую точность угловых и линейных размеров фаски (ранее эту операцию выполняли на кромкострогальных станках). Формовку трубной заготовки выполняют в несколько стадий. До недавнего времени в мировой практике преимущественно применяли так называемую УОЕ-формовку, когда образование трубной заготовки осуществляли последовательно на трех мощных прессах. Процесс отличает высокая производительность (до 60 заготовок в час), однако требует достаточно длительного времени на переналадку оборудования при изменении сортамента труб.

В последние годы в связи с необходимостью более быстрого реагирования на изменение рыночной конъюнктуры получил развитие процесс шаговой формовки (рис. 1). Известно около 10 вновь построенных или реконструированных цехов, в том числе четыре цеха — в Российской Федерации. Производительность пресса для такой формовки ниже, чем при УОЕ-формовке, однако он более мобилен и позволяет изготавливать трубы с толщиной стенки до 50 мм.

На ряде заводов, в том числе в одношовном потоке Харьковского трубного завода, формовку трубной заготовки производят на современных вальцах усовершенствованной конструкции с автоматическим управлением процессом формовки. В этом случае



Рис. 1. Пресс для «шаговой» формовки трубных заготовок диаметром 530–1420 мм с толщиной стенки до 50 мм

вместо предварительной подгибки кромок применяют их доформовку на специальном агрегате.

После формовки кромки трубных заготовок совмещают в специальном стане и предварительно сваривают сборочным (технологическим) швом (рис. 2). Сварку повсеместно выполняют одной дугой в защитном газе, преимущественно в  $CO_2$ , с высокой скоростью — до 6–7 м/мин. Такая трехслойная технология сварки, разработанная в начале 1960-х годов в ИЭС им. Е. О. Патона и предусматривающая последовательное выполнение сборочного, внутреннего и наружного рабочих швов, обеспечивает высокое качество сварных соединений труб, является общепризнанной и ее обязательное применение для труб ответственного назначения оговаривается международными нормативными документами.

Внутренний и наружный рабочие швы сваривают под флюсом многодуговой сваркой. Последним достижением, реализованным на большинстве заводов по производству труб, в том числе в Украине, является применение четырехдуговой (рис. 3) и пятидуговой (рис. 4) сварки соответственно внутреннего и наружного швов.

Заключительными основными операциями технологического потока при производстве труб являются экспандирование, выполняемое последовательно по всей трубе на гидромеханических экспандерах, гидравлическое испытание труб внутренним давлением и обработка кромок труб для образования фаски.

Следует особо подчеркнуть, что контролю качества труб уделяется большое внимание. При этом используют различные методы и средства. Обязательным при изготовлении труб ответственного назначения является применение листового проката только после 100%-ного ультразвукового контроля его сплошности. Эту операцию обычно выполняют на металлургических предприятиях, хотя на ряде трубных заводов предусмотрена возможность проверки листов и перед их сдачей в производство. Сварные соединения труб подвергают комплексному контролю дважды: непосредственно после сварки (технологический контроль) и на конечной стадии после гидроиспытания (сдаточный контроль). В каждом случае комплекс мероприятий по контролю предусматривает применение визуального, автоматического ультразвукового, рентгеновизионного, рентгенографического и ультра-



Рис. 2. Сборка трубной заготовки и сварка технологического шва в защитном газе

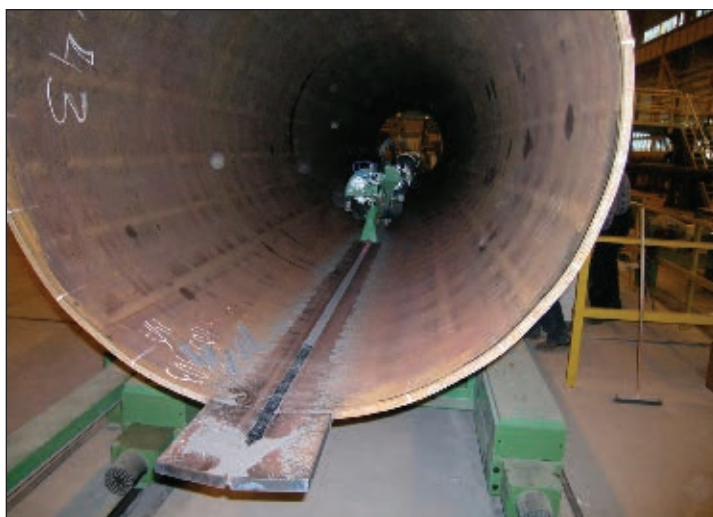


Рис. 3. Четырехдуговая сварка под флюсом внутреннего шва



Рис. 4. Пятидуговая сварка под флюсом наружного шва

звукового методов. Кроме того, при сдаточном контроле ультразвуком контролируют концевые участки труб, а магнитопорошковым методом — обработанные торцы труб.

На *рис. 5* в качестве примера показана установка для АУЗ-контроля сварных соединений труб, изготовленная в ИЭС им. Е. О. Патона и установленная на ОАО «Выксунский металлургический завод», предусматривающая выявление продольных и поперечных дефектов с помощью 20 пьезоэлектрических преобразователей.

Широкое применение в 1960–80 годах пленочных изоляционных материалов при строительстве магистральных трубопроводов для защиты их от коррозии следует считать неудачным решением. В настоящее время практически на всех трубосварочных

предприятиях предусмотрено нанесение изоляционных покрытий на трубы непосредственно в заводских условиях. При этом обычно после соответствующей подготовки и хроматирования на наружную поверхность (*рис. 6*) наносят трехслойное покрытие (грунтовочный, адгезионный и основной полиэтиленовый слои), а внутреннюю поверхность покрывают двухкомпонентным эпоксидным материалом.

**Прочность труб.** В трубопроводах, сооруженных в 1960–70 годах и эксплуатируемых в настоящее время, использовали трубы из нормализованных низколегированных сталей класса прочности К50–К55. Начиная примерно с 1970 г., с освоением процессов термомеханической обработки при производстве листового проката (так называемой контролируемой прокатки) в трубосварочном производстве активно применяют стали класса прочности (категории) К56–К60 (Х60–Х70). Трубы из такой стали эксплуатируются в большинстве газопроводов, в том числе «экспортных», сооруженных в Украине в 1970–80 годах. Дальнейшее усовершенствование технологии прокатки стали, микролегированной Ti, Nb и V, в частности, применение термомеханической обработки с ускоренным охлаждением позволили в 80-х годах получить трубную сталь и трубы класса прочности К65 (Х80).

Следует отметить, что потребители труб и, в первую очередь, организации, занимающиеся транспортом углеводородов, очень осторожно идут по пути повышения прочности трубной стали. Достаточно сказать, что первые опытные участки газопроводов небольшой длины (1,5–3,3 км) диаметром 1118 и 1420 мм из труб категории Х80 были построены в Чехии и Германии еще в 1985–1986 гг. С тех пор из таких труб сооружен лишь один протяженный (5700 км) участок газопровода между Аляской и Чикаго. В России применение труб категории К65 (Х80) начато в этом году при строительстве газопровода Бованенково-Ухта.

Дальнейшие работы по повышению прочностных характеристик металла ведутся в направлении создания и освоения производства трубной стали категории Х100 и Х120 за счет дополнительного ее легирования молибденом и применения НОР-процесса (термомеханическая обработка с ускоренным охлаждением и «самоотпуском»).

В настоящее время примерно 21 компания по производству труб объявила о готовности поставлять трубы категории Х80 и Х100.



Рис. 5. Установка для автоматического ультразвукового контроля продольных сварных соединений труб

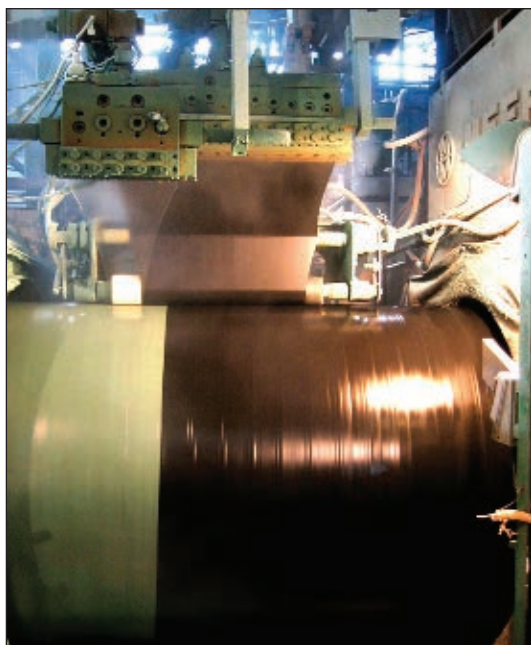


Рис. 6. Нанесение наружного изоляционного покрытия на трубу

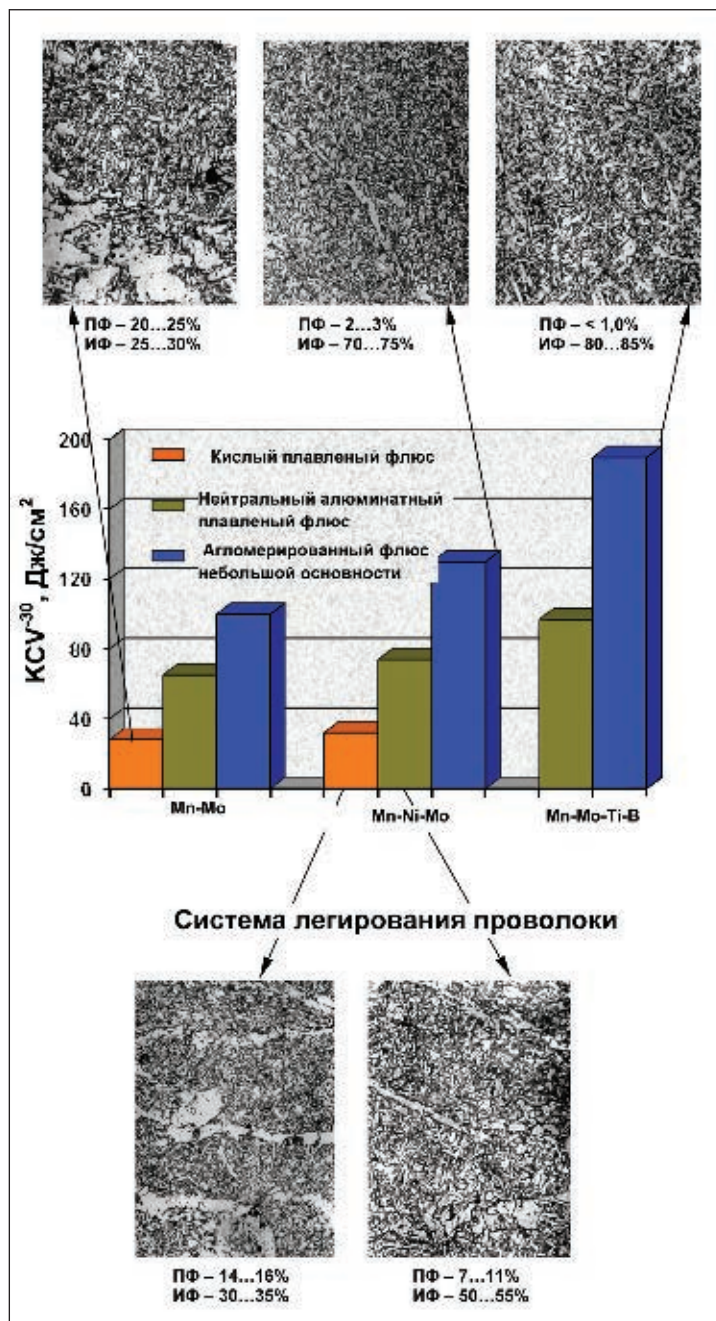
**Обеспечение трещиностойкости труб.**

Спротивление распространению вязких трещин в газопроводах является важнейшей характеристикой, определяющей надежность эксплуатации и возможности применения труб из стали повышенной прочности. В производственной практике для оценки вязкого разрушения обычно используют методы, основанные на определении величины энергии разрушения стандартных ударных образцов с острым надрезом по Шарпи и характере излома образцов полноразмерного сечения при их испытании падающим грузом (методика DWTT). Уровень требований к показателям вязкости для образцов с острым надрезом, предъявляемых современными международными и национальными стандартами, относительно невелик (минимальное значение работы удара KV на таких образцах для труб категории K60 (X70) при температуре эксплуатации трубопроводов обычно принимают равным 50 Дж). Считают, что такие значения KV соответствуют уровню вязкости, при котором не менее 50% труб в партии способны противостоять распространению вязкой трещины.

Вместе с тем, разработка и реализация новых технологических процессов металлургической обработки жидкого металла и получения листового проката обеспечили существенное повышение, помимо указанных выше прочностных свойств, ударной вязкости трубной стали массового производства, в том числе сверх нормативных требований. Полагают, что именно значительное превышение фактической вязкости современной трубной стали над установленным минимумом решило проблему обеспечения стойкости газопроводов против лавинного вязкого разрушения.

С повышением прочности металла труб требования к показателям вязкости заметно возрастают. Например, для газопровода Бованенково-Ухта используют трубы категории K65 (X80), металл которых должен выдерживать работу удара не менее 250 Дж при температуре эксплуатации.

**Ударная вязкость сварных соединений труб.** В последние годы существенно возросли также требования к характеристикам вязкости сварных соединений. Согласно современной нормативной документации, включая требования к трубам, разработанные для конкретных проектов, например для газопровода Бованенково-Ухта, Среднеазиатского газопровода или проекта



Nord-Stream, этот параметр оценивают по результатам испытания образцов с острым надрезом, наносимым на различных участках сварного соединения.

С целью обеспечения требуемых показателей вязкости создано специальное сварочное оборудование, а также разработана и реализована технология многодуговой (пятидуговой для наружного шва и четырехдуговой для внутреннего шва) сварки с использованием Mn-Ni-Mo- и Mn-Mo-Ti-B-системы легирования швов. Как видно на рис. 7, применение этих систем легирования, особенно последней, в сочетании с алюминатным флюсом небольшой основности обеспе-

Рис. 7. Диаграмма ударной вязкости и микроструктура металла швов труб

чивает благоприятную структуру металла шва, преимущественно игольчатого феррита, и его высокую ударную вязкость.

Более сложной задачей является обеспечение высокой ударной вязкости сварных соединений при испытании образцов, надраз в которых выполняют в зоне термического влияния, особенно в районе линии сплавления. Это обусловлено значительной структурной неоднородностью металла в этой зоне и образованием в сварных соединениях микролегированных сталей локальных зон пониженной вязкости, присущих однопроходной двухсторонней сварке под флюсом, применяемой при производстве труб. Решение этой задачи лежит в плоскости оптимизации химического состава трубной стали, формы шва и тепловложения при сварке и требует комплексных усилий металлургов и сварщиков.

**Свариваемость.** Технологические решения, реализуемые в современном производстве трубной стали, в том числе повышенной прочности, и направленные на повышение эксплуатационной надежности труб магистральных трубопроводов, предусматривают оптимизацию ее химического состава

и, в первую очередь, ограничения содержания углерода, вредных примесей и газов. Эти решения важны и с точки зрения показателей свариваемости.

Согласно данным многих исследователей, например, в работе Л. А. Ефименко и др. «Исследование свариваемости высокопрочных трубных сталей категории прочности X80» («Сварочное производство», №2, 2009 г.), при изменении в достаточно широком диапазоне скорости охлаждения в интервале температур 800–500°С (т. е. наибольших структурных превращений), а следовательно, и параметров сварочного процесса, в металле ЗТВ формируется бейнитная структура. При этом твердость металла не превышает рекомендуемых значений 275 HV при скорости охлаждения 20°С/с и менее.

Это предполагает возможность применения традиционных технологических процессов сварки при строительстве и ремонте трубопроводов, в т. ч. ручной дуговой сварки электродами с целлюлозным и основным типами покрытий, процессов CRC и Aufoveld, сварки порошковой проволокой с принудительным формированием (комплекс «Стык») и др. ● #994



### Украинские производители труб продолжают восстанавливать позиции, утраченные во время кризиса

В июле 2009 г. по сравнению с предыдущим месяцем производство труб в Украине увеличилось на 18,3%, до 181 тыс. т. При этом рост показали практически все основные участники рынка: Харьковский трубный завод на 10,6% — до 48,10 тыс. т, Новомосковский трубный завод на 21,4% — до 34 тыс. т, Нижнеднепровский трубопрокатный завод на 45,6% — до 23 тыс. т, «Интерпайп Нико-Тьюб» на 9% — до 14,50 тыс. т. Тем не менее, в целом за январь-июль выпуск трубного проката в Украине сократился на 40,8% по сравнению с аналогичным периодом 2008 г. — до 974 тыс. т. Это вызвано, прежде всего, уменьшением спроса на внешних рынках, поскольку основная часть трубной продукции экспортируется. Так, в I полугодии экспорт труб сократился с 512,995 тыс. т до 175,673 тыс. т. Аналитики отрасли отмечают, что во многом это связано со снижением мировых цен на углеводородное сырье. Поскольку в условиях уменьшения доходности нефтегазодобывающих компаний последние предпочитают свести до минимума затраты на модернизацию существующих трубопроводов и строительство новых.

Помимо этого, объемы экспорта буровых труб за 7 мес. сократились с 988 т до 284 т. Одновременно в январе-июле уменьшился ввоз буровых труб в Украину с 2,492 тыс. т до 1,404 тыс. т. Столь значительная разница между объемами импорта и экспорта поясняется низкими ценами, к которым прибегают зарубежные производители буровых труб. Так, в I полугодии 2009 г. средняя экспортная стоимость в данном сегменте трубного проката составила 6715 дол./т, тогда как средняя импортная стоимость — 4686 дол./т.

Несмотря на оптимистичные июльские показатели, эксперты прогнозируют негативный сценарий для трубной отрасли на II полугодие. Вместе с тем ситуация не так безнадежна, как может показаться на первый взгляд. Практика развитых стран наглядно демонстрирует, что лучшим антикризисным рецептом сейчас является стимулирование внутреннего потребления. И здесь Украина имеет значительные возможности. Например, одна только реализация проекта по модернизации национальной газотранспортной системы требует замены 5 тыс. км магистральных трубопроводов. А это 3 млн т труб большого диаметра. Иными словами, если ДК «Укртрансгаз» будет ежегодно менять по 500 км линейной части магистрали, украинские трубки будут иметь гарантированный рынок сбыта 300 тыс. т труб большого диаметра в течение ближайших 10 лет. Вполне сопоставимые объемы поставок трубной продукции для модернизации трубопроводного хозяйства предприятий ЖКХ. По данным ГП «Укрпромвнешэкспертиза», из существующих 570 млн т труб в коммунальных водопроводах и теплотрассах нуждаются в замене 300 млн т.

Кроме того, не следует забывать о локальных газораспределительных сетях. В такие объекты с высокой степенью готовности вложено около 700 млн грн., и правительство задекларировало намерение их достроить за счет средств НАК «Нафтогаз Украины». Хотя сейчас компании не до реализации инвестиционных проектов, этот вариант также может рассматриваться как возможность расширения внутреннего рынка трубного проката.

Игорь Воронцов, [www.rusmet.ru](http://www.rusmet.ru)

# Новое слово в газообеспечении производственных процессов

Д. А. Пятница, ОАО «Линде Газ Украина»

*Рынок сегодняшнего дня, к сожалению, не всегда требует больших объемов продукции. Поэтому содержание на предприятии таких крупных источников газа, как криогенные емкости, блоки разделения воздуха значительно увеличивает производственные затраты. Все чаще в промышленности принимают альтернативные варианты: используют криогенные цилиндры, баллонные бандлы — связки баллонов с общим выходом, обеспечивающие давление в системе до 15 МПа (150 атм.).*



В 2009 г. компания Linde представила очередное прогрессивное и выгодное решение, учитывающее потребности сегодняшней отечественной индустрии, — моноблоки с давлением 20 МПа (200 атм.).

Новый моноблок Linde принципиально не отличается от предшествующего ему с давлением 15 МПа, который в последние годы довольно широко применяют на украинских предприятиях. Основное отличие состоит в том, что концерн Linde стал использовать для новых бандлов 50-литровые баллоны с давлением наполнения 20 МПа, не имеющие аналогов в Украине. Наполнение баллонов газом под давлением 20 МПа (200 атм.) стало возможным благодаря внедрению передовых европейских технологий, современному техническому оснащению наполнительной станции, соответствующему мировому уровню и, конечно, квалифициро-

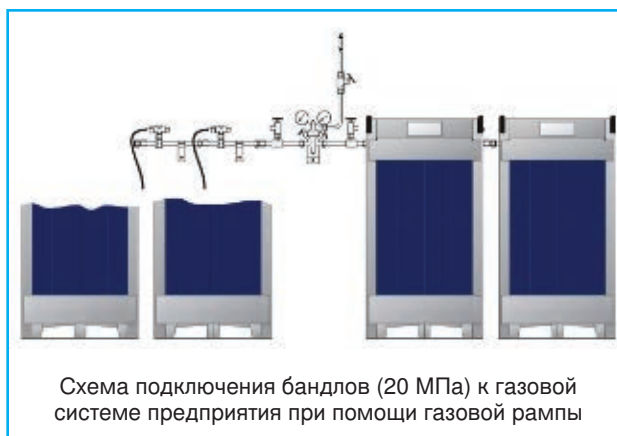


Схема подключения бандлов (20 МПа) к газовой системе предприятия при помощи газовой рампы

ванным специалистам, прошедшим подготовку в ведущих западных инженерных центрах.

Эксплуатация бандлов, их хранение должны отвечать «Правилам устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением», ДНАОП 0.00–1.07–94. Помимо качественных газов и новых источников, ОАО «Линде Газ Украина» обеспечивает производство всеми устройствами безопасности, запорным и регулирующим оборудованием от ведущих производителей.

Очевидно, что использование бандлов Linde с давлением 20 МПа выгодно для предприятия по ряду причин:

- большой объем газа в бандле (на 60–90%) при неизменной цене за 1 м<sup>3</sup>;
- снижение транспортных затрат при поставке со склада компании на предприятие;
- снижение внутризаводских транспортных затрат;
- снижение временных затрат на смену бандлов и доставку к постам;
- более высокий уровень безопасности благодаря ревизии, испытаниям и обслуживанию бандлов на современном оборудовании компании «Линде Газ Украина».

**ОАО «Линде Газ Украина»**

Тел. 8 (0562) 32 12 26

[www.linde-gas.com.ua](http://www.linde-gas.com.ua)

● #995

Публикуется на правах рекламы.

Объемы промышленных газов в бандлах Linde с давлением 20 МПа		
Газ	Объем газа в бандле, м <sup>3</sup>	Увеличение объема по сравнению с бандлами 15 МПа, %
Азот	120	66
Кислород	120	67
Аргон	120	67
Corgon 8®	126	75
Corgon 18®	138	92

# Технология и оборудование для автоматической дуговой сварки магистральных трубопроводов порошковой проволокой

**В. Н. Шлепаков**, д-р техн. наук, **Ю. А. Гаврилюк**, **А. С. Котельчук**, кандидаты техн. наук, **В. А. Гоцюк**, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

*В настоящее время запланированы большие объемы строительства и реконструкции магистральных трубопроводов в странах СНГ. Объем строительства и реконструкции по планам достигнет 10 тыс. км в ближайшие 5 лет. Выполнение таких проектов требует использования новых технологий и оборудования, которые соответствуют современному уровню развития техники и обеспечивают высокие темпы строительства в разнообразных географических и климатических условиях.*

При строительстве трубопроводов сварка кольцевых неповоротных стыков труб является одной из основных технологических операций. При выполнении этой операции применяют различные методы сварки: ручную дуговую покрытыми электродами или полуавтоматическую дуговую сварку порошковой проволокой поточно-расчлененным методом, автоматическую многослойную сварку в среде защитных газов

проволокой сплошного сечения или порошковой проволокой, контактную сварку непрерывным оплавлением, лазерную сварку и др.

Основную долю сварочных работ в настоящее время выполняют ручной дуговой сваркой. Влияние субъективного фактора (квалификации сварщиков) приводит к значительным расходам, связанным с исправлением брака (от 5 до 15%). Применение существующих механизированных и автоматизированных процессов сварки труб также приводит к большому объему ремонтных работ, вызванных нестабильным качеством сварных соединений из-за сложности обслуживания оборудования. Особенно это касается сварки корня шва.

Результатом работ, проведенных Институтом электросварки им. Е. О. Патона по созданию новой технологии и оборудова-

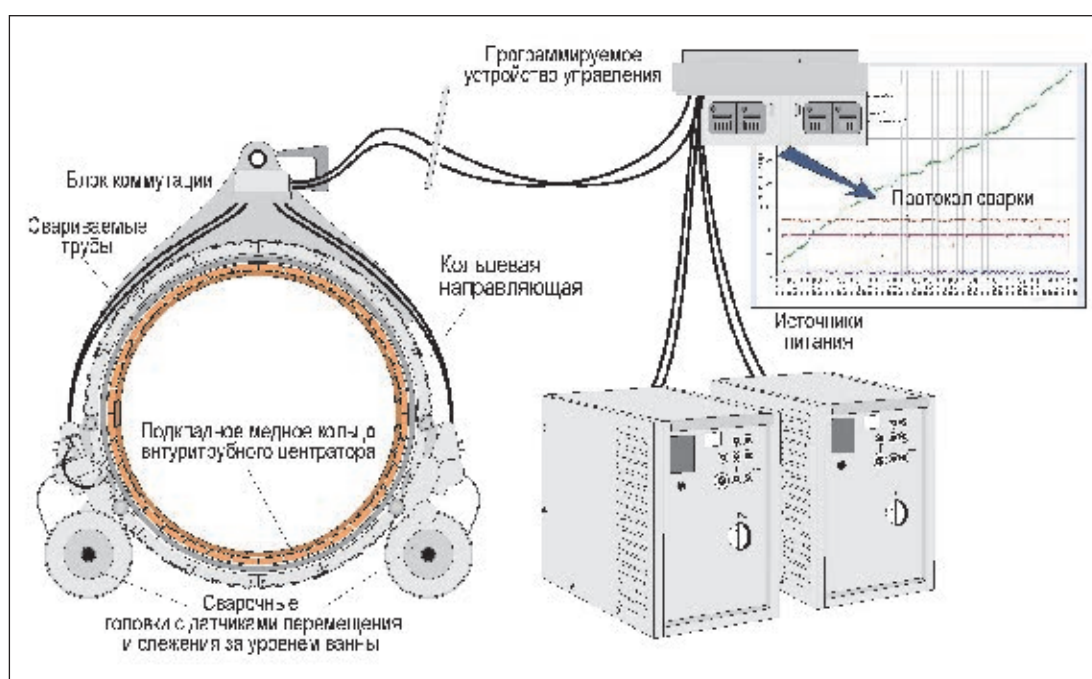


Рис. 1. Схема комплекса основного оборудования для дуговой сварки порошковой проволокой неповоротных стыков труб



ния, стал технический проект комплекса оборудования «Стык», технологии и сварочных материалов для автоматической дуговой сварки неповоротных стыков труб порошковой проволокой с принудительным формированием металла шва. Опытный образец оборудования такого комплекса создается на ОАО «Каховский завод электросварочного оборудования».

Применяемая технология предусматривает выполнение всех проходов сварного соединения электродуговой сваркой порошковой проволокой способом «снизу — вверх» орбитально двумя сварочными головками каждого аппарата в полностью автоматическом режиме с программным управлением (рис. 1). Запуск программы осуществляется после установки подвески со сварочными головками на заранее смонтированные направляющие пояса. Система датчиков обеспечивает поступление текущей информации о положении сварочной головки, скорости перемещения (при этом используется следящая система), угле наклона проволоки, частоте и амплитуде колебаний электродной проволоки, погонной энергии сварки и параметрах горения дуги. Задача оператора заключается в установке головки на стартовую позицию (рис. 2) и откреплении от направляющих, а также реагировании на срабатывание сигнальной системы при отклонении от программы. Системой управления предусмотрена диагностика состояния сварочных головок и технических параметров процесса.

Корневой шов выполняют снаружи соединения труб с применением самоходного внутреннего центризатора со специальным медным подкладным кольцом. Последующими проходами заполняют разделку и выполняют облицовочный шов. За каждый проход разделка заполняется на 5–8 мм (в зависимости от толщины стенки труб).

Для сборки стыков труб и сварки корневого прохода стыка используют самоходный внутритрубный центризатор с медным подкладным кольцом, который обеспечивает формирование обратного валика при дуговой сварке корня шва (рис. 3). Система автоматического управления обеспечивает в процессе сварки непрерывное протоколирование основных параметров процесса. Образец такого протокола показан на рис. 4.

В проекты строительства современных магистральных трубопроводов закладывают новые высокие требования как к основ-



Рис. 2. Установка сварочной головки на стык труб



Рис. 3. Сварка корневого шва на медном секционном подкладном кольце внутри-трубного центризатора

ному металлу (использование труб из высокопрочных сталей классов X70 и X80), так и к сварочным материалам, а также к самому технологическому процессу, при реализации которого обязательна непрерывная регистрация и паспортизация всех параметров сварки для каждого соединения. Следует учесть, что объем сварочных работ при этом также возрастает из-за необходимости

**Типичные механические свойства металла шва и сварного соединения, выполненного новой проволокой диаметром 1,6; 2,0 и 2,4 мм:**

Временное сопротивление разрыву, МПа .....	720–760
Предел текучести, МПа, не менее .....	590
Относительное удлинение, %, не менее .....	17
Относительное сужение, %, не менее .....	60
Работа удара KV при –40 °С, Дж, не менее .....	47

наплавки большого объема металла при сварке труб с повышенной толщиной стенки (до 32 мм), используемых в газопроводах высокого давления.

Все это потребовало разработки новых марок специализированной порошковой проволоки для сварки с принудительным формированием шва, которые бы обеспечивали необходимые свойства металла

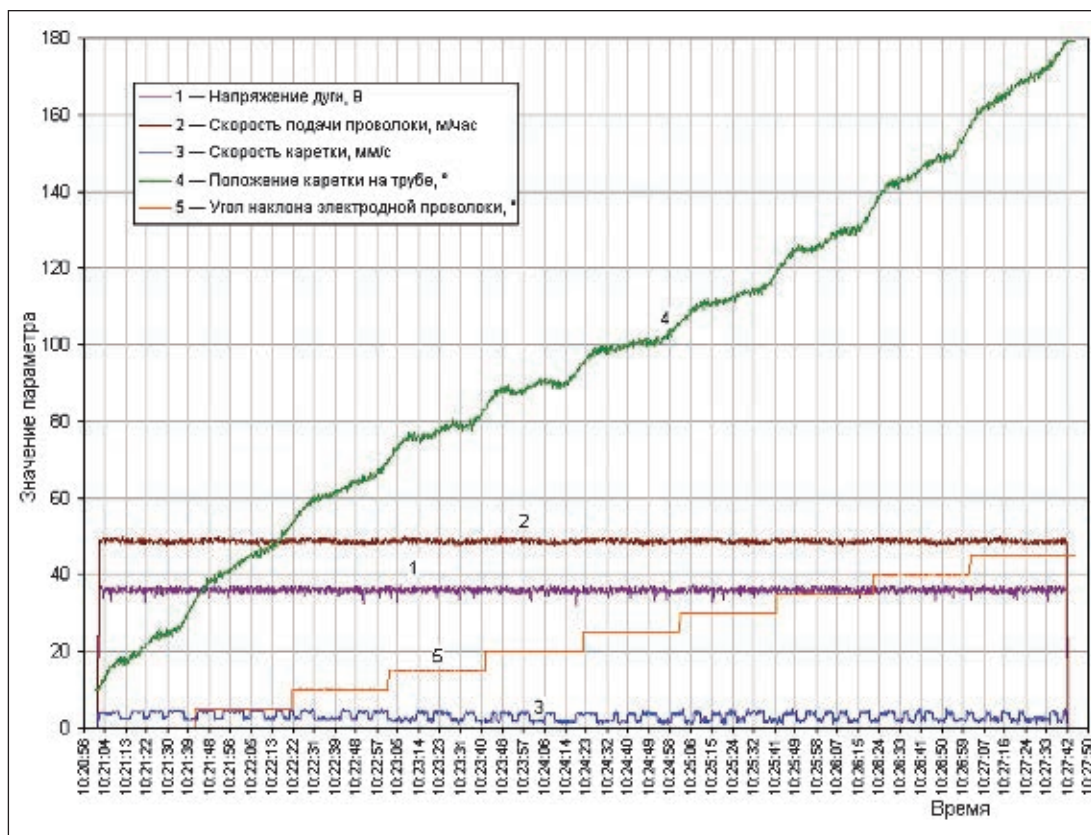


Рис. 4. Образец протокола выполнения сварочного прохода одной головкой

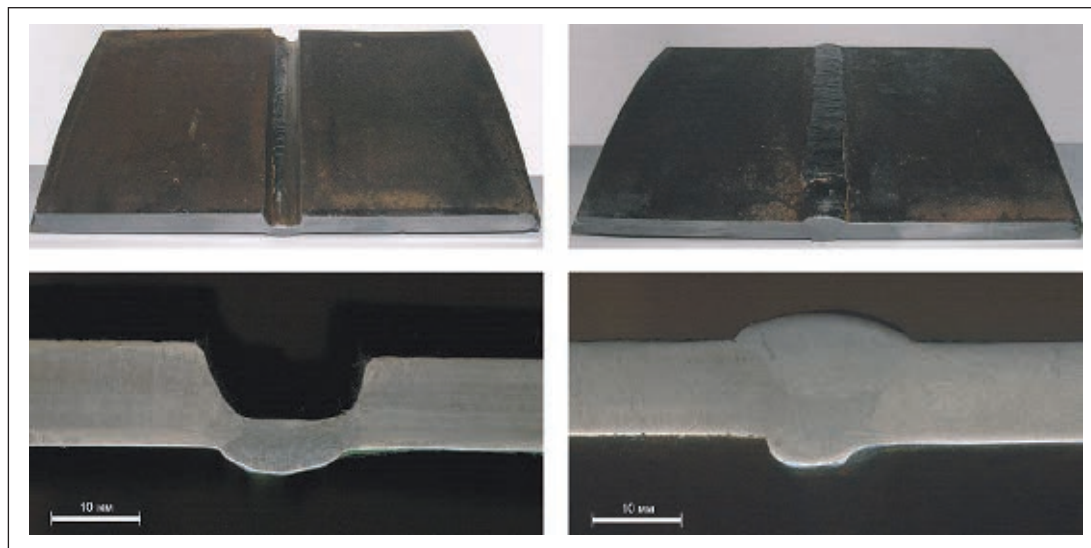


Рис. 5. Макрошлифы стыкового соединения труб, выполненного автоматической дуговой сваркой порошковой проволокой с принудительным формированием шва за два прохода

при сварке соединений из сталей класса Х70 и Х80.

Содержание диффузионного водорода в металле сварного шва не превышает 5 мл/100 г.

Макрошлифы стыкового соединения труб, выполненного автоматической дуговой сваркой порошковой проволокой с принудительным формированием шва за два прохода, показаны на рис. 5, а внешний вид сваренного стыка труб – на рис. 6.

Основные характеристики разработанного автоматического сварочного комплекса нового поколения «Стык» (рис. 7), основное назначение которого – сварка неповоротных стыков труб магистральных трубопроводов с принудительным формированием шва и автоматической сваркой корня шва на центраторе с подкладным кольцом, приведены ниже.



Рис. 6. Внешний вид стыка труб, выполненного автоматической электродуговой сваркой порошковой проволокой с принудительным формированием шва

**Техническая характеристика автоматического сварочного комплекса «Стык»:**

Диаметр свариваемых труб, мм	530–1420
Толщина стенки, мм	12–30
Сила сварочного тока при ПВ=100%, А	280–500
Напряжение дуги, В	24–32
Диаметр электродной проволоки, мм	1,6; 2,0; 2,4
Скорость подачи электродной проволоки, м/ч	150–500
Скорость перемещения сварочной головки, м/ч	До 25
Вылет электродной проволоки, мм	20–45
Корректировка положения конца электрода поперек стыка, мм	±12
Регулировка частоты колебаний электродной проволоки относительно оси стыка	Автоматически в зависимости от режима
Амплитуда колебаний, мм	0–12
Регулировка подачи электродной проволоки по глубине разделки, мм	±7
Время монтажа установки на стык, мин.	1–3
Машинное время сварки одного стыка (при работе двух головок одновременно) на трубах диаметром 1020–1420 мм, мин	6–12



Рис. 7. Сварочный аппарат комплекса «Стык» для автоматизированной электродуговой сварки порошковой проволокой с принудительным формированием шва неповоротных стыков труб диаметром 1420 мм (изготовлен ОАО «Каховский завод электросварочного оборудования»)

Создаваемый новый комплекс оборудования, технологии и материалов для автоматической дуговой сварки неповоротных стыков труб магистральных трубопроводов по показателям производительности и качества отвечает уровню мировых достижений и перспективен для широкого применения.

● #996

# Разработка конструкции малогабаритного оборудования с использованием рабочих макетов

**В. И. Степахно**, д-р физ.-мат. наук, **В. В. Петренко**, **Л. Н. Копылов**,  
 ЗАО «ОЗСО ИЭС им. Е. О. Патона»

*Конкурентная борьба между производителями сварочного оборудования требует постоянного совершенствования оборудования, выпускаемого предприятием, и расширения его номенклатурного ряда. Если вопрос совершенствования продукции, как правило, может быть решен силами заводских специалистов, то создание новых образцов оборудования зачастую требует привлечения сторонней специализированной организации, что влечет за собой значительные затраты. Мировой экономический кризис, существенно осложнивший решение финансовых вопросов, потребовал поиска иных путей для создания нового оборудования.*

Изменились и требования потребителей к оборудованию. Как правило, это желание максимально сократить сроки и финансовые затраты на выполнение работ, а также желание приобрести оборудование высокого качества и соответствующее современному техническому уровню. Ранее разработанное оборудование не всегда отвечает этим требованиям, что ограничивает его применение в современных условиях.

В конце 2008 — начале 2009 гг. ЗАО «ОЗСО ИЭС им. Е. О. Патона» получил много заказов на оборудование для автоматической сварки угловых швов «в лодочку». Необходимость в этом оборудовании возникла в связи с большими объемами работ по строительству промышленных и гражданских зданий, в конструкции которых в большом количестве применяют двутавровые балки различных типоразмеров.

Для получения высших показателей качества и производительности протяженные угловые швы предпочтительно наплавлять сварочными автоматами при положении свариваемых элементов «в лодочку». Отсутствие соответствующего современного оборудования может отрицательно сказаться на качестве строящихся объектов. Наиболее распространенными сварочными автоматами, применяемыми для решения этой задачи, в настоящее время являются различные модификации трактора ТС-17 (ТС-73,

К-001, АДФ-1002). Тракторы просты и надежны в эксплуатации, но имеют существенный недостаток — привод подачи электрода и привод перемещения приводит в действие один асинхронный двигатель, что усложняет наладку трактора и не позволяет выполнять корректировку режимов в процессе сварки.

Целесообразность создания специализированного трактора нового поколения для удовлетворения спроса потребителей была очевидной, но заказать дорогостоящие работы на разработку конструкторской документации сторонней организацией завод не имел возможности. Поэтому руководство завода решило отказаться от традиционного пути создания нового оборудования, при котором по техническому заданию на проектирование разрабатывается техническая документация, а затем по ней изготавливается опытный образец.

Дирекцией завода было принято решение: создать новый трактор ТС-102, максимально приспособленный для сварки угловых швов при положении свариваемых деталей «в лодочку» путем изготовления рабочего макета с максимальным использованием модулей. В качестве модулей использовали функциональные механизмы, узлы, детали, которые по своим техническим, технологическим, эргономическим, эстетическим характеристикам, требованиям ТБ обеспечивали выполнение функциональных задач, предусмотренных требованиями технического задания. Это были покупные механизмы или узлы и детали, ранее выпускаемые на заводе, что позволило исключить инженерную подготовку производства при их изготовлении. Аналогичные требования предъявляли и к электрической части.

Понятно, что при создании нового оборудования использование проверенных в работе модулей позволяет существенно сократить объемы и сроки выполнения конструкторских работ. Однако следующая зада-

ча — определение оптимального взаимного расположения модулей путем вычерчивания общих видов — сложна, трудоемка и требует высококвалифицированных исполнителей. Существенно упростить эту работу можно за счет изготовления рабочего макета, что дает возможность визуально оценивать рациональность реальной конструкции и устранять замеченные недостатки в следующем варианте компоновки.

Весь процесс разработки конструкции нового оборудования с изготовлением рабочих макетов можно разбить на ряд этапов:

1. Разработка Технического задания (ТЗ) на проектирование.

2. Подбор функциональных механизмов, узлов, деталей, которые могут обеспечить выполнение требований, определенных ТЗ на проектирование.

3. Изготовление рабочего макета:

- определение рационального взаимного расположения комплектующих механизмов, узлов, деталей, при котором обеспечивается выполнение всех функциональных задач оборудования; крепление комплектующих элементов временными связями; решение вопросов технологичности изготовления, эргономики, дизайна и др. (как правило, для выбора рациональной конструкции оборудования приходится проверять несколько вариантов компоновки);
- выбор рациональной конструкции связующих элементов для крепления входящих комплектующих, оформление эскизов, изготовление деталей;
- сборка рабочего макета.

4. Заводские испытания электрической и механической частей рабочего макета.

5. Доработка оборудования в металле по результатам испытаний. После выполнения этого этапа рабочий макет должен полностью соответствовать требованиям ТЗ и быть готовым к опытно-промышленной проверке в производственных условиях.

Следует отметить, что рабочий макет после испытания и доработки по своим техническим и эксплуатационным характеристикам не должен отличаться от опытного образца, изготавливаемого по технической документации, разработанной при традиционном пути создания оборудования. Поэтому рабочий макет можно рассматривать как опытный образец, который, как правило, продается первому заказчику на оборудование.

6. Оформление конструкторской документации.

7. Опытно-промышленная проверка оборудования.

8. Корректировка конструкторской документации по результатам опытно-промышленной проверки.

При разработке конструкции трактора ТС-102 (рис. 1) в качестве привода для механизма подачи был выбран механизм А-547У мощностью 140 Вт в комплекте с малогабаритным подающим механизмом аппарата АД-356. Для механизма перемещения были применены два редуктора с общим передаточным числом  $i=120$ : механизм МП-2 и червячный редуктор итальянского производства. В качестве системы корректоров сварочного мундштука применен узел автомата АД-444, для ходовых колес — покупные металлические колеса с резиновыми бандажами и встроенными игольчатыми подшипниками. В макете использованы детали, которые применяли в оборудовании, ранее выпускаемом заводом.



Рис. 1. Универсальный малогабаритный сварочный трактор ТС-102

**Техническая характеристика трактора ТС-102:**

Сила номинального сварочного тока, А	600
Способ сварки	Под слоем флюса, в среде защитных газов
Диаметр электродной проволоки, мм	1,0–3,0
Скорость подачи электрода, м/мин	1,0–11,5
Скорость сварки, м/мин	0,15–1,2
Величина корректировки сварочного мундштука, мм:	
вертикальная	60
горизонтальная	50
Радиальный поворот сварочной головки, °	90
Продолжительность включения (ПВ), %	100
Габаритные размеры, мм	
(длина × ширина × высота)	500×320×600
Масса (без флюса и электродной проволоки), кг	22

В качестве базовой электрической схемы управления трактором использована схема управления сварочным полуавтоматом, серийно выпускаемым заводом. Две платы управления обеспечили выполнение всех операций, заложенных в ТЗ, включая функцию «мягкий старт» (стабилизация процесса поджига дуги). Благодаря двум независимым друг от друга приводам (подачи электрода и перемещения трактора) с двигателями постоянного тока обеспечена плавная регулировка всех параметров режима при наладке и сварке без остановки сварочного процесса.

Трактор ТС-102 легко можно переналадить для сварки всех типов швов и сварных соединений, выполняемых сварочными тракторами: стыковых швов «в базе» и «вне базы», а также угловых швов «вне базы».

Трактор ТС-102 предназначен для применения как в заводских условиях, так и

при сооружении различных конструкций в мосто-, судо- и резервуаростроении.

Методом макетирования, кроме сварочного трактора ТС-102, были разработаны конструкции и изготовлены рабочие макеты сварочного трактора ТС-101 и устройства УПК-3.

Конструкция сварочного трактора ТС-101 (рис. 2) разработана на базе узлов механизмов подачи и перемещения ранее выпускаемого трактора ТС-77. Новая компоновка узлов в сочетании с модернизированной системой корректоров и связующими элементами позволили существенно снизить массу (с 77 до 43 кг) и размер трактора, а также расширить его технологические возможности. Трактор общего назначения можно использовать для сварки под флюсом проволокой диаметром 3–5 мм как в заводских условиях, так и в судо-, мосто-, резервуаростроении и других отраслях промышленности.

Тракторы приобрели фирмы из Индии, предприятие «Будцемрем» (Каменец-Польский) и др.

В качестве базовых элементов устройства УПК-3 для механизированной газокислородной подготовки кромок под сварку использована модернизированная ходовая тележка автомата А-1171, а также узел корректоров оборудования АД-444, которые ранее изготавливали на заводе. Для электрической схемы применена плата управления серийного сварочного полуавтомата, выпускаемого заводом, которая полностью удовлетворяет всем требованиям ТЗ на проектирование устройства.

Малогабаритное устройство УПК-3 (рис. 3) предназначено для механизированной газокислородной подготовки под сварку кромок листов и труб диаметром более 600 мм. Высокая точность геометрических параметров обрабатываемой кромки обеспечивается за счет того, что в комплекте оборудования отсутствуют какие-либо направляющие элементы для удержания устройства в рабочей зоне. Ходовую тележку устанавливают непосредственно на обрабатываемую кромку и копируют торцевую поверхность детали.

Скорость снятия кромки в зависимости от толщины металла и вида газа находится в пределах 0,25–0,65 м/мин.

Аналог устройства УПК-3 широко применяли монтажные организации при строительстве морских стационарных платформ в акваториях Каспийского и Черного морей в 1980–1982 гг.



Рис. 2. Сварочный трактор ТС-101

**Техническая характеристика трактора ТС-101:**

Сила номинального сварочного тока, А	1000
Диаметр электродной проволоки, мм	3–5
Скорость подачи электродной проволоки, м/мин.	0,5–6
Скорость сварки, м/мин	0,2–2
Величина корректировки сварочного мундштука, мм:	
вертикальная	80
горизонтальная	40
Радиальный поворот сварочной головки, °	90
Продолжительность включения (ПВ), %	100
Габаритные размеры, мм	
(длина × ширина × высота)	430×360×620
Масса, кг	43

Экономическую целесообразность использования модулей и рабочих макетов при разработке нового оборудования рассмотрим на примере создания устройства УПК-3. Так как затраты на изготовление рабочего макета и опытного образца при традиционном пути создания оборудования примерно одинаковые, то оценить экономические показатели двух вариантов создания нового оборудования можно, сравнив затраты на их проектно-конструкторские работы.

При создании устройства УПК-3 на выполнение конструкторских работ было затрачено 40 рабочих дней (2 месяца). Сравнительно небольшой срок, затраченный на полное оформление всего проекта, объясняется тем, что чертежи большинства деталей были оформлены раньше. Кроме того, при наличии готового рабочего макета конструктор может наблюдать визуально все элементы конструкции и их взаимное расположение без глубокой аналитической обработки информации, что существенно ускоряет оформление чертежей общих видов. Понятно, что затраты на конструкторские работы при изготовлении рабочего макета существенно меньше, чем при выполнении их сторонней организацией при традиционном пути разработки нового оборудования.

Как показала практика, способ создания нового оборудования с использованием рабочих макетов на базе модульной компоновки имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционным: уменьшаются объемы и сроки выполнения конструкторских ра-



Рис. 3. Малогабаритное устройство УПК-3

**Техническая характеристика устройства УПК-3:**

Напряжение питания, В	220
Толщина листов, мм	10–30
Угол наклона резака, °	0–50
Тяговое усилие тележки, кг, не менее	15
Масса, кг, не более	12
Габаритные размеры, мм (длина × ширина × высота)	350×300×450

бот, улучшается качество разработки, существенно сокращаются финансовые затраты и сроки выполнения всего комплекса работ.

Отмеченные преимущества делают описанный способ создания нового оборудования перспективным в современных условиях.

● #997

**Сетевые редукторы большой производительности ОАО «Эффект»**

Управление процессом резки металла и подача режущего кислорода на газорезущих машинах осуществляется при

Техническая характеристика редукторов		
	«Эффект СКЗ-100»	«Эффект СКЗ-250»
Максимальное давление, МПа:		
на входе	1,6	1,6
рабочее на выходе	1,2	1,2
Расход кислорода, м³/ч	100	250
Температурный режим работы, °С	+5...+50	+5...+50

помощи редукторов с пневматическим мембранным управлением типа РКЗ-500. Редуктор РКЗ-500 при работе от стандартной заводской сети, давление в которой поддерживается максимум 1,6 МПа, может пропустить при рабочем давлении на выходе 1,2 МПа около 100 м³/ч кислорода. В этом случае редуктор РКЗ-500 выполняет функцию сетевого редуктора с пневматическим задающим устройством.

В настоящее время ОАО «Эффект» освоил выпуск аналогичных сетевых редукторов СКЗ для систем управления газорезущими машинами. Для работы в рамках редукторы СКЗ не предназначены. В качестве управляющего редуктора применяют СКО-10 либо БКО-50-М. Редукторы серии СКЗ сертифицированы в системе УКРСЕПРО.

**М.М.Лилько, А.А.Мацневич,**  
ОАО «Эффект» (Одесса)



# Типовые установки производства ООО «НАВКО-ТЕХ» для автоматической дуговой сварки\*

В данной публикации описаны типовые автоматические установки для дуговой сварки круговых швов производства ООО «НАВКО-ТЕХ».

Для этих установок, как и для группы установок для сварки прямолинейных швов, характерно:

- применение однотипных технических решений и компоновок;
- модульный принцип их построения с максимальным применением отработанных унифицированных узлов;
- применение высоконадежных комплектующих (источники питания, сварочные горелки, пневмо- и электрокомплектующие), отвечающих за основные рабочие параметры и надежность оборудования. В качестве сварочного оборудования в составе установок применяют, как правило, аппараты фирмы «Fronius». Сварочные горелки — с жидкостным охлаждением производства «Abicor Binzel»;
- простота обслуживания, доступность и относительно низкая стоимость расходных материалов;
- индивидуальный подход к каждому проекту установки с максимальным учетом особых требований заказчика.

Следуя классификации, предложенной д-ром техн. наук В. А. Тимченко, установки для сварки круговых швов производства ООО «НАВКО-ТЕХ» можно разделить на следующие три группы:

1. Установки для сварки изделий, закрепляемых консольно (рис. 1).
2. Установки для сварки изделий, закрепляемых в двух опорах (рис. 2).
3. Одно-, двух- и многопозиционные установки для сварки неповоротных горизонтально расположенных кольцевых швов (рис. 3).

Назначение установок и их основные характеристики приведены в табл. 1, 2.

Установки первой группы позволяют ориентировать изделие в самом благоприятном (с точки зрения формирования шва) пространственном положении.

Наиболее комфортные условия работы обеспечивают установки закрытого типа, выполненные в виде кабины со сдвигающейся дверцей и возможностью подключения вытяжной вентиляции. Примерами таких установок являются модели АС337 и АС345.

**Модель АС337** — одна из четырех однотипных установок, с помощью которых последовательно сваривают все швы «жигулевского» амортизатора. АС345, — предназначена для сварки внутренних кольцевых швов блока автомобильного нейтрализатора с фланцами. Сварку двух швов, соединяющих блок с фланцами, выполняют последовательно в двух ячейках кабины, поочередно закрывающихся одной сдвигающейся дверцей.

В установке АС305-2Х механизм фиксации изделия и стойка крепления правой горелки размещены на линейных подшипниках, что позволяет точно и с минимальными усилиями перемещать их и быстро перенастраивать установку на сварку стоек разной длины.

В установке АС331 траектория перемещения сварочной горелки относительно свариваемого изделия имеет седловидную форму, это дает возможность получить качественное сварное соединение, образующееся при пересечении (под прямым углом) двух труб. Еще одна особенность этой установки — синхронное вращение правого и левого вращателей. При этом можно выполнять сборку трех свариваемых деталей (две наружные втулки и внутренняя труба) непосредственно на установке без предварительной их сборки на прихватках на отдельном рабочем месте и последующую их сварку с поворотом изделия на угол более 360°.

**Установка УДС711** предназначена для сварки колес диаметром 13"...16" для легковых автомашин. В этой установке угловой

\* Продолжение. Начало в «Сварщике» № 4-2009.



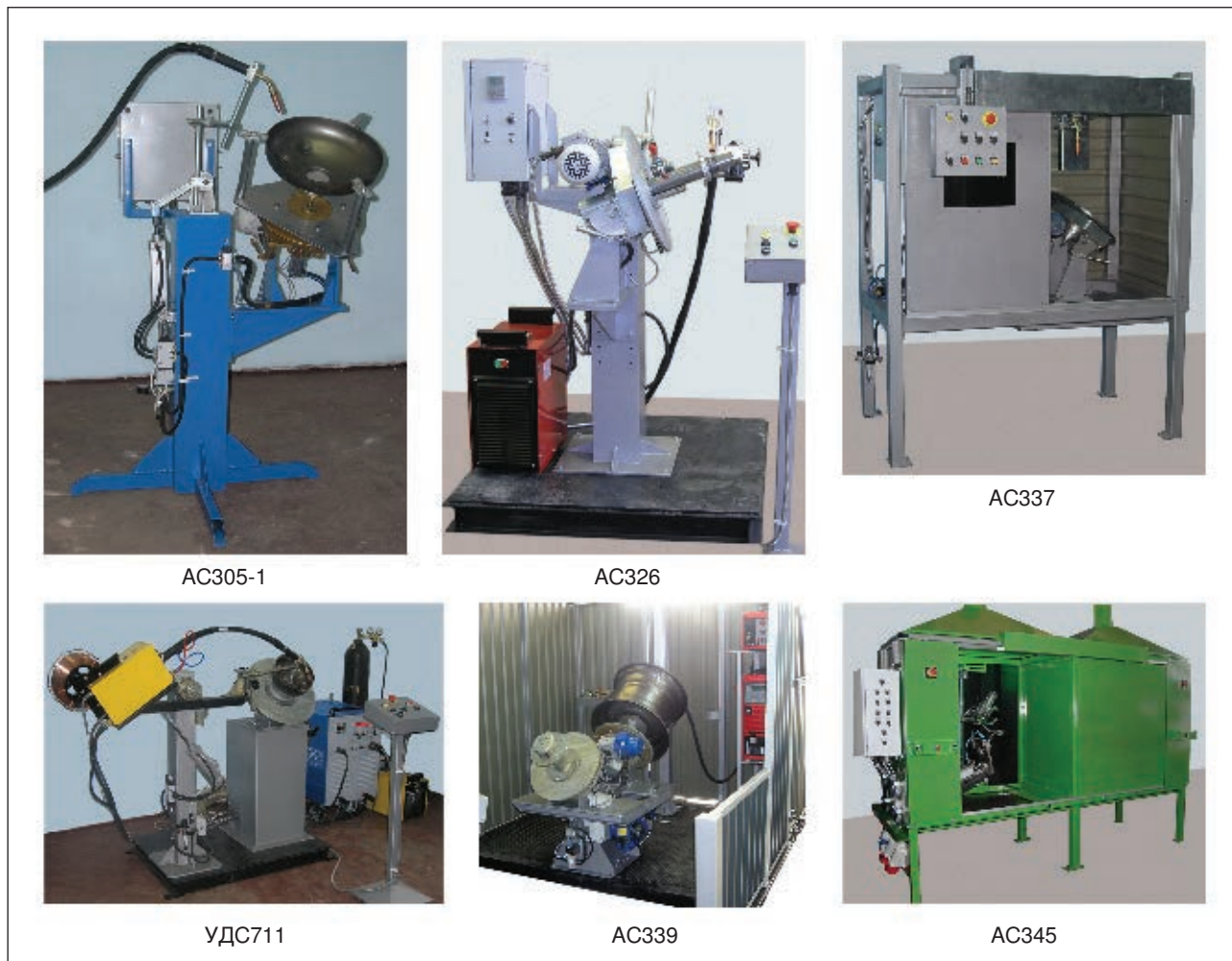


Рис. 1. Установки для сварки изделий, закрепляемых консольно

Таблица 1. Основное назначение установок для автоматической дуговой сварки

Группа	Модель	Основное назначение
1	АС305-1	Сварка малогабаритных изделий: горловина с доннышком корпуса огнетушителя, бойлера, ресивера и др.
	АС326, АС337	Сварка деталей автомобильных амортизаторов
	УДС711	Сварка обода с диском колеса автомашин «Таврия», «Москвич», ВАЗ, «Волга», УАЗ, Opel, Hyundai, Daewoo, «Нива-Шевроле», «Шкода-Октавия»
	АС339	Сварка обода с диском колес для сельхозтехники — комбайны ДОН 680, 800, 1500, 2600, грузовые автомобили, а также тракторы Т155 и Т158
	АС345	Сварка внутренних кольцевых швов блока автомобильного нейтрализатора
2	АС305-2	Сварка одновременно двух швов, соединяющих обечайку с доннышками корпуса огнетушителя, бойлера, ресивера и др.
	АС305-2Х	Сварка одновременно двух швов монтажных строительных стоек
	АС331	Сварка одновременно двух швов арматуры отопительных биметаллических радиаторов
	АС349	Сварка корпусов гидроцилиндров, электродвигателей и др.
3	АС313	Сварка миниатюрных изделий: капсула, сиффон, корпус топливного фильтра и др.
	АС312	Сварка поочередно двух швов соединений патрубков с доннышком бойлера
	АС307	Сварка трубных решеток (досок) теплообменников бытовых газовых котлов
	АС316	Сварка одновременно двух швов секций бытовых масляных радиаторов
	УДС707	Сварка одновременно двух швов соединений «подушка» с «подкладкой» железнодорожного стрелочного перевода. Эксплуатируются на всех стрелочных заводах СНГ

Таблица 2. Техническая характеристика установок для автоматической дуговой сварки

Модель	АС 305-1	АС326 / АС337	УДС711	АС345	АС339	АС305-2	АС 305-2Х	АС331	АС349	АС313	АС307	АС312	АС316	УДС707
	Способ сварки	МИГ/МАГ												
Диапазон диаметра кругового шва, мм	25-200	13"-15"	80-87	24"	20-400	48-76	15-25	20-300	4-20	25-100	16-50	10-100	50-70	
Длина, масса свариваемого изделия	125 кг	63 кг	175-234 мм	200 кг	300-2000 мм	390-3200 мм	25 кг	125 кг	15 кг	40-500 кг	25 кг	20 кг	330 кг	
Число последовательно (одновременно) свариваемых круговых швов	1	1	2	1	(2)	(2)	(2)	1	1	1	2	(2)	3	
Пределы регулирования скорости вращения планшайбы или сварочной головки (для установок 3-й группы), об/мин	1,0-9,0	0,5-2,6	0,3-2,5	0,5-2,6	0,3-2,5	0,5-5,0	2,0-14,0	0,3-2,5	4,0-40,0	1,0-8,0	0,5-5,0			
Угол наклона планшайбы, ... °	0-90													
Программное управление и диагностика состояния с помощью контроллера	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Автоматические подвод и отвод горелки	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Защита от светового излучения дуги	-	-/+	+	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+
Устройство механического слежения за линией соединения	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
Механизм ориентации изделия с пневмоприводом	-	-	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+
Цифровой индикатор скорости	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	-	+/-	+/-	+
Привод сборочно-сварочного приспособления	Пневм.	Ручн.	Пневм.											Ручн.

шов соединения обода с диском выполняют в наилучшем для формирования шва положении — «в лодочку», с наклоном оси вращения колеса на угол 50° относительно вертикальной оси. Колесо на планшайбе вращателя фиксируют с помощью быстродействующего пневмозажима. В установке высокая точность наведения электрода малого диаметра на линию свариваемого соединения при подъеме-опускании сварочной горелки. Эту операцию выполняют без изгиба шлангпакета горелки за счет поворота всех элементов тракта подачи проволоки, включая собственно горелку со шлангом и механизм подачи с катушкой. Эта модель позволяет выполнять сварку как замкнутого кольцевого шва, так и его участков с настройкой длины прерывистых швов и расстояния между ними. При этом зажигание дуги и заварку кратера производят на неподвижном колесе, а его поворот между отдельными участками — на маршевой скорости.

С целью минимизации сварочных деформаций и биения колеса в установке выполнение прихватки и начало цикла сварки с противоположной по отношению к прихватке стороны выполняется в автоматическом режиме. Продолжительность цикла сварки колеса — 50 с.

**Установка АС339** — двухпозиционная, с механизированной (с помощью шарнирно-балансирного манипулятора) загрузкой колеса в одной позиции и сваркой в другой. Смена позиций осуществляется с помощью поворотного стола. Установка выполнена в виде закрытой кабины. Такая компоновка позволяет надежно защитить сварщика от светового излучения дуги, а барьер безопасности, которым оснащена установка, исключает травмирование оператора при повороте стола (смена позиций — менее 3 с).

**Установка АС307** предназначена для сварки труб диаметром 25-100 мм с горизонтально расположенной трубной решеткой толщиной 2-12 мм. В ней сварочная головка закреплена на двухзвенном шарнирном манипуляторе и имеет возможность сваривать кольцевые швы, расположенные в пределах зоны 2000×1000 мм.

Наведение головки на линию сварки того или иного шва осуществляется:

- в горизонтальном направлении — с помощью цангового центратора, вставляемого внутрь трубы. Подъем-опускание сварочной головки с закрепленным на ней центратором выполняется с помощью пневмопривода;

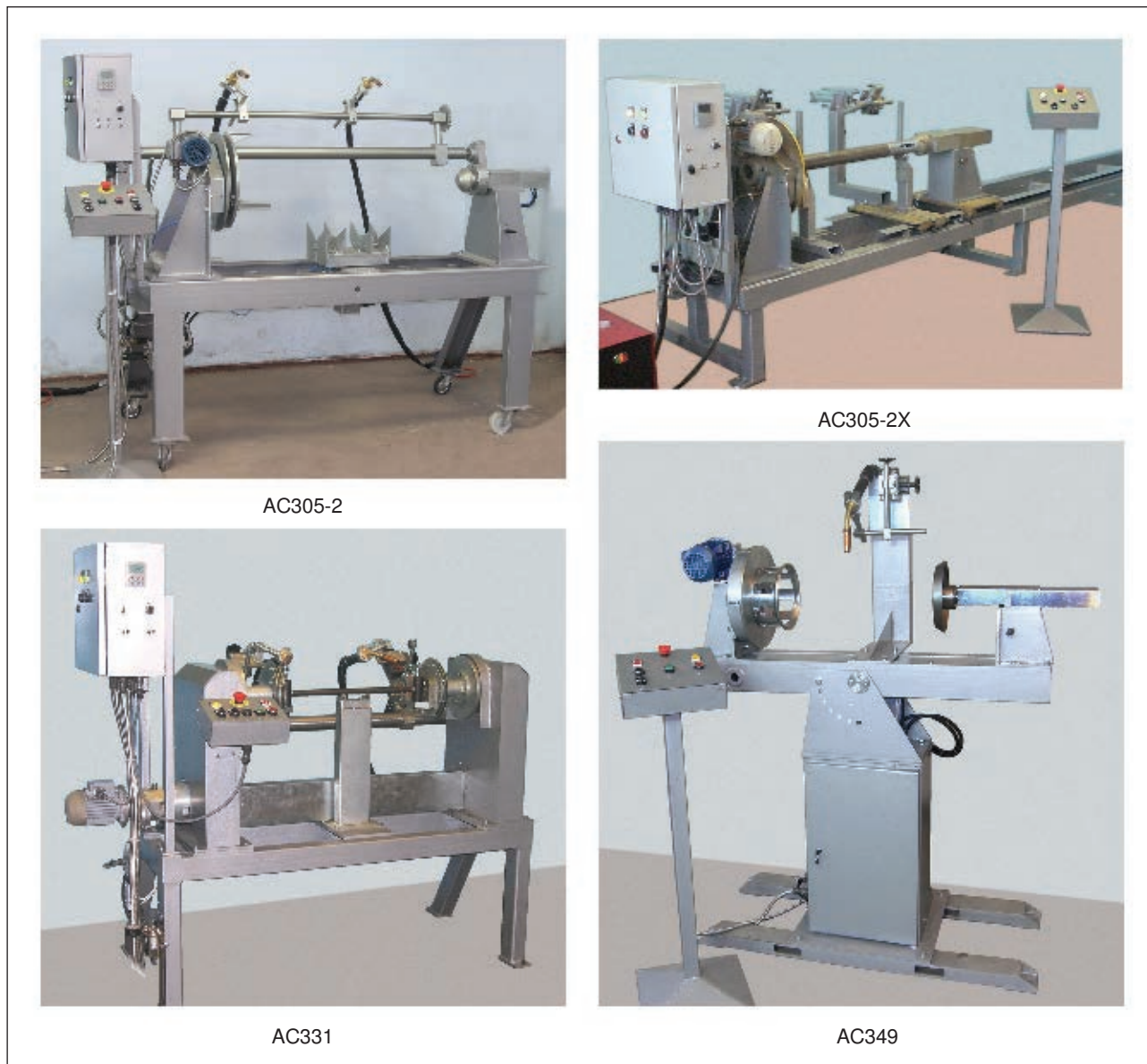


Рис. 2. Установки для сварки изделий, закрепляемых в двух опорах

- в вертикальном — благодаря предварительной настройке взаимного положения плоскости перемещения манипулятора и базовой плоскости сборочно-сварочного приспособления.

Следует отметить, что такая схема базирования допустима только для трубных досок небольших габаритных размеров, когда можно пренебречь деформациями доски в процессе сварки. При сварке котлов больших габаритных размеров (т. н. жаротрубных котлов) необходимо дополнительное устройство, отслеживающее реальное положение линии соединения в вертикальном направлении. Сварка выполняется с регулируемым по величине перекрытием начала и конца шва.

Предусмотрен специальный режим постановки прихваток, причем с целью исключения совмещения мест перекрытия шва и прихватки последняя ставится по программе в точке, не совпадающей с началом и концом шва.

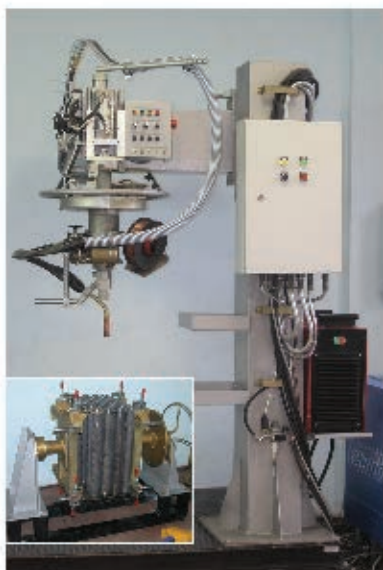
Работой установки управляет сварщик с помощью только трех кнопок, расположенных на головке (опускание головки, сварка, постановка прихватки).

Установка комплектуется сборочно-сварочным приспособлением, которое позволяет кантовать свариваемый теплообменник в два положения (на 180°) и сваривать поочередно верхнюю и нижнюю решетки.

Установка позволяет сваривать до 9 теплообменников котлов мощностью 50 кВт.



AC313



AC307



AC316



AC312



УДС707

Рис. 3. Одно-, двух- и многопозиционные установки для сварки неповоротных горизонтально расположенных кольцевых швов

В каждом таком теплообменнике к двум трубным решеткам приваривают 32 трубы диаметром 48 мм.

**Установка УДС707** — роторного типа на базе трехпозиционного поворотного стола, в одной позиции которого происходит сборка свариваемых деталей в приспособлении

и съем сваренных изделий (вручную), а в двух других — их автоматическая сварка одновременно двумя кольцевыми швами. Смена позиций осуществляется поворотом планшайбы стола на 120° относительно вертикальной оси. Производительность установки — одно изделие за 50 с.

*Упомянутые в статье установки — это лишь небольшая часть оборудования, разработанного фирмой «НАВКО-ТЕХ».*

*С более подробной информацией о предприятии и описанием выпускаемого им оборудования можно ознакомиться на сайте <http://www.navko-teh.kiev.ua>.*

● #998

*Публикуется на правах рекламы.*

# ОПАСАЙСЯ ДЕШЕВОЙ ПОДДЕЛКИ!



**ПРИОБРЕТАЙ  
ОБОРУДОВАНИЕ  
ДОНМЕТ®  
В ТОРГОВОЙ СЕТИ ЗАВОДА**

Краматорск: (0626) 45-77-13    Запорожье: (061) 224-11-56  
Киев: (044) 404-38-72    Луганск: (0642) 71-51-65  
Донецк: (062) 381-88-93    Одесса: (048) 785-19-65



**Днепрометиз**

Группа предприятий «Северсталь-метиз»

ОАО «Днепрометиз» - крупнейшее предприятие Украины в метизной отрасли, входит в международную группу производителей «Северсталь-метиз»

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

т/ф: +38 (0562) 35-81-50, 35-83-69, 35-15-97  
Украина, 49081, г. Днепропетровск, пр. газеты „Правда“, 20

**ПРОВОЛОКА:**  
сварочная Св-08 (А), Св-08Г2С  
Вр-1 для армирования ЖБК  
общего назначения без покрытия  
термообработанная черная  
оцинкованная  
колючая

**СЕТКИ:**  
плетеные  
сварные  
рифленные

**ЭЛЕКТРОДЫ:**  
МР-3  
АНО-4  
АНО-36  
АНО-21  
УОНИ

**ГВОЗДИ  
БОЛТЫ  
ГАЙКИ**



**НАВКО-  
ТЕХ**

Automatic machines and robots for arc welding

**Автоматические установки и роботы  
для дуговой сварки**



УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ  
ПРЯМОЛИНЕЙНЫХ ШВОВ

УСТАНОВКИ ДЛЯ СВАРКИ  
КОЛЬЦЕВЫХ ШВОВ

РОБОТТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ  
КОМПЛЕКСЫ ДЛЯ СВАРКИ

СВАРОЧНАЯ АППАРАТУРА



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

<http://www.navko-tek.kiev.ua>

E-mail: [info@navko-tek.kiev.ua](mailto:info@navko-tek.kiev.ua)

# Многопроходная сварка трубных сталей с использованием лазерного излучения

В. Д. Шелягин, В. Ю. Хаскин, кандидаты техн. наук, Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины

К основным задачам сварки магистральных трубопроводов, как и вообще многих конструкций из труб, можно отнести следующие:

- потребность в повышении ресурса эксплуатации сварных соединений (например, за счет уменьшения зернистости металла шва и ЗТВ, что способствует снижению темпов развития межкристаллитной коррозии);
- проектирование и строительство крупных трубопроводных систем (в том числе межконтинентальных и транснациональных) высокого давления (порядка 10–15 МПа для сухопутных и 20–25 МПа для морских трубопроводов);
- использование для строительства трубопроводов новых высокопрочных сталей (X70, X80 и X100);
- повышение производительности труда и автоматизация процесса сварки;
- выполнение сварочных ремонтных работ на современном уровне, отвечающем сформулированным выше задачам.

Одним из способов решения указанных задач является применение лазерного излучения. Благодаря малым размерам свароч-

ной ванны и угла схождения сфокусированного лазерного излучения лазерная сварка предоставляет возможность для значительного уменьшения угла разделки свариваемых кромок. Сравнительно небольшие значения погонной энергии, обусловленные высокими скоростями лазерной сварки, позволяют минимизировать тепловое воздействие на свариваемые детали, а следовательно, уменьшить размер ЗТВ и снизить остаточные деформации. Мелкозернистые структуры литого металла шва и металла ЗТВ благотворно влияют на повышении коррозионной стойкости сварных соединений.

В последнее десятилетие был проведен ряд научных исследований, в результате которых появились технические решения, позволяющие использовать лазерную или гибридную лазерно-дуговую сварку для монтажа магистральных трубопроводов. Так, немецкая фирма VITS совместно с научно-исследовательским институтом BIAS (г. Бремен) разработала способ однопроходной лазерной сварки неповоротных стыков магистральных трубопроводов с толщиной стенки  $\delta$  менее 20 мм излучением мощного (порядка 20 кВт) волоконного лазера. В Институте сварки в Галле (Германия) создана и успешно опробована машина для двухпроходной гибридной лазерно-дуговой сварки неповоротных стыков магистральных труб. Причем второй проход выполняют дуговым способом, т. е. лазерное излучение используют только при формировании корневого шва. Фирмой «Фрониус» (Австрия) был предложен гибридный tandemный способ сварки сталей, при котором двухдуговой тандем с плавящимся электродом был совмещен с расположенным впереди по ходу сварки лазерным излучением.

Исследования лазерной и лазерно-дуговой сварки трубных сталей проводят также в ИЭС им. Е. О. Патона. Для экспериментов по гибридной сварке изначально была принята технологическая схема, показанная на рис. 1. Из этой схемы видно, что лазерное излучение располагалось впереди по ходу сварки, а дуга плавящегося электро-

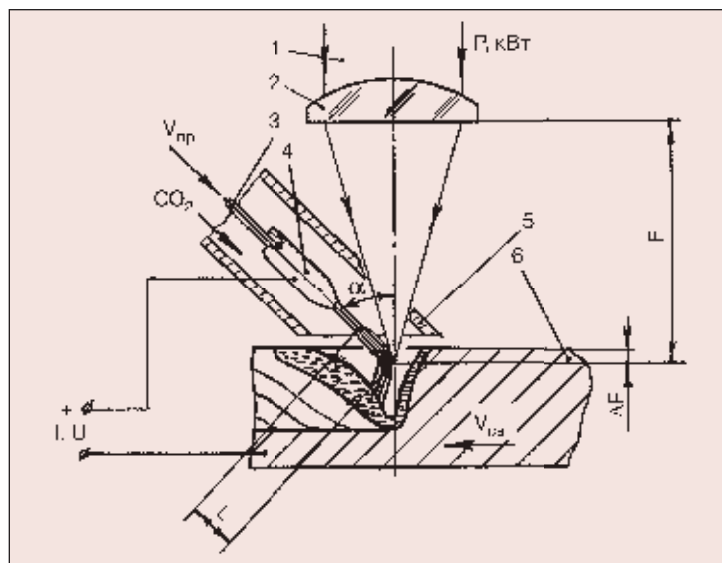


Рис. 1. Схема гибридной сварки лазерным излучением и дугой плавящегося электрода с защитой углекислым газом: 1 — лазерное излучение; 2 — фокусирующий объектив; 3 — медный токоподводящий мундштук; 4 — присадочная проволока; 5 — защитное сопло; 6 — образец ( $V_{св}$  — скорость сварки, м/ч;  $V_{пр}$  — скорость подачи присадочной проволоки, м/ч;  $\Delta F$  — заглубление горловины каустики излучения относительно поверхности образца, мм;  $\alpha$  — угол наклона электрода к оси лазерного пучка, ...°;  $L$  — длина дуги, мм;  $I$  — сила тока дуги, А;  $U$  — напряжение дуги, В)

да — сзади. При этом основной задачей лазерного излучения было обеспечение требуемой глубины провара, а дуги — формирование верхнего усиления и такое изменение термического цикла сварки, при котором не происходило бы образование нежелательных бейнитных и мартенситных структур.

Эксперименты, проводимые по схеме *рис. 1*, показали, что при однопроходной сварке сталей толщиной более 5 мм 1 кВт дуговой мощности способен заменить 0,5 кВт мощности лазерного излучения. Это означает, что гибридная сварка позволяет снизить себестоимость применяемого оборудования и погонного метра сварного шва. Однако выяснилось также, что при фиксированной мощности лазерного излучения максимальная глубина провара также является фиксированным параметром, т. е. при уменьшении скорости сварки в определенный момент этот параметр перестает увеличиваться (растет ширина шва). В данном случае при мощности излучения CO<sub>2</sub>-лазера до 3 кВт и близкой дуговой мощности глубина провара достигла 10 мм при 30 м/ч. Следовательно, для сварки трубных сталей больших толщин можно применить два подхода: либо повышать мощность лазерного излучения, либо перейти к многопроходной сварке. Оба эти подхода имеют свои недостатки: первый требует значительных экономических затрат и приводит к снижению длительности термического цикла сварки (а значит, и образованию нежелательных закалочных структур), второй же приводит к понижению производительности.

Авторами были проведены исследования многопроходной лазерно-дуговой сварки трубных сталей толщиной до 20 мм в узкую разделку. Примеры полученных результатов представлены на *рис. 2* и *3*. Наряду с выбором параметров технологического режима исследовали металлографические особенности полученных образцов и их ударную вязкость.

Кроме сварки стыков, исследовался также вопрос лазерной и гибридной сварки корневого шва. Было установлено, что для получения качественного валика обратного усиления при сварке такого шва, проводимой со стороны разделки, последняя должна быть U-образной или прямоугольной. При Y-образной разделке происходит утяжка металла шва, что является дефектом при формировании соединения. Задача значительно упрощается при сварке со стороны притупления (со стороны, противоположной раз-

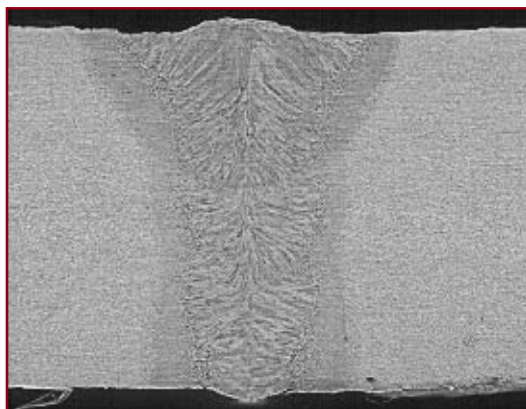


Рис. 2. Макроструктура стыкового соединения стали X70 ( $d=19$  мм), сваренного лазерно-дуговым способом за четыре прохода:  $P=2,7$  кВт;  $V_{св}=25$  м/ч;  $V_{пр}=400$  м/ч ( $d=1,2$  мм);  $I=200$  А;  $U=25$  В; защита — CO<sub>2</sub> с расходом  $Q=20$  л/мин

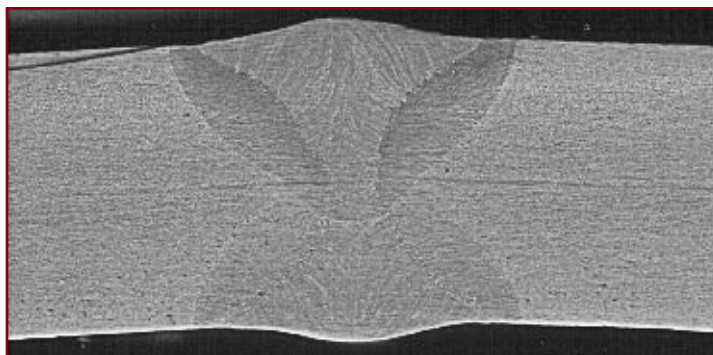


Рис. 3. Стыковое соединение стали 13Г1СУ ( $\delta=14$  мм, разделка кромок X-образная, 30°, с притуплением 5 мм), сваренное за два прохода гибридной сваркой дугой плавящегося электрода Св-08Г2С ( $d=1,2$  мм) и излучением Nd:YAG-лазера с защитой смесью 82%Ar+18%CO<sub>2</sub> ( $Q=14$  л/мин):  $P=4,0$  кВт,  $I=260$  А,  $U=27$  В,  $V_{св}=30$  м/ч,  $V_{пр}=510$  м/ч

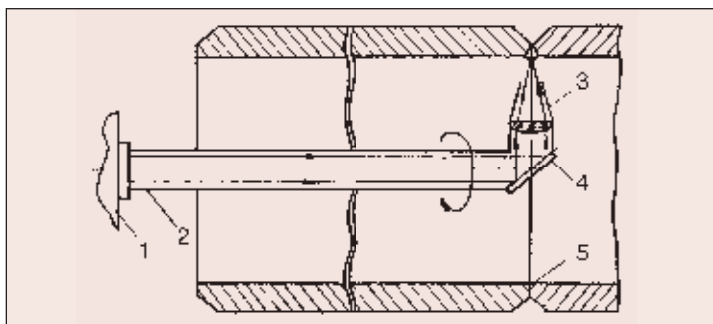


Рис. 4. Схема орбитальной сварки корневого шва для монтажа трубных стыков: 1 — CO<sub>2</sub>-лазер; 2 — поворотный лучепровод; 3 — лазерная сварочная головка; 4 — поворотное зеркало; 5 — неповоротный трубный стык

делке). В связи с этим предложен технологический прием получения качественного обратного усиления, представляющий собой лазерную сварку, проводимую согласно схеме, показанной на *рис. 4*. По этой схеме притупление величиной 5–7 мм сваривают излучением CO<sub>2</sub>-лазера мощностью до 5 кВт без использования присадочной проволоки. Такой технологический прием поз-

воляет получить усиление высотой порядка 0,5–1,0 мм за счет увеличения объема переплавленного металла. При этом структура металла шва и металла ЗТВ является мелкозернистой и обладает повышенной стойкостью к коррозии, что является важным моментом, поскольку такой шов предлагается выполнять внутри трубы, т. е. в месте контакта с агрессивной средой. При использовании предлагаемого технологического приема допустимый зазор между свариваемыми кромками должен составлять 0,1–0,3 мм.

Проведенные по методу Шарпи (на образцах с острым надрезом при температуре

минус 20°С) измерения ударной вязкости KCV показали следующее (рис. 5). При двухпроходной лазерно-дуговой сварке металл шва имеет значительно большую ударную вязкость (по сравнению с ударной вязкостью основного металла), чем при четырехпроходной сварке. Металл ЗТВ, напротив, при четырехпроходной сварке имеет несколько большую вязкость, чем при двухпроходной (сравнительно с основным металлом). Это можно объяснить тем, что при четырехпроходной сварке каждый последующий проход воздействует на предыдущий, а при выполняемой с двух сторон образца двухпроходной сварки такое воздействие почти исключается. Таким образом, при четырехпроходной сварке происходит перекристаллизация металла шва и нормализация металла ЗТВ, а при двухпроходной — преимущественно сохраняются те структуры, которые образовались изначально. Это подтверждают и металлографические исследования. В металлах шва и ЗТВ четырехпроходного образца (см. рис. 2) преобладают феррито-перлитные структуры. Подобные структуры наблюдаются и в металле шва образца при двухпроходной сварке (см. рис. 3). Однако в металле ЗТВ последнего имеются участки верхнего бейнита и мартенсита, что способствует повышению твердости в этих областях свыше предельных значений НВ 260–280, условно показанных на рис. 6.

Отметим, что наибольшая твердость наблюдается в месте перехода зоны крупного зерна (ЗКЗ) к зоне мелкого зерна (ЗМЗ). Это место следует считать наиболее критичным к ударным и циклическим нагрузкам. Именно поэтому образцы для измерения ударной вязкости, значения которой приведены на рис. 5, старались выполнять так, чтобы острый надрез находился в этой зоне. Полученные результаты свидетельствуют о том, что несмотря на достаточно высокие полученные значения ударной вязкости необходимы дальнейшие разработки, направленные на снижение твердости металла ЗТВ при лазерно-дуговой сварке. При лазерной сварке существует опасность образования закалочных структур как в металле ЗТВ, так и в литом металле шва. В настоящее время вопросы, связанные с допустимостью таких структур (в связи с их мелкодисперсностью и пластичностью) или их устранением (за счет последующей термообработки или применения дополнительных технологических приемов), находятся на стадии исследований.

● #999

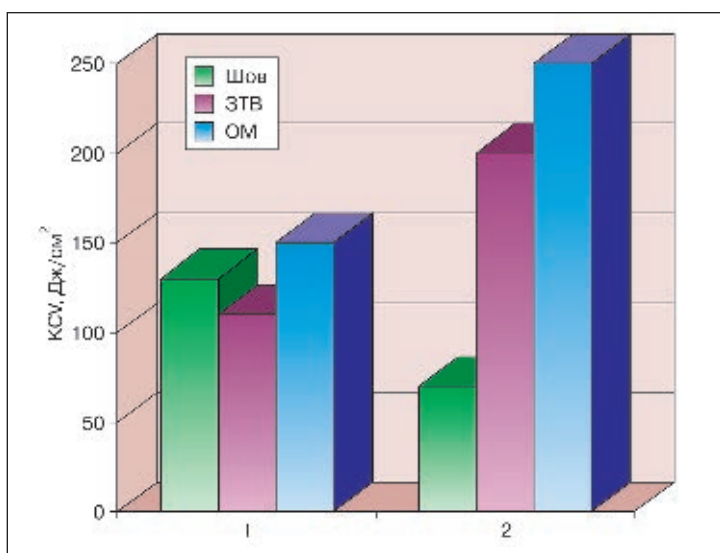


Рис. 5. Результаты измерения ударной вязкости KCV при температуре минус 20°С в основном металле (ОМ), металле шва и ЗТВ образцов: 1 — из стали 13Г1СУ ( $\delta=14$  мм), сваренных гибридным способом за два прохода; 2 — из стали Х70 ( $d=19$  мм), сваренных гибридным способом за четыре прохода

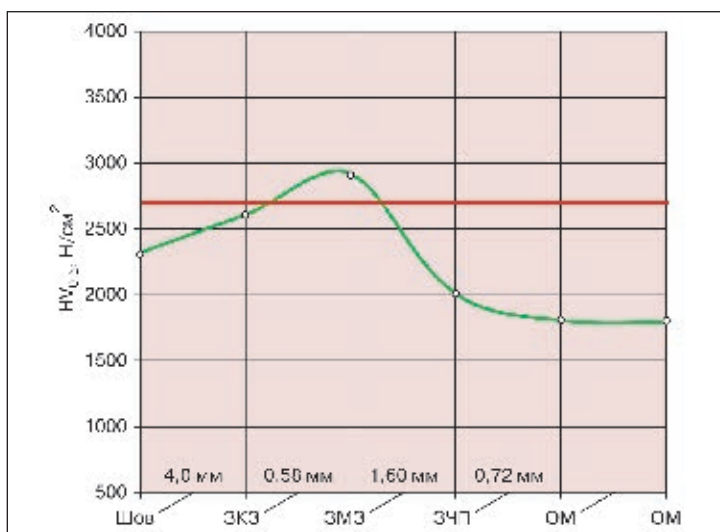


Рис. 6. Распределение твердости  $HV_{0,5}$  (нагрузка 5 Н) в литом металле шва и в металле ЗТВ при двухпроходной сварке стали 13Г1СУ ( $\delta=14$  мм): ЗКЗ — зона крупного зерна; ЗМЗ — зона мелкого зерна; ЗЧП — зона частичной перекристаллизации; ОМ — основной металл





КОМПАНІЯ  
**КРИОГЕНСЕРВІС**

тел. +38 (044) 496-30-70, ф. +38 (044) 496-30-71; e-mail: cryogen@cryogen.kiev.ua; www.cryogen.kiev.ua

**виробник криоциліндрів**



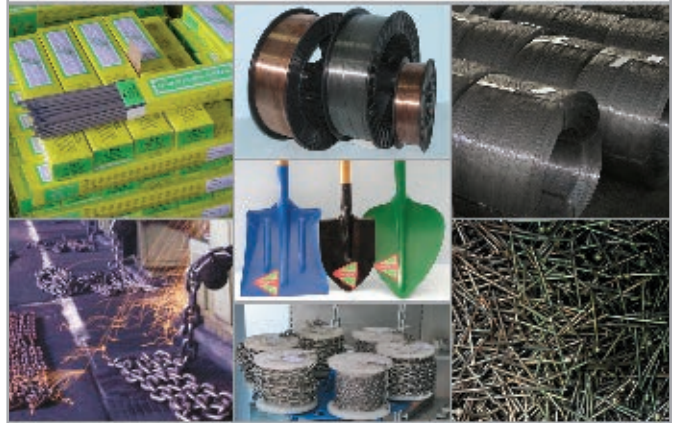
ЗАС АРТЕМОВСЬКИЙ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД

**VISTEC**  **ВІСТЕК**



**100 ЛЕТ НА РЫНКЕ!**

*проволока, цепи, электроды,  
гвозди, лопаты, сварочная проволока*



**Приглашаем к возобновлению прямых хозяйственных связей!**

Украина, 84500, г. Артемовск, Донецкая область,  
ул. Артема, 6  
тел. многоканальный: +38 (062) 340-19-11, 340-19-12  
факс: +38 (062) 340-19-10, 340-19-11, (0627) 44-02-50  
[www.vistec.com.ua](http://www.vistec.com.ua); [www.vistec.gorod.dn.ua](http://www.vistec.gorod.dn.ua)

С 1992 г. на рынке сварочного оборудования Украины



предприятие  
**«Триада-Сварка»**  
г. Запорожье

- Разработка и поставка автоматизированных сварочных комплексов
- Технологическое обеспечение и полная комплектация сварочных производств
- Ремонт сварочного оборудования, в т. ч. сложного
- Пуско-наладочные работы
- Широкий выбор сварочного оборудования



тел. (061) 233 1058, (0612) 34 3623,  
(061) 2132269, 220 0079 e-mail: weld@triada.zp.ua  
Сервисный центр (061) 270 2939. [www.triada-weld.com.ua](http://www.triada-weld.com.ua)

**MTI MIGATEH industries**

ISO9001:2000

Установки складання  
таврових балок  
серії HZJ

1. Довжина констр. .... 400-1200 мм
2. Ширина стани ..... 200-1000 мм
3. Ширина стани ..... 200-300 мм
4. Швидкість складання ..... 0,5-5,0 м/хв.



Устаткування для зварювання таврових балок



**ТЕХНОЛОГІЯ, ЩО ЗБЕРІГАЄ ЕНЕРГІЮ**

тел. (044) 360-25-21, факс (044) 498-01-82

02660 м. Київ, вул. Алма-Атинська, 8

# Методы определения коррозионной стойкости сталей. Часть 1

Bjorn Holmberg, Arne Berquist (Финляндия)

*Для получения сварной конструкции с определенными свойствами необходимо выбрать сталь требуемого качества, способ сварки, присадочный материал и, в некоторых случаях, режим послесварочной обработки. Также важно использовать соответствующий метод определения коррозионной стойкости сварного соединения.*

Испытания на коррозионную стойкость часто проводят при разработке и внедрении новой конструкции, подборе сварочных материалов, перед серийным выпуском продукции. Это необходимо для изучения свойств сварной конструкции применительно к условиям эксплуатации. Подобные испытания также проводят при проверке соответствия сварной конструкции определенным требованиям. В этом случае важно, чтобы выбранный метод оценки соответствовал стандартам, занимал немного времени, давал ясный результат, который легко интерпретировать.

Тесты на коррозионную стойкость также могут быть использованы при аттестации производственных процессов сварки (согласно EN ISO 15614-1). Для этого выбирают относительно быстрые простые тесты. Экспресс-тесты на коррозионную стойкость часто входят в состав проверочных тестов различных сварочных процессов.

Цель данной статьи — упростить выбор стандартного метода, который может быть использован для оценки коррозионных свойств сварного соединения из нержавеющей стали. Чтобы упростить процедуру и избежать лишних сложностей, следует тестировать стыковые соединения. Испытания в полевых условиях и цехах также могут выполняться с помощью ускоренных лабораторных тестов. Результаты «полевых» исследований особенно ценные, поскольку они выполнены в реальных условиях. Это требует больше времени, так как образцы подвергают коррозии от полугода до года.

*Статья опубликована в журнале «Welding in the World» №3/4, 2008 г, вып. 52.*

## Стадии применения тестов на коррозионную стойкость.

1. Стадия разработки — при изучении особенностей свариваемости специфических материалов используют разные методы. Тестирование на этой стадии проводят в лабораториях.

2. Стадия выбора материала — исследование различных комбинаций основного металла, сварочных материалов и процессов сварки для определения специфических свойств сварного соединения, результаты которых будут использованы конструкторами при составлении технического задания на проектирование сварной конструкции.

3. Стадия проверки технологии сварки (стадия, предшествующая сертификации или аттестации) — анализ исходных требований, предложенных конструктором (для уверенности, что требования, указанные в техническом задании, выполнены).

Требования к проведению испытаний на коррозионную стойкость и к результатам разные на каждой стадии.

## Коррозия коррозионностойких сталей.

Несмотря на свое название, коррозионностойкие стали могут быть подвержены различным видам коррозии. Выделяют несколько типов коррозии: основная, питтинг-коррозия, щелевая, механическая, межкристаллитная, электрохимическая и стресс-коррозия. Развитию каждого вида коррозии способствуют разные условия эксплуатации. Таким образом, при выборе способа тестирования нужно учитывать, в каких условиях будет эксплуатироваться сварная конструкция. Например, если возможна питтинг-коррозия, то необходимо выбрать коррозионный тест на питтинг-коррозию. Если более вероятна общая коррозия, то необходимо использовать соответствующий тест.

Когда сварное соединение проходит ряд лабораторных тестов, результаты могут быть хуже, чем допустимые для основного материала (пластин, труб и т. д.). Это может быть вызвано, например, такими факторами,

как остаточные напряжения или микроструктура, которая отличается от основного металла.

Международный институт сварки (IIW) недавно завершил проект по составлению перечня лабораторных методов тестирования сварных соединений на коррозионную стойкость. Некоторые методы приведены в табл. 1 и описаны ниже.

**Ускоренные лабораторные методы определения коррозионной стойкости.**

**1. Общая коррозия.** Этот тип коррозии может возникать в различных кислотных или горячих щелочных средах. Повышенная кислотность среды может быть причиной проникающей коррозии (одна из форм общей коррозии). Типичный пример возникновения проникающей коррозии — отбеливание целлюлозы в бумажной промышленности ( $Cl_2$ ,  $ClO_2$  и  $NaClO$  используют как отбеливающие средства).

Стойкость к общей коррозии определяют по потере массы после погружения образца в выбранный раствор с определенной температурой. Как правило, если скорость коррозии составляет 0,1 мм в год, такая сталь считается коррозионностойкой (и/или считают, что этот образец прошел контроль).

Для предупреждения общей коррозии испытания проводят по стандарту ASTM G157. В нем описана процедура тестирования и предложены 14 сред для испытаний (могут быть использованы и другие, не указанные среды).

Один образец (50×20 мм) подвергают воздействию среды в течение 96 ч. Другой должен быть сварен посередине, параллельно длинным сторонам. Оба образца (пластина из основного металла и пластина со сварным швом) проходят испытания. Затем сравнивают скорость коррозии на двух образцах, чтобы определить, повлияла ли



Рис. 1. Образец, пораженный общей коррозией

сварка на интенсивность развития коррозии. Образец, пораженный общей коррозией, представлен на рис. 1. Испытания на общую коррозию обычно проводят на стадии выбора материалов.

**2. Питтинг-коррозия.** Если окружающая среда содержит галоидные соединения (чаще хлориды), то возникает риск локальной, т. е. точечной коррозии. В этом случае следует провести исследование на питтинг-коррозию.

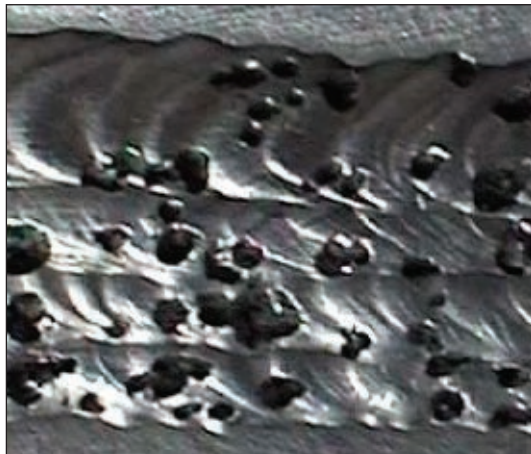
Стандарт ASTM G48A устанавливает основные показатели стойкости сталей и сварных швов к питтинг-коррозии. Недавно этот стандарт был заменен на ASTM G48E. Суть нового метода исследования заключается в определении критической температуры появления питтинг-коррозии у коррозионностойких сталей. Образец (50×25 мм) в течение 24 ч находится в растворе 6%  $FeCl_3$  + 1%  $HCl$  при определенной температуре. Для того чтобы определить критическую температуру появления питтинг-коррозии (СРТ), испытания проводят при разных температурах.

Стандарт не детализирует методы тестирования сварных соединений. Обычно испытания проводят на пластинах, сваренных посередине, параллельно короткой стороне. После этого образец изучают под микроскопом, для того чтобы определить степень по-

**Таблица 1. Лабораторные экспресс-тесты для определения коррозионной стойкости**

Сталь	Общая коррозия	Питтинг-коррозия	Щелевая коррозия	Механическая коррозия		Межкристаллитная коррозия	Электрохимическая коррозия	Стресс-коррозия
Стандарт	ASTM	ASTM ISO	ASTM MTI	ASTM	ASTM	ISO	ASTM	ISO
Низколегированные стали: 1.4301 1.4401	G 157	G 150 17864 G 48E	MTI-4	G 123 G 36	A 262 E A 262 C	3651-2 3651-1	—	11782-1 11782-2
Высоколегированные стали 1.4462 1.4539 1.4547	G 157	G 150 17864 G 48 E	G 48 F G 78 MTI-2	G 123 G 36 NACE TM 0177 NACE TM 0198	A 262 E A 262 C	3651-2 3651-1	—	11782-1 11782-2
Разнородные стали	—	—	—	—	—	—	G 71	—

Рис. 2.  
Образец  
с питтинг-  
коррозией на  
сварном шве



ражения питтинг-коррозией. Испытания необходимо проводить при точно установленной температуре. Также следует исключить окисление сварного шва на образцах.

Методы тестирования по старому и новому стандартам достаточно агрессивны, поэтому не могут быть использованы для определения коррозионной стойкости большинства обычных сталей (например, сплавов 1.4401 в табл. 1). На рис. 2 представлен образец, протестированный на питтинг-коррозию.

Для определения критической температуры появления питтинг-коррозии также используют стандарты ASTM G150 и ISO 17864. Это аналогичные электрохимические методы, которые требуют фактически идентичного высокоточного оборудования для проверки результатов. Одним из преимуществ данных методов является то, что тестирование не проводится на кромке. Кромки наиболее чувствительны к питтинг-коррозии, и это может повлиять на результаты теста, например при проведении испытаний по методу G48. По стандартам ASTM G150 и ISO 17864 не проводят испытания сварных соединений.

Критическая температура питтинг-коррозии для сваренных образцов, как правило, ниже, чем для образцов, не подвергавшихся сварке. В зависимости от многих факторов эта разница составляет несколько градусов для низколегированных сталей и десятки градусов — для высоколегированных сталей.

Перевод В. Г. Абрамишвили,  
Ю. Б. Ивановой  
● #1000

## Указ Президента України № 779/2009

Про відзначення державними нагородами України  
працівників Інституту електрозварювання імені Є. О. Патона НАН України, м. Київ

За вагомий особистий внесок у розвиток вітчизняної науки, техніки і технологій у галузі зварювання матеріалів і конструкцій, багаторічну плідну наукову діяльність та з нагоди 75-річчя Інституту електрозварювання імені Є. О. Патона постановляю:

**Нагородити орденом князя Ярослава Мудрого V ступеня ЮЩЕНКА Костянтина Андрійовича** — заступника директора, доктора технічних і наук, академіка НАН України

**Нагородити орденом «За заслуги» II ступеня КОСЕНКА Петра Олексійовича** — директора державного підприємства «Дослідний завод зварювальних матеріалів Інституту електрозварювання імені Є. О. Патона НАН України»

**ЛОБАНОВА Леоніда Михайловича** — заступника директора, доктора технічних наук, академіка НАН України

**Нагородити орденом «За заслуги» III ступеня СТРЕЛЬНИКОВА Михайла Олексійовича** — головного технолога акціонерного товариства «Дослідний завод зварювального устаткування Інституту електрозварювання імені Є. О. Патона НАН України»

**Нагородити орденом «За мужність» III ступеня КОЦЮБУ Сергія Миколайовича** — водолаза

**Присвоїти почесні звання: «ЗАСЛУЖЕНИЙ ДІЯЧ НАУКИ І ТЕХНІКИ УКРАЇНИ» КИР'ЯНУ Валерію Івановичу** — завідувачеві відділу, докторові технічних наук, члену-кореспонденту НАН України

**НЕДОСЄЦІ Анатолію Яковичу** — завідувачеві відділу, докторові технічних наук, професору

**СТЕПАХНУ Володимирі Івановичу** — голові правління акціонерного товариства «Дослідний завод зварювального устаткування Інституту електрозварювання імені Є. О. Патона НАН України», докторові фізико-математичних наук, професору

**«ЗАСЛУЖЕНИЙ ПРАЦІВНИК ПРОМИСЛОВОСТІ УКРАЇНИ»**

**БУБЛИКУ Володимирі Петровичу** — газозварникові  
**ВАРИВОДІ Миколі Олексійовичу** — електрозварникові  
**ГЕРАЦЕНКУ Віктору Борисовичу** — бригадирові штампувальників акціонерного товариства «Дослідний завод зварювального устаткування Інституту електрозварювання імені Є. О. Патона НАН України»

**«ЗАСЛУЖЕНИЙ МАШИНОБУДІВНИК УКРАЇНИ»**

**САХАРНОВУ Василю Олексійовичу** — старшому науковому співробітникові

**СТЕСІНУ Віктору Володимировичу** — головному конструкторові державного підприємства «Дослідне конструкторське технологічне бюро Інституту електрозварювання імені Є. О. Патона НАН України».

Президент України Віктор ЮЩЕНКО

29 вересня 2009 року

Офіційне Інтернет-представництво Президента України  
<http://www.president.gov.ua/documents/9911.html>



**Содержание №4–2009 журнала «Biuletyn Instytutu Szawalnictwa w Gliwicach» (Польша)**

**КОНФЕРЕНЦИИ, СЕМИНАРЫ, ВЫСТАВКИ . . . . . 5**

- 60-летие завода по изготовлению котлов «Rafako S.A.» . . . 19
- 80-летие Национальной выставки — 1929-2009 . . . . . 22
- 50-летие деятельности Центральной комиссии сварочного союза институтов профессионально-технического усовершенствования . . . . . 25

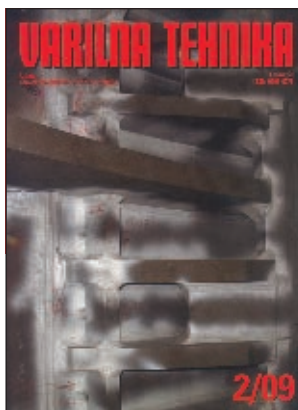
**ИССЛЕДОВАНИЯ**

- J. Brozda, M. Zeman, M. Szubryt.** Неоднородные соединения новых теплоустойчивых сталей . . . . . 42
- T. Pfeifer, J. Rykala.** Роботизированная дуговая сварка тонкостенных элементов из алюминиевых сплавов низкоэнергетичными методами . . . . . 51
- A. Winiowski, D. Majewski.** Исследование новых покрытых серебряных припоев . . . . . 56
- J. Gorka, K. Kupiec.** Технология TIG сварко-пайки кузовного оцинкованного металла . . . . . 62
- A. Klimpel, T. Kik, L. Mazur.** Жаропрочные никелевые сплавы — химический состав и структура . . . . . 66
- M. Rozanski, J. Rykala.** Аттестация технологии сварки чугуна на основе стандарта PN-EN ISO 15614-3:2008 . . . . . 73

**НОВЫЕ КНИГИ . . . . . 79**

**РАБОТЫ ЗАРУБЕЖНЫХ АВТОРОВ . . . . . 80**

**НОВОСТИ КОМПАНИЙ . . . . . 82**



**Содержание №2–2009 г. журнала «Varilna Tehnika» (Словения)**

**НОВОСТИ . . . . . 4**

- Технические преимущества технологии плазменной резки металлов по сравнению с ручной газопламенной резкой . . . . . 14
- Автоматизированная линия для изготовления металлических сетчатых сегментов ограждений . . . . . 20
- Школа сварки. Часть 4. . . . . 25

**ИССЛЕДОВАНИЯ**

- Исследование процесса возникновения усталостных трещин при испытаниях на растяжение. **Danilo Rojko.** . . . 33
- Влияние материала исследуемого образца на выбор метода неразрушающего контроля. **Zuljan Darjo** . . . 41



**Содержание №3–2009 журнала «Sudura» (Румыния)**

**ИССЛЕДОВАНИЕ — РАЗРАБОТКА**

Публикации на румынском и английском языках

Информационные технологии для гармонизации экзаменов

- на сварочных курсах. **Luisa Quintino, Italo Fernandes.** Характерные особенности магнитно-управляемой дуговой стыковой сварки. **V. Georgescu, D. Iordchescu, B. Georgescu.**

Экспериментальные исследования склонности к коррозии при сварке алюминиевых сплавов (6061–T6). **St. Dragomir.**

**ПРАКТИКА СВАРКИ**

Публикации на румынском языке

Старые и новые правила дуговой сварки в защитных газах. Часть 1: Правила охраны труда.

**Gunther Aichele.**

UIT (ультразвуковая ударная обработка) — эффективная возможность продления срока службы сварных конструкций. **Peter Gerster.**

Лазерная обработка толстых и тонких труб.

**Sonja Muller.**



**Содержание №3–2009 журнала «Zvarac» (Словакия)**

- J. Bruncko, F. Uherek, M. Michalka.** Лазерная микросварка комбинированных материалов . . . . . 3

**F. Koltnic, P. Blazicak, V. Ruza, M. Izdinsky,**

**P. Sebo.** Спаиваемость комбинации материалов  $\gamma$ -TiAl — низколегированная сталь и  $\gamma$ -TiAl — никелевый сплав . . . . . 7

**H. Kravarikova.** Определение температурного влияния в процессе плавления при сварке с помощью цифрового моделирования . . . . . 13

**Д. М. Калеко, В. П. Шевченко.** Сварка проволоки с многожильными проводами встык . . . . . 17

**А. И. Гедрович, С. А. Ткаченко, А. Н. Ткаченко, И. А. Гальцов.** Оптимизация положения сварочной горелки при выполнении нахлесточного соединения на вертикальной плоскости . . . . . 19

**M. Simek.** Изучение лазерной технологии наплавки порошковых материалов . . . . . 23

**V. Ruza, R. Kolenak.** Спаиваемость меди и ее сплавов . . . . . 53

**ВОЗРОЖДЕНИЮ  
ЭКОНОМИКИ –  
ПЕРЕДОВЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ**



# ЭКОТЕХНОЛОГИЯ

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

**Более 1000 наименований  
продукции промышленного назначения.**

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

**Приглашаем  
посетить  
наш стенд**

*на VIII Международном  
промышленном форуме,  
который состоится  
24–27 ноября 2009 г.  
(Киев, Броварской  
проспект, 15)*

Киев, 03150, ул. Антоновича (Горького), 62  
т./ф. +380 44 287-2716, 200-8050,  
200-8056 (многоканальный)  
comeco@svitonline.com

# WWW.ET.UA



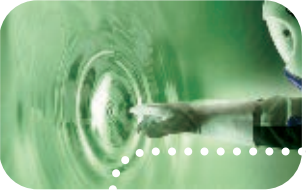
# ПЕРЕДПЛАТА

**Вже  
Відкрито!**

# 2010

**У КОЖНОМУ ПОШТОВОМУ  
ВІДДІЛЕННІ УКРАЇНИ  
ЗА КАТАЛОГАМИ ТА НА  
[www.presa.ua](http://www.presa.ua)**





# Аттестация технологии сварки чугуна на основе стандарта PN-EN ISO 15614-3:2008\*

Maciej Rozanski, Janusz Rykala (Польша)

*Чугун — плохо свариваемый или практически не свариваемый конструкционный материал. В связи с этим изготовление деталей машин из чугуна осуществляют литьем. Сварку чугуна преимущественно применяют при ремонте поврежденных отливок при эксплуатации или устранении дефектов в отливках больших габаритных размеров.*

На практике возникает необходимость изготовления сварнолитых конструкций из чугуна или комбинации отливки и стальных элементов, соединенных в единую конструкцию. Следовательно, требуется аттестация технологии сварки чугуна, особенно там, где сварку этого конструкционного материала широко применяется в производстве, а также если предприятие:

- имеет или стремится получить сертификат управления системой качества в соответствии со стандартом PN-EN ISO 9001:2009;
- имеет или стремится получить сертификат управления системой качества в сварочном производстве (общее требование или по стандарту) в соответствии с PN-EN ISO 3834;
- производит ответственные конструкции с чугунными элементами, подпадающими под нормы, которые требуют применения аттестации технологий;
- заказчик, для которого предприятие в кооперации выполняет отдельные элементы, группу элементов или изделие, требует применения аттестованных сварочных технологий.

Стандарт PN-EN ISO 15614-3:2008, п. «Спецификация и аттестация технологии сварки металла. Исследование технологии сварки. Часть 3: Сварка нелегированных и низколегированных чугунов» регламентирует аттестацию технологии сварки как нелегированных, так и низколегированных чугунов. Кроме того, основы, содержащиеся в стандарте, можно также использовать для аттестации технологии сварки чугуна с

нелегированными либо низколегированными сталями.

Процессы сварки, которые могут быть аттестованы на основании требований этого стандарта, включают: сварку покрытым электродом (111), дуговую сварку самозащитной порошковой проволокой (114), сварку под флюсом (121), сварку способом МИГ (131), сварку способом МАГ (135), сварку порошковой проволокой в активных газах (136), сварку способом ТИГ (141), плазменную сварку (15), а также ацетилено-кислородную сварку (311).

**Процедура аттестации технологии сварки чугуна. Выполнение контрольного соединения.** Подготовку к аттестации технологии сварки проводят на основе предварительной подготовки, которую осуществляет производитель или его ответственный представитель по временной технологической инструкции по сварке (pWPS), составленной согласно стандарту PN-EN ISO 15609-1:2007 (для дуговой сварки) или PN-EN ISO 15609-2:2005 (для ацетилено-кислородной сварки). Образец контрольного соединения может быть специально отлит, выбран из отливок либо вырезан из их частей так, как показано на *рис. 1*. Если контрольное соединение не отвечает геометрии соединения, выполняемых в производстве, то подготовку соединения к аттестации технологии сварки проводят в соответствии со стандартом PN-EN ISO 15611:2006, п. «Спецификация и аттестация технологии сварки металлов — Аттестация на основе ранее приобретенного опыта в сварке» либо в соответствии со стандартом PN-EN ISO 15613:2006, п. «Спецификация и аттестация технологии сварки металлов — Аттестация на основе исследований процессов сварки и нагрева, выполненных перед производством».

Сварку контрольного соединения необходимо выполнять в соответствии с подготовленной временной технологической инструкцией по сварке и общими условиями сварки соответствующей продукции. Выполнение контрольного соединения должно

\* Статья опубликована в журнале «Biuletyn Instytutu Szawalnictwa w Gliwicach» №4-2009.



происходить в присутствии экзаменатора или экзаменационной комиссии, если заказчиком не установлен другой порядок или условия соглашения пересмотрены.

Контрольное соединение лучше выполнять в нижнем положении (РА), так как оно квалифицирует все положения сварки. Если требуются испытания на удар или другие динамические испытания, то следует определить позиции сварки контрольного соединения, квалифицирующие позиции производственной сварки.

Указания и рекомендации по сварке чугуна приведены в стандарте PN-EN 1011-8:2006, п. «Сварка — Указания по сварке металлов — Часть 8: Сварка чугуна».

**Область исследований.** Область основных исследований контрольного соединения чугуна зависит от группы материалов, к которой данный образец относится согласно стандарту ISO TR 15608. Объем требуемых основных исследований разрушающими и неразрушающими методами для разных групп чугуна (группы 71, 72, 73, 74) включает визуальное и радиографическое исследования, испытания на растяжение при температуре окружающего воздуха (образцы круглые поперечные, а также взятые из основного металла), металлографические исследования. Другие нормы, касающиеся применения изделия, могут требовать проведения дополнительных исследований, включающих испытания на растяжение, удар, изгиб и коррозионную стойкость; анализ химического состава; радиографические или ультразвуковые исследования, а также испытания на прочность.

Как видим, нормы, касающиеся аттестации технологии сварки чугуна, не требуют большого объема исследований. Здесь не обязательны исследования распределения прочности в поперечном сечении соединения, испытания на изгиб и удар, а также радиографические исследования. С учетом особенностей металлургического характера чугуна он не подвергается также ультразвуковым исследованиям.

Следует отметить, что стандарт PN-EN ISO 15614-3:2008 не отменяет исследований технологии сварки, проводимых ранее согласно предыдущим обязательным нормам или техническим требованиям. В ситуации, когда возникает потребность проведения аттестации технологии сварки, равноценной с технической точки зрения, обязательным является проведение только дополнительных исследований контрольного

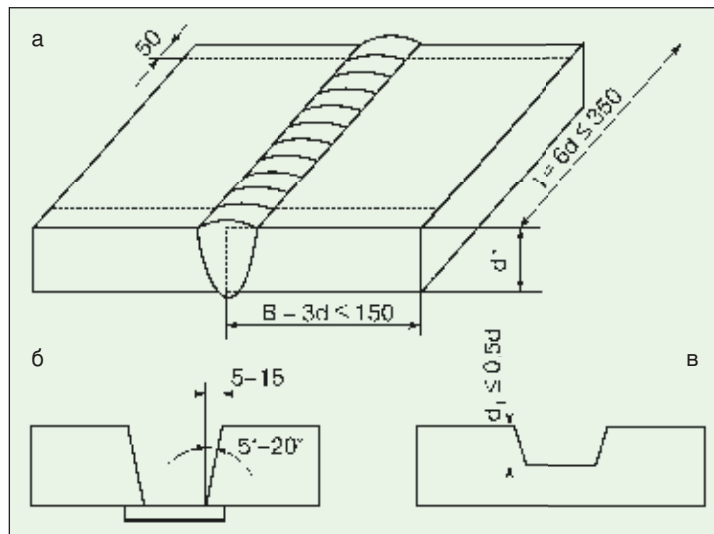


Рис. 1. Геометрия контрольного соединения: а — для аттестации технологии сварки в зависимости от толщины металла; б — для аттестации технологии сварки чугунных отливок; в — для аттестации технологии заварки сквозных трещин в чугунных отливках

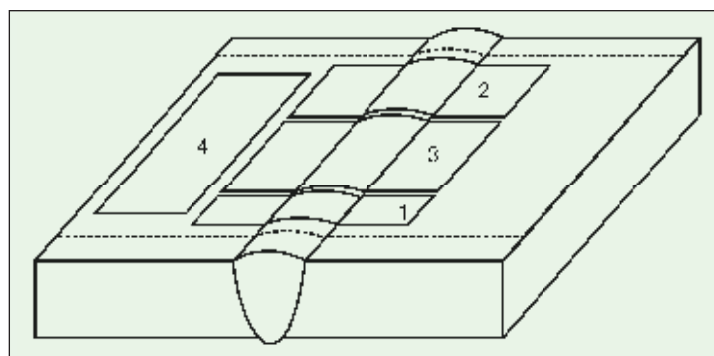


Рис. 2. Расположение и отбор проб для исследования: 1 — радиографическое исследование и измерение твердости (где это требуется); 2 — испытания на поперечное растяжение; 3 — возможные дополнительные исследования; 4 — исследование свойств основного металла

соединения в соответствии с оговоренной частью стандарта ISO 15614. Указанная норма применяется при сварке нелегированного и низколегированного чугуна согласно PN-EN 1561 (серый чугун), PN-EN ISO 1562 (ковкий чугун), PN-EN ISO 1563 (чугун с шаровидным графитом) и PN-EN ISO 1564 (чугун с шаровидным графитом с изотермической закалкой). Образцы для испытаний следует брать из сварного соединения способом, показанным на рис. 2.

**Неразрушающие и разрушающие методы исследования.** Визуальному и радиографическому исследованию подлежат 100% сварных соединений, независимо от группы, в которой аттестована сварка чугуна. Дополнительно визуальное исследование должно быть проведено на этапе подготовки соединения перед сваркой и в ходе сварки с

точки зрения геометрии соединения. При визуальном исследовании результаты признают позитивными, если непровары в контрольных соединениях находятся в пределах уровня качества С, определенных по стандарту EN 1011-8 «Указания по сварке металлов – Часть 8: Сварка чугуна», причем допустимая величина непровара для уровня качества С, определенная в оговоренной норме, меньше, по сравнению с требованиями для того же уровня качества, приведенными в стандарте PN-EN ISO 5817:2009 для стальных соединений, сваренных дуговой сваркой.

Визуальные исследования следует проводить в соответствии со стандартом PN-EN 970:1999, а радиографические – в соответствии со стандартом PN-EN 571-1:1999.

**Испытания на поперечное растяжение.** В соответствии со стандартом PN-EN ISO 15614-3:2008 образцы сварного соединения для испытаний на растяжение должны быть взяты в поперечном по отношению к оси соединения направлении и иметь круглую форму. Для соединений толщиной менее 50 мм пробу берут с одной плоскости, для соединений большей толщины – с двух плоскостей.

**Испытания на растяжение основного металла.** Часто отсутствие подробной информации о механических свойствах основного металла вызывает необходимость проведения дополнительных исследований на растяжение этого металла. Такое исследование позволяет определить требования к стойкости сварного соединения и должно

быть выполнено перед испытанием этого соединения на растяжение. Образцы для исследования свойств основного металла берут из контрольного соединения в месте, указанном на *рис. 2*.

Металлографические исследования обязательно проводят для всех четырех групп чугуна (группы 71, 72, 73, 74), технология сварки которых может быть аттестована в соответствии и оговоренными выше нормами. Эти исследования, кроме геометрии соединения и ширины зоны термического влияния (ЗТВ), могут выявить также непровары или дефекты сварки, которые не выявляются при визуальных и радиографических исследованиях.

**Сфера аттестации** технологии сварки относится к производителям, как и все стандарты серии 15614. Производитель несет полную ответственность за все сварочные работы, проводимые в соответствии с определенной технологией (по стандарту, на основании которого производитель получил аттестацию). Когда контрольное соединение выполнено из чугуна с шаровидным графитом, объем аттестации охватывает сварку всех видов такого чугуна. Что касается серого и ковкого чугуна, то исследование технологии сварки, проведенное для выбранного вида этих чугунов, имеет значение для всех видов, тогда как исследование технологии для другого рода чугуна имеет значение только для того вида, который был использован в исследовании технологии сварки. При исследовании технологии сварки каждого чугуна, который не входит в си-

Таблица 1. Объем аттестации для особых групп чугунов

Материал	Группа согласно ISO/TR 15608	Неоднородное соединение	Однородное соединение / Частично однородное
Серый чугун	71	Исследование технологии для выбранного вида имеет значение для всех видов более низкой стойкости в этой группе	
Чугун с шаровидным графитом (типа ферритного определенной ударной стойкости)	72.2	Исследование технологии для выбранного вида имеет значение для всех ферритных видов большей стойкости в этой группе до группы 72.1 и ферритных видов согласно EN-GJS-400-15 и EN-GJS-450-10	
Чугун с шаровидным графитом (ферритного типа)	72.1	—	—
Чугун с шаровидным графитом (ферритно-перлитного типа)	72.1	Исследование технологии для выбранного вида имеет значение для всех видов более низкой стойкости в этой группе	Для вида EN-GJS-500-7 и EN-GJS-450-10 следует проводить особое исследование технологии
	72.1		Исследование технологии для выбранного перлитного вида имеет значение для всех видов более низкой стойкости до EN-GJS-600-3
Ковкий чугун	73	Исследование технологии для выбранного вида имеет значение для всех видов более низкой стойкости в этой группе	
Чугун с шаровидным графитом (изотермическая закалка)	74	Исследование технологии для изотермически закаленного чугуна с шаровидным графитом имеет значение только для того вида чугуна, который был использован в исследовании технологии, с учетом условий выбранной термообработки	

стему классификации, требуется отдельное исследование для каждого вида такого чугуна. В *табл. 1* сгруппированы виды чугунов с целью минимизировать количество исследований технологии сварки.

Аттестация на основе исследования технологии сварки для образца металла толщиной  $d$  должна охватывать толщины, приведенные в *табл. 2, 3*. Как видно из *табл. 3*, определение «особые случаи» области аттестации для толщины металла обуславливает то, что стандарт относится к ковкому чугуну (определение по PN-EN 1560).

**Положения сварки.** Как отмечалось, в ситуации, когда не определены ни испытания на удар, ни другие динамические испытания, сварка в произвольном положении квалифицирует сварку во всех положениях. В другом случае следует применять область аттестации в соответствии с *табл. 4*.

Существенна, с точки зрения производителя, информация о том, что аттестация, полученная при использовании контрольного соединения, показанного на *рис. 1*, имеет значение для всех типов стыковых соединений, как при сварке соединительных элементов между собой, так и при заключительной сварке, имеющей целью устранение дефектов, возникших во время отливки чугуна или при эксплуатации отливки либо ее части.

**Протокол аттестации.** На основании положительных результатов исследования контрольного соединения лицо, ответственное за аттестацию, представляет протокол аттестации технологии сварки, в котором оговорены все особенности, касающиеся выполнения контрольного соединения, результаты проведенных исследований, а так-

**Таблица 2. Область аттестации для разной толщины металла**

Толщина контрольного соединения $d$ , мм	Область аттестации
$15 < d \leq 30$	3 мм до $2d$
$d > 30$	$0,5d$ до $2d$ или 200 мм

**Таблица 3. Область аттестации для разной толщины металла (особые случаи)**

Материал контрольного соединения	Толщина соединения, мм	Область аттестации, мм
EN-GJMW-360-12	$3 < d \leq 8$	$3 < d \leq 8$
	$8 < d \leq 12$	$8 < d \leq 12$
	$12 < d \leq 30$	$12 < d \leq 60$
EN-GJMW-400-5	$d \leq 3$	$d \leq 3$
EN-GJMW-450-7	$3 < d \leq 5$	$3 < d \leq 5$
	$5 < d < 30$	$5 < d < 60$
EN-GJMW-550-4	$3 < d < 30$	$3 < d < 60$
EN-GJMW-350-10	$3 < d < 30$	$3 < d < 60$

**Таблица 4. Область аттестации для положения сварки**

Положение контрольного сварного соединения	Область аттестации			
	PA	PC	PF	PE
PA (нижнее)	x	–	–	–
PC (горизонтальное)	x	x	–	–
PF (вертикальное)	x	x	x	–
PE (потолочное)	x	x	x	x

же объем аттестации исследований технологии сварки. Предлагаемый образец протокола аттестации технологии сварки помещен в приложении А стандарта PN-EN ISO 15614-3:2008.

Перевод Е. К. Доброхотовой  
● #1001

**Система менеджмента качества «Северстали» соответствует международным стандартам**

На Череповецком металлургическом комбинате, входящем в дивизион «Северсталь Российская Сталь», успешно завершились инспекционные аудиты системы менеджмента качества (СМК) ЧерМК «Северсталь» со стороны компании «Регистр Ллойда». Компания «Регистр Ллойда» инспектировала систему менеджмента качества ЧерМК «Северсталь» на соответствие требованиям международных стандартов ISO 9001:2000, а также ISO/TS 16949:2002, предъявляющего особые требования к системам качества поставщиков для автомобильной промышленности.

Как сообщил старший менеджер Центра технического развития и качества технической дирекции ЧерМК Игорь Шаруда, в соответствии с правилами органа по сертификации, аудиты были тематическими. Темами аудитов, которые еще до проведения проверки были определены и согласованы с аудиторами «Регистра Ллойда», стали деятельность по сокращению издержек, проводимая в компании, и работа с ключевыми поставщиками.

В ходе аудитов было проверено 10 подразделений комбината. На основании результатов аудитов система менеджмента качества ЧерМК «Северсталь» признана соответствующей требованиям ISO 9001, ISO / TS 16949, результативной и способной к постоянному улучшению.

«Северсталь Российская Сталь» — дивизион ОАО «Северсталь» — один из крупнейших производителей стали в России. По итогам 2008 года выпущено 11 071 тыс. тонн стали, реализовано 10 043 тыс. тонн продукции. Чистая прибыль (данные отчетности по МФСО) составила 1 871,1 млн. долларов, EBITDA — 3 389 млн. долларов США. Состоит из шести сегментов: стального, метизного, трубного, сервисного, заготовки лома и сегмента металлоторговли и металлопереработки.

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





# Нормування та контроль електромагнітних випромінювань при зварюванні

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

*Зварники — це одна з груп робітників, які піддаються дії електромагнітних полів (ЕМП) великої інтенсивності, особливо коли вони знаходяться близько до зварювального обладнання, а також при прямому контакті кабелів з їх тілом. В залежності від способу зварювання, виду зварювального обладнання і відстані до нього рівні магнітної складової ЕМП, тобто напруженість магнітних полів (МП) може перевищувати гранично допустимі рівні (ГДР).*

За даними вітчизняних дослідників, виконаних в 1970-ті роки, при ручному дуговому зварюванні напруженість МП не перевищує 300 А/м, що значно нижче ГДР (1400 А/м) МП промислової частоти 50 Гц, чинних на той час. Згідно з новими нормами ДСН 3.3.6.096-2002 «Державні санітарні норми та правила при роботі з джерелами електромагнітних полів», напруженість МП за певних умов може перевищувати ГДР при дуговому зварюванні.

При експлуатації обладнання для контактного зварювання рівні МП значно вищі (вимірюються тисячами А/м) і становлять небезпеку для здоров'я зварників. Основними джерелами МП є сильно навантажені ланцюги, зокрема зварювальний контур. Амплітудне значення напруженості МП на робочому місці зварника залежить від сили зварювального струму, розмірів і форми зварювального контуру, а також від відстані між робітником і джерелом поля.

В залежності від технологічного призначення і конструкції обладнання для контактного зварювання джерела МП умовно можна поділити на три групи: стикові зварювальні; стаціонарні точкові, шовні та рельєфні; підвісні зварювальні кліщі. Робоче місце зварника розміщено в безпосередній близькості від інструменту, що обтікається електричним струмом 1–50 кА при напруженості МП 0,5–40 кА/м. Основними джерелами МП в робочій зоні є відкриті вироби достатньої довжини та замкнутої форми, шини, електроди, ролики, кабелі, перемикачі зварювальних підвісних кліщів, що проводять струм.

При експлуатації обладнання першої і другої груп напруженість МП не перевищує

ГДР за старими нормами, виключенням є стикове зварювання виробів замкнутої форми і точкове великим струмом (>10 кА). Особливо значні перевищення відзначаються при роботі обладнання третьої групи (напруженість МП  $\geq 40$  кА/м). За новими нормами (ДСН 3.3.6.096-2002) практично всі види контактного зварювання характеризуються перевищеннями ГДР магнітних полів в певних діапазонах частот.

Не дивлячись на досягнення у вирішенні проблеми дії ЕМП на організм людини при зварюванні, вона все ще є предметом суспільної дискусії і залишається невирішеною. Відомо тільки, що електричне зварювальне обладнання і джерела живлення виробляють інтенсивні ЕМП. Вплив ЕМП на організм працівників викликає зміни у функціональному стані нервової і серцево-судинної систем, що проявляються в збільшенні часу реакції на зовнішні подразники, зниження артеріального тиску. Результати фізіологічних досліджень були підтверджені при поліклінічному обстеженні зварників.

Останні дослідження ЕМП показали, що небезпечними для людини є не тільки змінні поля частотою 50 Гц, але й інших частот, а також постійні МП. Сама зварювальна дуга також є джерелом ЕМП різних частот. Тому, враховуючи результати нових наукових досліджень у цій галузі, нормативні документи, що діяли до 2002 р., відмінено і в Україні прийнято нові нормативи (ДСН 3.3.6.096-2002) практично такі ж, як у Європі. Крім того, істотно змінилася метрологічна база, розроблено нові прилади для вимірювання рівнів ЕМП. Таким чином, знову виникла необхідність у проведенні нових об'єктивних досліджень рівнів ЕМП в широкому діапазоні частот при застосуванні як нових, так і старих видів зварювального обладнання і на основі цього в розробці відповідних заходів захисту зварників.

**Нормування електромагнітних полів.** Постійні магнітні поля, а також змінні ЕМП частотою 50 Гц нормуються за магнітною (H) та електричною (E) складовими ЕМП.

ЕМП частотою 1 кГц–300 МГц нормуються за інтенсивністю та енергетичними навантаженнями електричних та магнітних полів, враховуючи час впливу. Одиниця виміру напруженості електричного поля – В/м, магнітного поля – А/м. Енергетичне навантаження – це добуток квадрата потужності ЕМП і часу його впливу, одиниця виміру –  $(\text{В/м})^2 \cdot \text{год}$  для електричного поля та  $(\text{А/м})^2 \cdot \text{год}$  – для магнітного поля. Електромагнітне поле в діапазоні частот 300 МГц–300 ГГц нормується за інтенсивністю та енергетичним навантаженням щільності потоку енергії (ЩПЕ). Одиниця виміру ЩПЕ –  $\text{Вт/м}^2$ . Енергетичне навантаження – це добуток ЩПЕ падаючого випромінювання і часу його впливу протягом робочої зміни в годинах, одиниця виміру –  $\text{Вт} \cdot \text{год/м}^2$ . У випадку імпульсно-модульованих випромінювань нормованим параметром, що характеризує інтенсивність впливу ЕМП, є середнє значення ЩПЕ.

**ГДР постійних магнітних полів** протягом робочого дня не повинні перевищувати 8 кА/м. Для магнітних полів, які утворюються випрямленим трифазним струмом, ГДР визначаються за формулою

$$H_{\text{гд}} = \sqrt{\frac{E H_{\text{нгд}}}{T}}, \quad (1)$$

де  $H_{\text{гд}}$  – гранично допустиме значення напруженості магнітного поля, кА/м;  $E H_{\text{нгд}}$  – гранично допустиме значення енергетичного навантаження протягом робочого дня, дорівнює  $144 \text{ кА}^2 \cdot \text{год/м}^2$ ;  $T$  – час впливу, год.

**ГДР електромагнітних полів промислової частоти (50 Гц)** визначають залежно від часу дії цього фактора на організм людини за робочу зміну. Перебування в електричному полі напруженістю до 5 кВ/м включно допускається протягом 8 год робочого дня.

При рівнях напруженості електричного поля від 5 до 20 кВ/м включно допустимий час перебування в ньому вираховують за формулою:

$$T_{\text{гд}} = \frac{50}{E} - 2, \quad (2)$$

де  $T_{\text{гд}}$  – допустимий час перебування під дією електричного поля при відповідному рівні напруженості, год.

При напруженості електричного поля від 20 до 25 кВ/м час перебування персоналу під дією електричного поля не повинен перевищувати 10 хв. Перебувати під дією електричного поля напруженістю понад 25 кВ/м без застосування засобів захисту забороняється.

Для встановлення допустимої напруженості електричного поля при регламентованому часі роботи в ньому використовують формулу

$$E_{\text{гд}} = \frac{50}{T - 2}, \quad (3)$$

де  $E_{\text{гд}}$  – допустиме значення напруженості електричного поля протягом регламентованого часу роботи, кВ/м;  $T$  – регламентований час роботи в електричному полі, год.

При перебуванні персоналу протягом робочого дня в зонах з різною напруженістю електричного поля (далі – ЕП) час перебування розраховують за формулою

$$T_{\text{гд}} = \left( \frac{t_{E_1}}{T_{E_1}} + \frac{t_{E_2}}{T_{E_2}} + \dots + \frac{t_{E_n}}{T_{E_n}} \right), \quad (4)$$

де  $T_{\text{гд}}$  (8) – проведений час, еквівалентний за біологічним ефектом перебуванню в ЕП нижньої межі напруженості, що нормуються, год;  $t_{E_1}, t_{E_2}, \dots, t_{E_n}$  – час перебування в зонах, що контролюються, з напруженістю  $E_1, E_2, \dots, E_n$ , год;  $T_{E_1}, T_{E_2}, \dots, T_{E_n}$  – допустимий час перебування в ЕП відповідних зон, що контролюються за формулою (1).

Кількість зон, що контролюють, визначається перепадом рівнів ЕП на робочому місці. Різниця в рівнях напруженості ЕП зон, що контролюють, встановлюється 1 кВ/м.

ГДР магнітного поля частотою 50 Гц при постійному впливі не повинні перевищувати 1,4 кА/м протягом робочого дня (8 год). Час перебування людини під дією магнітного поля напруженістю понад 1,4 кА/м регламентується (табл. 1).

ГДР для змінного магнітного поля частотою 50 Гц при локальному впливі на кисті рук визначають за формулою

$$H_{\text{гд лок}} = H_{\text{гд лок}} \cdot 5, \quad (5)$$

де  $H_{\text{гд лок}}$  – ГДР змінного магнітного поля частотою 50 Гц при локальному впливі

Таблиця 1. Тривалість перебування людини під дією магнітного поля в залежності від його рівня

Час перебування персоналу, год	1	2	3	4	5	6	7	8
Напруженість магнітного поля, кА/м	6,0	4,9	4,0	3,2	2,5	2,0	1,6	1,4
Магнітна індукція, мТл	7,5	6,13	5,0	4,0	3,13	2,5	2,0	1,75

(кисті рук), А/м;  $H_{ГД\text{ЛОК}}$  — ГДР змінного магнітного поля частотою 50 Гц при загальному впливі (см. табл. 1), А/м.

**ГДР неіонізуючого випромінювання радіочастотного діапазону (1 кГц — 300 МГц)** на робочих місцях слід визначати, виходячи з допустимого енергетичного навантаження та часу впливу, за формулами:

$$E_{ГД} = \sqrt{\frac{EH_{ЕГД}}{T}}; \quad (6)$$

$$H_{ГД} = \sqrt{\frac{EH_{НГД}}{T}}; \quad (7)$$

де  $E_{ГД}$  та  $H_{ГД}$  — гранично допустимі значення напруженості електричного (В/м) та магнітного (А/м) полів;  $T$  — час впливу, год;  $EH_{ЕГД}$  та  $EH_{НГД}$  — гранично допустимі значення енергетичного навантаження протягом робочого дня,  $(В/м)^2 \cdot \text{год}$  та  $(А/м)^2 \cdot \text{год}$ .

Максимальні значення  $E_{ГД}$ ,  $H_{ГД}$  та  $EH_{ЕГД}$ ,  $EH_{НГД}$  наведено в табл. 2.

Значення ГДР напруженості електричної ( $E_{ГД}$ ) і магнітної ( $H_{ГД}$ ) складових залежно від тривалості їх дії наведено в табл. 3.

При тривалості дії менше 0,08 год подальше підвищення інтенсивності фактора не допускається. У всіх випадках при зазначенні діапазонів частот кожний діапазон виключає нижню і включає верхню межу частоти.

Одночасний вплив електричного і магнітного полів у діапазоні частот від 1 кГц до 3 МГц слід вважати допустимим за умови

$$\frac{EH_{Е}}{EH_{Е1,Л}} + \frac{EH_{Н}}{EH_{Н1,Л}} \leq 1, \quad (8)$$

де  $EH_{Е}$  та  $EH_{Н}$  — енергетичні навантаження, що характеризують вплив електричного і магнітного полів.

ГДР напруженості імпульсних електромагнітних полів у спектральному діапазоні частот від 0 Гц до 1000 МГц на робочих місцях слід визначати, виходячи з допустимого енергетичного навантаження та часу впливу за формулами (6, 7).

Граничні амплітудні значення в спектральних діапазонах частот визначають за табл. 4.

У всіх випадках при зазначенні діапазонів частот кожний діапазон виключає нижню і включає верхню межу частоти.

**Таблиця 2. Гранично допустимі рівні електричного та магнітного полів в залежності від діапазонів частот**

Параметр	Діапазон частот				
	1–10 кГц	10–60 кГц	0,06–3 МГц	3–30 МГц	30–80 МГц
$E_{ГД}$ , В/м	1000	700	500	300	80
$EH_{ЕГД}$ , $(В/м)^2 \cdot \text{год}$	120000	40000	20000	7000	800
$H_{ГД}$ , А/м	75	57	50	–	3,0*
$EH_{НГД}$ , $(А/м)^2 \cdot \text{год}$	675	390	200	–	0,72*

\* ГДР енергетичного навантаження магнітного поля поширюється на діапазон 30–50 МГц.

**Таблиця 3. Гранично допустимі рівні напруженості електричного та магнітного полів при різній тривалості перебування людини під їх дією**

Час перебування під дією поля, год	$E_{ГД}$ , В/м					$H_{ГД}$ , А/м				
	1–10 кГц	10–60 кГц	0,06–3 МГц	3–30 МГц	30–300 МГц	1–10 кГц	10–60 кГц	0,06–3 МГц	3–50 МГц	
8	120	70	50	30	10	9,0	7,0	5,0	0,30	
7	130	75	53	32	11	9,8	7,5	5,3	0,32	
6	140	82	58	34	12	10,6	8,1	5,8	0,34	
5	155	90	63	37	13	11,6	8,8	6,3	0,38	
4	175	110	71	42	14	13,0	9,9	7,1	0,42	
3	200	115	82	48	16	15,0	11,4	8,2	0,49	
2	250	140	100	59	20	18,4	14,0	10,0	0,60	
1	350	200	141	84	28	26,0	19,7	14,2	0,85	
0,5	500	280	200	118	40	37,6	27,9	20,0	1,20	
0,25	700	400	283	168	57	52,0	39,5	28,3	1,70	
0,12	1000	580	400	240	82	75	57,0	40,8	2,45	
0,08		700	500	296	80			50,0	3,00	

Таблиця 4. Граничні амплітудні значення електричних та магнітних полів в залежності від діапазонів частот

Параметр	Спектральні діапазони частот								
	0–5 Гц	5–50 Гц	0,05–1 кГц	1–10 кГц	10–60 кГц	0,06–3 МГц	3–30 МГц	30–300 МГц	0,3–1 ГГц
$E_{ГД}$ , В/м	60000	35000	3500	1000	300	200	150	100	80
$EH_{ГД}$ , (В/м) <sup>2</sup> · год	$3,2 \cdot 10^9$	$2,0 \cdot 10^8$	$1,6 \cdot 10^6$	120000	7200	3200	1800	800	500
$E_{ГД}$ , В/м на 8 год	20000	5000	447	120	30	20	15	10	8
$T$ , год (при $E_{ГД}$ )	0,89	0,16	0,13	0,12	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
$H_{ГД}$ , А/м	30000	10000	850	100	85	70	–	–	–
$EH_{ГД}$ , (А/м) <sup>2</sup> · год	$1,4 \cdot 10^8$	$1,6 \cdot 10^7$	70000	1300	900	400	–	–	–
$H_{ГД}$ , А/м на 8 год	4200	1400	94	13	11	7	–	–	–
$T$ , год (при $H_{ГД}$ )	0,16	0,16	0,10	0,13	0,12	0,08	–	–	–

Таблиця 5. Гранично допустимі рівні щільності потоку енергії прирізній тривалості перебування людини під дією електромагнітного поля

Час перебування під дією поля, год	8	7	6	5	4	3	2	1	0,5	0,25	0,20
Щільність потоку енергії, мкВт/см <sup>2</sup>	25	29	33	40	50	67	100	200	400	800	1000

Гранично допустимі величини ЕМП у діапазоні частот 300 МГц – 300 ГГц слід визначати за формулою

$$W_{ГД} = K \cdot \frac{EH_{ГД}}{T}, \quad (9)$$

де  $W_{ГД}$  – гранично допустима величина щільності потоку енергії, Вт/м<sup>2</sup>;  $EH_{ГД}$  – гранично допустима величина енергетичного навантаження, становить 2 Вт·год/м<sup>2</sup>;  $K$  – коефіцієнт ослаблення біологічної ефективності (дорівнює: 1 – для всіх випадків впливу, виключаючи опромінення від антен, що обертаються і сканують; 10 – для випадків опромінення від антен, що обертаються і сканують, з частотою не більше 1 Гц і шпаруватістю не менше 50);  $T$  – час перебування в зоні опромінення за робочу зміну, год.

У всіх випадках максимальне значення  $W_{ГД}$  не повинно перевищувати 1 мВт/см<sup>2</sup>.

Значення ГДР щільності потоку енергії ( $W_{ГД}$ ) залежно від тривалості дії ЕМП наведені в табл. 5.

При тривалості дії менше 0,2 год подальше підвищення інтенсивності фактора не допускається.

**Амплітудно-часові характеристики магнітного поля.** Зварювальний струм створює в навколишньому середовищі МП, яке повністю визначається параметрами струму. Обладнання дугового зварювання створює МП, що переривається з тривалістю від 1 до 60 с і більше. Пауза між окремими імпульсами змінюється в широкому діапазоні від однієї до десятка секунд. При дуговому зва-

рюванні змінним струмом окремі імпульси представляють собою коливання з частотою 50 Гц. Можливі зміни амплітуди під час зварювання на 30–40% від максимальних значень та форми синусоїди, при цьому коефіцієнт викривлень не перевищує 1,4. Амплітуда напруженості МП поля змінюється в широких діапазонах і може досягати 30000 А/м.

При дуговому зварюванні від джерела постійного струму струм та напруга зварювання не залишаються постійними, а мають вигляд складної несиметричної періодичної кривої, що має постійну складову, складові вищих гармонік та комбінаційних частот, це визначається схемою випрямлення, параметрами зварювального ланцюга, режимом зварювального процесу (струменевий або з короткими замиканнями) та ін.

Визначними факторами впливу на живий організм є кількість енергії, частотний діапазон джерела випромінювання, а також часові впливи. Оскільки МП, що утворюється при зварюванні, в більшості випадків носить неперіодичний характер, можуть значно відрізнятися від гармонічних, то для отримання достатньої інформації про поле слід проводити його спектральний аналіз.

Перервно-імпульсні МП – це поля, які протягом визначеного проміжку часу відрізняються від нульового значення і стохастично повторюються. При зварюванні сталим струмом створюються імпульсні МП, які мають форму відеоімпульсів, амплітуда яких додатньої або від'ємної полярності періодично змінюється від нуля до макси-

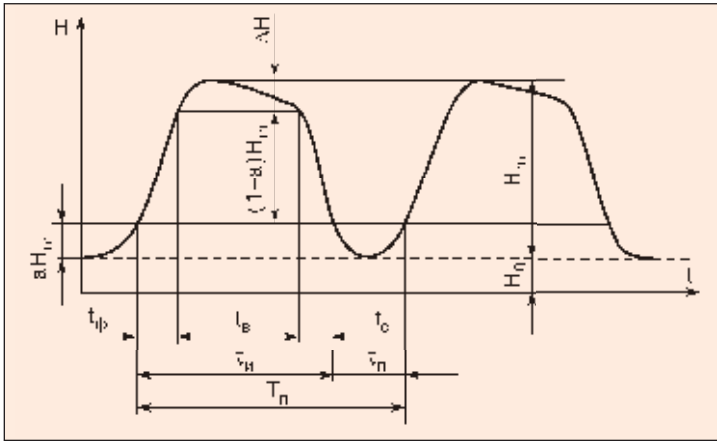


Рис. 1. Форма і параметри відеоімпульсних сигналів магнітного поля

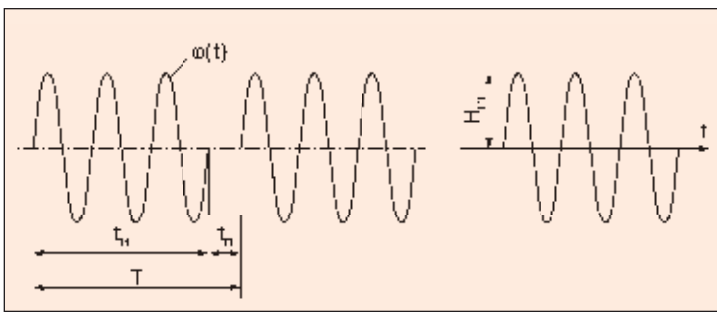


Рис. 2. Форма і характеристика радіоімпульсних сигналів магнітного поля

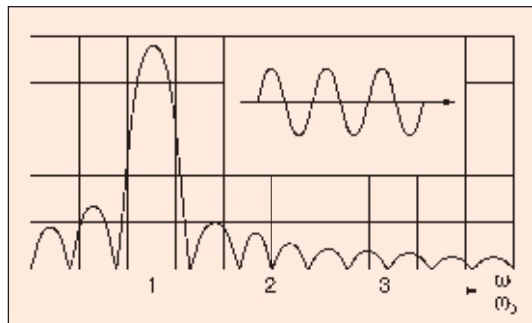


Рис. 3. Спектр відрізка синусоїди

муму (рис. 1). Форма відеоімпульса може бути різною: трикутною, сходишковою, дзвіноподібною тощо.

При зварюванні змінним струмом частотою 50 Гц створюються поля, що мають форму радіоімпульсів (рис. 2). Радіоімпульс — серія високочастотних коливань, які можуть бути представлені як результат 100% амплітудної модуляції високочастотних коливань відеоімпульсом.

Імпульси МП, створюються в процесі зварювання, повторюються через визначений проміжок часу і в деяких випадках утворюють повторювальні серії (наприклад при шовному зварюванні). Такі серії називаються низкою імпульсів. Прогинаючі низки можуть бути різними за формою. Для оцінки імпульсних і гармонічних синусоїдальних МП визначають їх амплітудне значення  $H_m$ .

Основними часовими характеристиками імпульсного магнітного поля є тривалість імпульсу  $\tau_{\text{и}}$ , тривалість паузи  $\tau_{\text{п}}$ , період повторення  $T$ , вимірювані в секундах, похідна одиниця — шпаруватість:

$$Q = \tau_{\text{и}} / \tau_{\text{п}}. \quad (10)$$

Крім цього, імпульс характеризується тривалістю фронту  $t_{\text{ф}}$  і зрізу  $t_{\text{з}}$  — час збільшення і зниження напруженості в межах від  $0,1H_m$  до  $0,9H_m$ . Крутизна фронту характеризує швидкість збільшення та зменшення напруженості МП:

$$S_{\text{ф}} = H_m / t_{\text{ф}}; \quad (11)$$

$$S_{\text{з}} = H_m / t_{\text{з}}. \quad (12)$$

Важливою характеристикою МП, яке створюється при зварюванні змінним струмом, є частота модульованого сигналу. Для контактного зварювання це промислова частота 50 Гц.

МП, які створюються при зварюванні сталим струмом і енергією, що накопичується, є неперіодичними. Їх форма значно відрізняється від гармонічної. Спектр, що створюється подібними сигналами залежить від тривалості імпульсів та їх фронтів наростання і визначають за формулою:

$$S(j, \omega) = \int_{-\infty}^{\infty} S(t) \cdot e^{-j\omega t} \cdot dt, \quad (13)$$

де  $S(j, \omega)$  — спектральна густина фізичної величини;  $S(t)$  — фізична величина (напруженість МП).

Межі інтегрування визначаються тривалістю імпульсу. Слід мати на увазі, що зменшення тривалості імпульсу і збільшення крутизни фронту наростання ведуть до розширення спектру в діапазоні високих частот.

Раніше в санітарних нормах враховували допущення про те, що радіоімпульси, які створюються при зварюванні змінним струмом частотою 50 Гц, мають незначне викривлення за рахунок перехідних процесів в машині і змінного опору в розплавленому металі. Також приймали, що висока тривалість цих імпульсів (більш 0,02 с) і незначне викривлення форми синусоїди дозволяє не враховувати амплітудно-частотний спектр, вважаючи, що значна частина енергії поля сконцентрована в діапазоні низьких частот (до 50 Гц), тобто від 0 до частоти  $1/\tau_{\text{и}}$  вміщується 90% усієї енергії сигналу. В наш час зазначені допущення не є коректними.

Разом з тим відомо, що спектр імпульсу у формі відрізка синусоїди (рис. 3), що



складається з декількох періодів  $n$  і визначається виразом:

$$S = \int_{-\pi}^{\pi} e^{-j\omega t} \sin \omega_0 t \cdot dt = \frac{2j\omega}{\omega_0^2 - \omega^2} \cdot (-1)^n \cdot \sin n \cdot \pi \cdot \frac{\omega}{\omega_0} \quad (14)$$

Це є, в дійсності, поточний спектр синусоїди, де  $n$  – число напівперіодів синусоїди з моменту вмикання. Спектральна густина на частоті  $\omega = \omega_0$  (50 Гц) збільшується з часом лінійно:

$$\Phi_{\epsilon} \Big|_{\omega = \omega_0} \Big| S \Big| = n \frac{T}{4}, \quad (15)$$

тобто на початку процесу спектр однорідний (містить велику кількість гармонік), лише поступово формується максимум на частоті  $\omega_0$ .

Для оцінки МП, що створюється зварювальним обладнанням гігієнічно значимими параметрами необхідно вважати:  $H_m$  – амплітудне значення напруженості;  $\tau_u$  – тривалість одного імпульсу;  $\tau_n$  – тривалість паузи;  $t$  – повна тривалість дії складних сигналів.

Крім цього, необхідно враховувати спектральне розподілення енергії в вигляді можливих значних складових, що з'являються на високих частотах в відеоімпульсах та радіоімпульсах.

**Джерела магнітних полів при контактному зварюванні.** Під час роботи зварювального обладнання на робочих місцях обслуговуючого персоналу амплітудні значення напруженості МП коливаються від 0,3 до 80 кА/м. Так, при роботі підвісних зварювальних кліщів вони досягають 10,3 кА/м (біля кабелю до 80 кА/м), стаціонарних точкових машин – 4,3 кА/м, стикових – 7,4 кА/м, шовних – 1,5 кА/м і рельєфних – 3,7 кА/м. Поле має імпульсно-перервний характер з тривалістю імпульсу від 0,002 до 30 с з різними періодом повторення і формою (синусоїдальною, експоненціальною тощо).

Основними джерелами МП є ланки сильного струму, тобто елементи вторинної ланки зварювального трансформатора. Для більшості типів обладнання контактного зварювання зварювальний струм дорівнює вторинному струмові зварювального трансформатора. Винятком є установки для виробів замкнутої форми, в яких вторинний

струм зварювального трансформатора дорівнює сумі струмів зварювання і шунтування.

Джерелом МП на робочих місцях персоналу, що обслуговує шовні рельєфні і стаціонарні точкові машини, є консолі, електродотримачі, електроди і частини зварювальних виробів. Зварювальний контур по формі наближається до прямокутного.

Джерело МП в підвісних точкових машинах є ручні за конфігурацією електроди і електродотримачі, а також вільно розміщені гнучкі зварювальні кабелі.

Джерелами МП в стикових зварювальних машинах, призначених для зварювання стрижнів, труб та інших виробів, є частини притискувального пристрою, струмопровідні шини і частини зварюваних виробів. При стиковому зварюванні виробів замкнутої форми джерелами МП є зварювані вироби, що обтікаються струмом шунтування, а також струмопровідні шини, притискувальні губки. МП на робочому місці при цьому визначається переважно струмами шунтування.

Інтенсивність опромінення працюючих залежить від типу застосованого обладнання, режиму його роботи (амплітуди і тривалості імпульсу зварювального струму, тривалості паузи, кількості циклів, модуляції фронтів імпульсів, фазового регулювання), геометричних розмірів і конфігурації джерел МП, а також відстані розміщення робочих місць.

Найбільш повну інформацію про МП з сучасної медичної точки зору в цьому випадку містить його амплітудний спектр, регламентований ДСН 3.3.6.096-2002.

**Контроль параметрів магнітного поля в виробничих умовах.** Оцінка параметрів МП на робочих місцях зварників має проводитись в такій послідовності:

- визначення ділянки можливого знаходження працівника під час проходження зварювального струму;
- виділення на цій ділянці точок, максимально наближених до джерела МП;
- визначення частотних діапазонів випромінювань і вимірювання напруженості МП в цих точках і діапазонах;
- визначення тривалості дії МП на працюючого.

Вимірювання напруженості МП при дугових способах зварювання мають проводитись з урахуванням розміщення кабелю.

Основною задачею вимірювання напруженості МП є порівняння її з санітарними нормами (ДСН 3.3.6.096-2002).

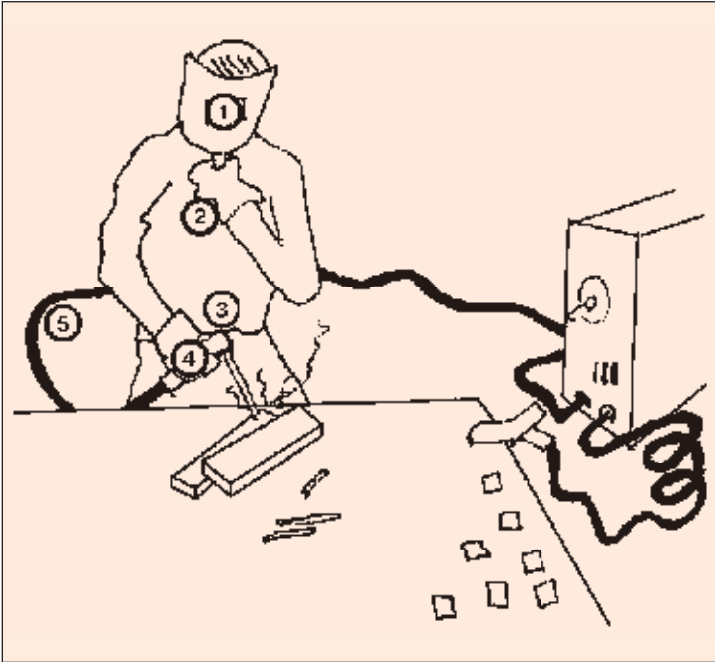


Рис. 4. Схема розташування зон вимірювання магнітного поля: 1 — голова (лоб); 2 — груди; 3 — живіт; 4 — кисть руки; 5 — кабель

Слід враховувати, що на результати вимірювань великий вплив мають джерела живлення сусідніх зварювальних постів та наявність феромагнітних мас. При ручному дуговому зварюванні рівень МП, що індукується на поверхні різних частин тіла зварника та всередині, визначається переважно величиною зварювального струму, площею випромінюючого контуру, розташуванням зварників відносно основних джерел випромінювання та відстанню від випромінювача

до поверхні тіла. Схема розташування зон, в яких переважно виконується контроль параметрів МП при ручному і напівавтоматичному зварюванні, наведена на рис. 4.

Засоби вимірювання напруженості МП мають складатися з виносного датчика (перетворювача МП) і реєструючого пристрою, в ролі якого може використовуватись цифровий осцилограф з функцією швидкого перетворення Фур'є та персональний комп'ютер (ноутбук). Під час вимірювань напруженості МП датчик вносять в поле, яке контролюють, і орієнтують в просторі за максимальним значенням показів реєструючого приладу.

Вимірювання МП у вигляді коротких імпульсів з великим періодом тривалості виконують приладом з однокоординатним датчиком три рази (в різних положеннях). При цьому датчик розташовують послідовно в трьох взаємноперпендикулярних площинах і реєструють його показання в кожній площині. Амплітудне значення вектора напруженості МП визначають за формулою

$$H_{\text{м}} = \sqrt{H_x^2 + H_y^2 + H_z^2}, \quad (16)$$

де  $H_x, H_y, H_z$  — значення напруженості МП в кожній площині.

Тривалість опромінення працюючих в період робочої зміни визначається шляхом проведення хронометражних спостережень. Сума усього часу, витраченого на виконання зварювання, показує час опромінення протягом дня. ● #1002



### Новые правила охраны труда в метизном производстве

С 9 февраля 2009 г. в Украине вступают в силу новые Правила охраны труда в метизном производстве. В Правилах дан четкий закрытый перечень опасных и вредных факторов при производстве метизов (различных металлоизделий). При этом все предельно допустимые нормы вредных веществ, равно как и требования к организации производства, отсылают к тем или иным стандартам и государственным санитарным нормам. Указывается также, что все действующие предприятия по производству метизов обязаны иметь 3 вида инструкций: 1) технологические; 2) по охране труда для работников каждой профессии; 3) по ремонту и очистке оборудования. Порядком предусмотрены требования к таким участкам метизного производства, как проектирование и строительство; собственно процесс производства; ремонтные и погрузочно-разгрузочные работы. Кроме того, приведен перечень требований к территории предприятий и цехов, а также к машинам, оборудованию и инструменту. Не были забыты и основные правила экологической безопасности, а именно: процедура хранения и утилизации материалов и изделий (в том числе агрессивных жидкостей, сыпучих и твердых химвеществ).

Краткая справочная информация: к метизному производству относят совокупность технологических операций при изготовлении металлических изделий различной номенклатуры. Основными отраслями — сферами применения данного Порядка — являются стройиндустрия, металлургия, машино- и приборостроение. С момента вступления в силу Порядка (то есть с 9 февраля 2009 г.) автоматически теряют силу следующие нормативные документы: Правила безопасности в метизном производстве, утвержденные Минчерметом СССР 18 апреля 1978 года, и ОСТ 14.67-80 «ССБТ. Изготовление гвоздей из проволоки. Требования безопасности», утвержденный приказом Минчермета СССР от 29.12.1980 № 1230.

Приказ Госгорпромнадзора Украины «Об утверждении Правил охраны труда в метизном производстве»  
www.ligazakon.ua



19-21.05.2010

СВАРКА  
2010  
WELDING



ПРИ СОДЕЙСТВИИ  
НАЦИОНАЛЬНОГО КОМИТЕТА ПО СВАРКЕ РАН  
АЛЬЯНСА СВАРЩИКОВ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА  
И СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ, MESSE ESSEN GMBH  
CHINESE MECHANICAL ENGINEERING SOCIETY (CMES)



LENEXPO  
St. Petersburg

XIV МЕЖДУНАРОДНАЯ СВАРОЧНАЯ ВЫСТАВКА

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ +7 812 3212631/2722 WWW.WELDING.LENEXPO.RU



## Международная сварочная ярмарка в Эссене «Schweissen&Schneiden»

*Несмотря на сложную экономическую ситуацию в мире, 17-я Международная сварочная ярмарка, прошедшая в Эссене 14–19 сентября 2009 г., не только сохранила высокий уровень последней выставки 2005 г., но и стала наиболее успешной за всю историю. Участники и организаторы отметили успех события, который значительно превзошел ожидания. На протяжении 6 дней на выставочной площадке в 100 тыс. кв. м в павильонах Messe Essen 1015 экспонентов из 42 стран продемонстрировали наиболее полный ассортимент своих предложений.*

Специалисты из 128 стран (более 60 тыс. чел.) смогли ознакомиться с представленными на выставке новинками в области сварки, резки и нанесения покрытий. В стенах выставочных павильонов заключались сделки, подписывались долгосрочные контракты, велись переговоры. Следует отметить оптимизм в настроении посетителей, невзирая на сложившуюся ситуацию в экономике и то, как она отразилась на сварочной индустрии в целом. На сегодняшний день тенденция развития сварочного рынка достаточно благоприятна, доказательством чему стали переполненные павильоны Messe Essen.

Франк Торвиц (Frank Thorwirth), председатель и генеральный директор Messe Essen, отметил, что сварочная ярмарка в

г. Эссене в этом году более сильная, чем обычно, и подтвердила свой статус выставки номер один в мире, а также укрепила свои лидирующие позиции в этой области. Этому способствует стратегия международных «дополнительных событий» — ежегодных специализированных выставок в развивающихся регионах (Индия, Китай, Россия). На международном уровне эти события укрепляют позиции главной выставки в Эссене и бренда Messe Essen, тем самым повышая значимость основного события на международном уровне. Например, в этом году количество стран-посетителей увеличилось на треть — от 90 до 128. Ф. Торвиц также подчеркнул, что выставки были и остаются наиболее эффективным маркетинговым инструментом, широкие возможности которого позволяют изучить рынок и укрепить позиций компании.

Клаус Миделдорф (Klaus Middeldorf), исполнительный директор Deutscher Verband für Schweissen Und Verwandte e.V. Verfahren (Немецкое сварочное общество), отметил, что выставка является достаточно сильным стимулом развития экономики. В экономическом и техническом плане ярмарка как главная «витрина» инноваций в сфере сварки и родственных технологий





определила основные пути дальнейшего развития. Подтверждением этому служат многочисленные обсуждения актуальных проблем в области сварки, а также положительные результаты анкетирования участников выставки. Таким образом, об успешности выставки говорит не только большое количество посетителей, но и плодотворность проведенного на ней времени, а это свидетельствует о целесообразности участия в подобном мероприятии в будущем. По словам К. Миделдорфа, большинство экспонентов уверены, что на выставке были заложены основы будущих успешных проектов.

В рамках выставки прошла ежегодная Сварочная конференция, которая привлекла большое количество специалистов. В этом году конференция прошла в новом формате: Messe Forum. Лекции и обсуждения практических вопросов на ней вызвали большой интерес у гостей ярмарки. Прошли также тематические конференции — диагностика и контроль качества, технологии нанесения покрытий.

Впервые в рамках ярмарки состоялся финал Национального конкурса молодых сварщиков. Победители региональных отборочных туров боролись за звание Национального чемпиона сварки. Красочное шоу стало хорошей рекламой профессии, а также



#### Отзывы участников.

**Поль Шекри (Paul Sekhri), генеральный директор, Wel-spring Universal (Индия):**

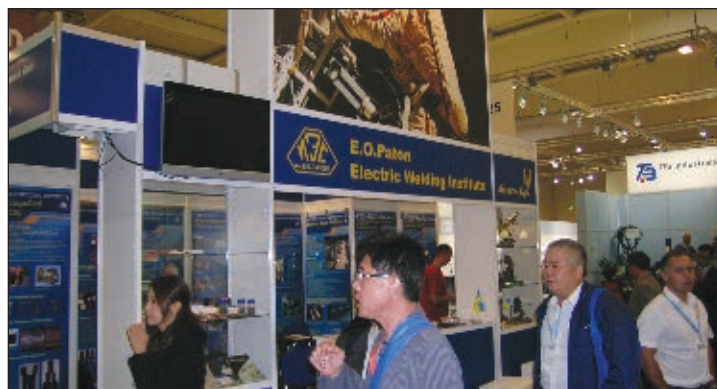
— Мы принимаем участие в выставке уже в пятый раз. Каждая новая выставка была успешнее предыдущей. В этом году ярмарка превзошла все ожидания, мы получили много заказов и ожидаем дальнейшего развития событий после выставки. Наш стенд посетили гости из Испании, Дании, Алжира, Турции и Бразилии.

**Эгинхард Виц (Eginhard Vietz), Управляющий директор, Vietz (Германия):**

— Мы представили в Эссене наш новый проект, который вышел при поддержке Министерства экономики. Мы довольны результатом — в первые дни мы заключили сделки на полмиллиона евро.

**Ева Шойом (Eva Solyom), менеджер по продажам, Coortim (Венгрия):**

— Посетителей было значительно больше, чем мы ожидали. Наша компания представила новую линейку модернизированную оборудования, надеемся, что после выставки интерес к нашей продукции только увеличится.



уникальной возможностью проявить себя и на других посмотреть.

Традиционно в выставке приняли участие украинские предприятия. На коллективном стенде, возглавляемом НТК «Институт электросварки им. Е. О. Патона», свои достижения демонстрировали ОАО «Фирма «СЭЛМА», ОАО «Каховский завод электросварочного оборудования», ОАО «Завод газосварочного оборудования «ДОНМЕТ» и ОАО «Промоборудование». Много посетителей было и на стенде ОАО «Симферопольский моторный завод».

Следующая, 18-я Международная сварочная ярмарка в Эссене состоится 16–21 сентября 2013 г. Уже сейчас 90% участников планируют принять в ней участие. В период проведения выставки пройдет ежегодная Ассамблея Международного института сварки (МИС) и Конгресс МИС.

**Ю. Б. Иванова**

● #1003

# VIII МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПРОМЫШЛЕННЫЙ ФОРУМ – 2009

МЕЖДУНАРОДНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВЫСТАВКИ И КОНФЕРЕНЦИИ

**МЕТАЛЛО-ОБРАБОТКА**  
МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ

**УКРПАСТ ТЕХ**  
ОБОРУДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА И ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТМАС

**ГИДРАВЛИКА ПНЕВМАТИКА**

**УКРПРОМ АВТОМАТИЗАЦИЯ**  
ПРОМЫШЛЕННАЯ АВТОМАТИЗАЦИЯ

**ОБРАЗЦЫ, СТАНДАРТЫ, ЭТАЛОНЫ, ПРИБОРЫ**  
КОНТРОЛЬ И ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ ЛАБОРАТОРИИ И ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ ОБОРУДОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЯ, СЕРТИФИКАЦИЯ

**БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА**  
СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ, БЕЗОПАСНОСТЬ РАБОЧЕЙ СИЛЫ

**УКРМАШ ТЕХ**  
ПРОМЫШЛЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБОРУДОВАНИЕ

**УКРВОТ ТЕХ**  
КОМПУТЕРНАЯ ТЕХНИКА, ОБОРУДОВАНИЕ

**ПОДШИПНИКИ**

**УКРСВАРКА**  
ТЕХНОЛОГИИ, ОБОРУДОВАНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

**ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОЕ СКЛАДСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

**СУБФОНКТАКТЫ**  
РАШЕЩЕНИЕ ЗАКАЗОВ ПО КОМПЛЕКТАМ

Генеральные информационные партнеры:



Технический партнер:



**ОРГАНИЗАТОРЫ:**

Министерство промышленной политики Украины  
ООО "Международный выставочный центр"  
Украинская Национальная Компания  
"Укрстанкоинструмент"

**24 - 27**  
**НОЯБРЯ 2009 г.**



+380 44 201-11-65, 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)

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

Информационная поддержка:



ОАО «КЗЭСО»



80 лет 80 years 80 років

*мы создаем электросварочное оборудование  
и поставляем его в 76 стран мира!*

[www.kzeso.com](http://www.kzeso.com)



*Мы нуждаемся в художнике даже в минуту  
величайшего счастья и величайшей беды.*

*Гете*

с д е л а н о в У к р а и н е

THE LINDE GROUP

Linde

# Новый уровень производства.

**ОАО «Линде Газ Украина», входящее в международную промышленную группу Linde, является ведущим поставщиком промышленных газов и технологических решений для производственной отрасли.**

Компания ОАО «Линде Газ Украина» предлагает:

- Экономичные технологии сварки.
- Производительные технологии термического раскроя металлов.
- Прогрессивные технологии правки, наплавки, нагрева и пайки.
- Профессиональное обеспечение оборудованием.
- Организация оптимальной системы газообеспечения.



**ОАО «Линде Газ Украина»** г. Днепропетровск, ул. Кислородная, 1  
Тел. (0562) 35 12 25, ф. (056) 79 00 333; [www.linde-gas.com.ua](http://www.linde-gas.com.ua)  
Киевский филиал: ул. Лебединская, 3б; тел. (044) 507 23 69  
Донецкий филиал: ул. Баумана, 11; тел. (062) 310 19 91