

Патоновская марка



# СВАРЩИК

Производственно-технический журнал

№ **4** 2016  
июль-август

ТЕХНОЛОГИИ  
ПРОИЗВОДСТВО  
РЕМОНТ



**SVARCOM**  
сварочная компания

ЛУЧШИЙ ВЫБОР



**Ваш партнер в современной сварке**

**office@svarcom.net +38 (044) 379-27-34 svarcom.net**



4(110) 2016

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

Журнал награжден Почетной  
грамотой и Памятным знаком  
Кабинета Министров Украины

# СВАРЩИК<sup>НТК</sup>

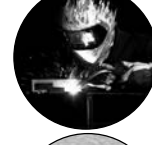
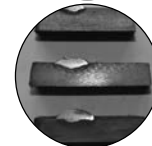
Производственно-технический журнал

№ 4 2016  
июль-август

ТЕХНОЛОГИИ  
ПРОИЗВОДСТВО  
РЕМОНТ

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                             |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>Новости техники и технологий</b> .....                                                                                                                                                   | 4      |
| <b>Технологии и материалы</b>                                                                                                                                                               |        |
| Сопоставление сварочно-технологических свойств проволоки<br>Св-08Х20Н9Г7Т с ее зарубежными аналогами. <i>В. Д. Позняков,<br/>А. А. Гайворонский, В. А. Клапатюк, А. М. Денисенко</i> .....  | 6      |
| <b>Технологии и оборудование</b>                                                                                                                                                            |        |
| Анализ и перспективы использования современных технологий<br>изготовления обечаек котлов железнодорожных вагонов-цистерн.<br><i>В. А. Роянов, П. В. Коросташевский, И. В. Захаров</i> ..... | 9      |
| <b>Технологии послесварочной обработки</b>                                                                                                                                                  |        |
| Лазерная и ударно-лазерная послесварочная обработка<br>металлоконструкций. <i>Г. И. Лещенко</i> .....                                                                                       | 13     |
| <b>Наши консультации</b> .....                                                                                                                                                              | 16     |
| <b>Технологии ремонтной сварки</b>                                                                                                                                                          |        |
| Развитие понятия «Свариваемость» применительно к ремонтной<br>сварке базовых конструкций тяжело нагруженного оборудования.<br><i>В. И. Панов, С. В. Кандалов</i> .....                      | 18     |
| <b>Экономика сварочного производства</b>                                                                                                                                                    |        |
| Внедрение научных разработок через технологические парки<br>и малые предприятия. <i>С. В. Пустовойт, Л. Б. Любонная,<br/>Н. С. Бровченко, В. С. Петрук, А. А. Солонский</i> .....           | 22     |
| Газ МАФ — надежный шаг вперед! .....                                                                                                                                                        | 28     |
| <b>Подготовка кадров</b>                                                                                                                                                                    |        |
| Тренажер сварщика для электродуговой сварки ТСДС-06М. ....                                                                                                                                  | 29     |
| Международный конкурс сварщиков «2016 (4th) Beijing «Arc Cup»<br>International Welding Competition» .....                                                                                   | 32     |
| <b>Охрана труда</b>                                                                                                                                                                         |        |
| Системы менеджмента гигиены и безопасности труда:<br>расследование инцидентов и аудит. <i>О. Г. Левченко, Ю. А. Полукаров</i> .....                                                         | 33     |
| <b>Выставки и конференции</b>                                                                                                                                                               |        |
| 21 сессия Научного совета по новым материалам<br>при Комитете по естественным наукам МААН. <i>И. А. Рябцев</i> .....                                                                        | 36, 44 |
| <b>Наши поздравления</b>                                                                                                                                                                    |        |
| ООО «Фрониус Украина» — 25 лет в Украине! .....                                                                                                                                             | 39     |
| <b>Страницы истории</b>                                                                                                                                                                     |        |
| Институт электросварки им. Е. О. Патона и государственное<br>планирование развития сварочной науки,<br>техники и производства. Начало пути. <i>А. А. Мазур, В. И. Снежко</i> .....          | 45     |
| <b>Все для сварки. Торговый Ряд</b> .....                                                                                                                                                   | 49     |





|                                                                                                                                                                                                   |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| <b>Новини техніки та технологій</b> .....                                                                                                                                                         | 4      |
| <b>Технології і матеріали</b>                                                                                                                                                                     |        |
| • Зіставлення зварювально-технологічних властивостей дроту Sv-08X20H9Г7Т з її зарубіжними аналогами. <i>В.Д. Позняков, А.А. Гайворонський, В.А. Клапатык, А.М. Денисенко</i> .....                | 6      |
| <b>Технології і устаткування</b>                                                                                                                                                                  |        |
| • Аналіз та перспективи використання сучасних технологій виготовлення обичайок котлів залізничних вагонів-цистерн. <i>В.А. Роянов, П.В. Коросташевський, І.В. Захаров</i> .....                   | 9      |
| <b>Технології післязварної обробки</b>                                                                                                                                                            |        |
| • Лазерна та ударно-лазерна обробка металлоконструкцій після зварювання. <i>Г.І. Лашенко</i> .....                                                                                                | 13     |
| <b>Наші консультації</b> .....                                                                                                                                                                    | 16     |
| <b>Технології ремонтного зварювання</b>                                                                                                                                                           |        |
| • Розвиток поняття «Зварюваність» стосовно ремонтного зварювання базових конструкцій важко навантаженого устаткування. <i>В.І. Паннов, С.В. Кандалов</i> .....                                    | 18     |
| <b>Економіка зварювального виробництва</b>                                                                                                                                                        |        |
| • Впровадження наукових розробок через технологічні парки і малі підприємства. <i>С.В. Пустовойт, Л.Б. Любозна, Н.С. Бровченко, В.С. Петрук, А.А. Солонський</i> .....                            | 22     |
| • Газ МАФ — надійний крок вперед! .....                                                                                                                                                           | 28     |
| <b>Підготовка кадрів</b>                                                                                                                                                                          |        |
| • Тренажер зварювальника для електродугового зварювання ТСДС-06М. ....                                                                                                                            | 29     |
| • Міжнародний конкурс зварювальників «2016 (4th) Beijing «Arc Cup» International Welding Competition» .....                                                                                       | 32     |
| <b>Охорона праці</b>                                                                                                                                                                              |        |
| • Системи менеджменту гігієни та безпеки праці: розслідування інцидентів і аудит. <i>О.Г. Левченко, Ю.О. Полукаров</i> .....                                                                      | 33     |
| <b>Виставки і конференції</b>                                                                                                                                                                     |        |
| • 21 сесія Наукової ради з нових матеріалів при Комітеті з природничих наук МААН. <i>І.О. Рябцев</i> .....                                                                                        | 36, 44 |
| <b>Наші вітання</b>                                                                                                                                                                               |        |
| • ТОВ «Фроніус Україна» — 25 років в Україні! .....                                                                                                                                               | 39     |
| <b>Сторінки історії</b>                                                                                                                                                                           |        |
| • Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона і державне планування розвитку зварювальної науки, техніки та виробництва. Початок шляху. <i>А.А. Мазур, В.І. Снежко</i> .....                       | 45     |
| <b>Все для сварки. Торговий Ряд</b> .....                                                                                                                                                         | 49     |
| <b>CONTENT</b>                                                                                                                                                                                    |        |
| <b>News of technique and technologies</b> .....                                                                                                                                                   | 4      |
| <b>Technologies and materials</b>                                                                                                                                                                 |        |
| • Comparison of welding-technological properties of wire Sv-08X20H9Г7Т with its foreign analogues. <i>V. D. Poznyakov, A. A. Gayvoronskiy, V. A. Klapatyuk, A. M. Denisenko</i> .....             | 6      |
| <b>Technologies and equipment</b>                                                                                                                                                                 |        |
| • Analysis and prospects of use of modern technologies for the manufacture of shell boilers of railway tank wagons. <i>V. A. Royanov, P. V. Korostashevskiy, I. V. Zakharov</i> .....             | 9      |
| <b>Technologies of post welding treatment</b>                                                                                                                                                     |        |
| • Laser and shock-laser post welding treatment of the metal constructions. <i>G. I. Lashenko</i> .....                                                                                            | 13     |
| <b>Our consultations</b> .....                                                                                                                                                                    | 16     |
| <b>Technologies of repair welding</b>                                                                                                                                                             |        |
| • The development of the concept of «Weldability» in relation to the repair welding the basic construction of heavily loaded equipment. <i>V. I. Pannov, S. V. Kandalov</i> .....                 | 18     |
| <b>Economic of welding production</b>                                                                                                                                                             |        |
| • The introduction of scientific innovations through technological parks and small enterprise. <i>S. V. Pustovoyt, L. B. Lyubovnaya, N. S. Brovchenko, V. S. Petruk, A. A. Solonskiy</i> .....    | 22     |
| • Gas MAF — reliable step forward! .....                                                                                                                                                          | 28     |
| <b>Training of personnel</b>                                                                                                                                                                      |        |
| • Simulator welder for electric arc welding TSDS-06M .....                                                                                                                                        | 29     |
| • The international competition of welders «2016 (4th) Beijing «Arc Cup» International Welding Competition» .....                                                                                 | 32     |
| <b>Labour protection</b>                                                                                                                                                                          |        |
| • System of management of occupational health and safety: investigation of incidents and audit. <i>O. G. Levchenko, Yu. A. Polukarov</i> .....                                                    | 33     |
| <b>Exhibitions and conferences</b>                                                                                                                                                                |        |
| • The 21-st session of the Scientific Council on new materials at Committee on natural sciences MAAN. <i>I. A. Ryabtsev</i> .....                                                                 | 36, 44 |
| <b>Congratulations</b>                                                                                                                                                                            |        |
| • LLC «Fronius Ukraine» — 25 years in Ukraine! .....                                                                                                                                              | 39     |
| <b>Page of history</b>                                                                                                                                                                            |        |
| • The E. O. Paton Electric Welding Institute and state planning the development of welding science, technology and production. The beginning of the path. <i>A. A. Mazur, V. I. Snezhko</i> ..... | 45     |
| <b>All for welding. Trading row</b> .....                                                                                                                                                         | 49     |

 Свидетельство о регистрации  
 КВ № 21846-11746 ПР от 22.01.2016

**Учредители** Институт электросварки им. Е. О. Патона НАНУ, Общество с ограниченной ответственностью «Технопарк ИЭС им. Е. О. Патона»

**Издатель** Научно-технический комплекс «ИЭС им. Е. О. Патона» НАНУ

**Информационная поддержка:**


**Главный редактор** В. Д. Позняков

**Зам. главного редактора**
**Редакционная коллегия**
**Редакционный совет**
**Редактор, маркетинг**
**Верстка**
**Адрес редакции**
**Телефон**
**Тел./факс**
**E-mail**
**URL**
**Представительство в Беларуси**
**Представительство в России**

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

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

 О. А. Трофимец  
 В. П. Семенов  
 03150, Киев, ул. Горького, 62Б, 03150, Киев, а/я 337  
 +380 44 200 5361  
 +380 44 200 8014, 200 8018  
 welder.kiev@gmail.com  
 trofimets.welder@gmail.com  
 http://www.welder.stc-paton.com/  
 Минск, УП «Белгазпромдиагностика»  
 А. Г. Стешиц  
 +375 17 210 2448, ф. 205 0868  
 Москва, ООО «Специальные сварочные технологии»  
 В. В. Сипко  
 +7 903 795 18 49  
 e-mail: ctt94@mail.ru

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

Подписано в печать 03.08.2016. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура PetersburgC. Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 5,2. Зак. № 0002631 от 03.08.2016. Тираж 900 экз. Печать: ЧП «ИТЕК СЕРВИС», 2016. Киев, ул. Шахтерская, 9. Тел./ф. (044) 591 1012, 591 1013.

© НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» НАНУ, 2016

**Подписка-2016**  
**на журнал «Сварщик»**  
**в каталоге «Укрпочта»**  
**Подписной индекс**  
**22405**

# **Сопоставление сварочно-технологических свойств проволоки Св-08Х20Н9Г7Т с ее зарубежными аналогами**

*В.Д. Позняков, А.А. Гайворонский, В.А. Клапатюк, А.М. Денисенко*

Проведена сравнительная оценка сварочно-технологических свойств проволоки Св-08Х20Н9Г7Т (ОАО «ИЖСТАЛЬ») и ее зарубежных аналогов, Thermanit X (UTP A63) (Böhler GmbH) и Ok Autrod 16.95 (ESAB AB), при механизированной сварке в среде защитных газов. Показана возможность применения зарубежных аналогов в условиях налаженного технологического процесса при механизированной сварке в смеси газов Ar + CO<sub>2</sub> (82% + 18%) на предприятиях Украины. Для получения качественных сварных соединений изделий необходимо вводить изменения в конструктивное исполнение соединений, уменьшать величину притупления и увеличивать ширину зазора в соединениях в пределах допустимого допуска согласно ГОСТ 14771.

## **Анализ и перспективы использования современных технологий изготовления обечаек котлов железнодорожных вагонов-цистерн**

*В.А. Роянов, П.В. Коросташевский, И.В. Захаров*

Рассмотрены два основных технологических процесса изготовления обечаек котлов железнодорожных вагонов-цистерн с рабочим давлением внутри котла до 1,6 МПа. Проведен анализ этих процессов и перспектив их использования в серийном производстве котлов железнодорожных вагонов-цистерн. Рассмотрены вопросы универсальности специального технологического оборудования для изготовления обечаек котлов различных диаметров из листов различной ширины. Показана актуальность данного вопроса для производства обечаек котлов железнодорожных вагонов-цистерн в современных условиях.

## **Лазерная и ударно-лазерная послесварочная обработка металлоконструкций**

*Г.И. Лащенко*

Описаны возможности лазерного излучения применительно к снижению остаточных напряжений в сварных конструкциях. Рассмотрены технологии лазерной и ударно-лазерной послесварочной обработки металлоизделий, обработки металла с использованием в качестве источника оплавления границ лазерного луча. Приведены схемы процессов, развивающихся в материале под воздействием ударной волны и механического импульса. Исследован метод лазерного упрочнения поверхности (лазерный наклеп), где эффект упрочнения достигается за счет механической энергии в холодном состоянии, производимой ударной волной. Отмечены эффективность лазерного наклепа: при обработке сварных соединений из конструкционных сталей 09Г2С, 12Х18Н10Т; для улучшения усталостных характеристик соединений из алюминиевого сплава А 6061-Т6.

## **Развитие понятия «Свариваемость» применительно к ремонтной сварке базовых конструкций тяжело нагруженного оборудования**

*В.И. Панов, С.В. Кандалов*

Описано понятие «Свариваемость», подразделяющееся на физическую и технологическую. Отмечено, что оно зависит от нескольких переменных: материала, технологического процесса, типа конструкции и функционального назначения. Представлен прогноз физической свариваемости различных металлов между собой, обеспечивающий получение монолитных сварных соединений с химической связью. Технологическая свариваемость описана как характеристика металла, определяющая его реакцию на воздействие сварки и способность образовывать сварное соединение, близкое к основному металлу. Отмечено, что на свариваемость значительное влияние оказывают технологические операции, предшествующие сварке. Рекомендовано при разработке технологических решений ремонтной сварки ориентироваться на данные представленной таблицы.

## **Внедрение научных разработок через технологические парки и малые предприятия**

*С.В. Пустовойт, Л.Б. Любовная, Н.С. Бровченко, В.С. Петрук, А.А. Солонский*

Отмечено, что в условиях усиления конкуренции на мировом рынке повышается важность интеллектуальной составляющей ресурсов предприятий. Показано, что для достижения конкурентных преимуществ ведущим предприятиям необходимо целенаправленное внедрение в производство результатов научно-технической деятельности и увеличение доли интеллектуальных активов. Отмечено, что в Украине технологические парки были успешно действующими структурами в сфере трансфера технологий, одной из целей деятельности которых было внедрение в промышленность научно-технических разработок. Приведены результаты инновационной деятельности Технопарка ИЭС им. Е.О. Платона. Описаны меры по решению проблем коммерциализации результатов научно-технической и реанимации инновационной деятельности технопарков.

# **Зіставлення зварювально-технологічних властивостей дроту Св-08Х20Н9Г7Т з його зарубіжними аналогами**

*В.Д. Позняков, А.А. Гайворонський, В.А. Клапатюк, А.М. Денисенко*

Проведено порівняльну оцінку зварювально-технологічних властивостей дроту Св-08Х20Н9Г7Т (ВАТ «ІЖСТАЛЬ») та його зарубіжних аналогів, Thermanit X (UTP A63) (Böhler GmbH) і Ok Autrod 16.95 (ESAB AB), при механізованому зварюванні в середовищі захисних газів. Показано можливість вживання зарубіжних аналогів в умовах налагодженого технологічного процесу при механізованому зварюванні в суміші газів Ar + CO<sub>2</sub> (82% + 18%) на підприємствах України. Для отримання якісних зварних з'єднань виробів необхідно вводити зміни в конструктивне виконання з'єднань, зменшувати величину притуплення і збільшувати ширину зазору в з'єднаннях у межах допустимого допуску згідно з ГОСТ 14771.

## **Аналіз та перспективи використання сучасних технологій виготовлення обичайок котлів залізничних вагонів-цистерн**

*В.А. Роянов, П.В. Коросташевський, І.В. Захаров*

Розглянуто два основні технологічні процеси виготовлення обичайок котлів залізничних вагонів-цистерн з робочим тиском усередині котла до 1,6 МПа. Проведено аналіз цих процесів і перспектив їх використання в серійному виробництві котлів залізничних вагонів-цистерн. Розглянуто питання універсальності спеціального технологічного устаткування для виготовлення обичайок котлів різних діаметрів з листів різної ширини. Показана актуальність даного питання для виробництва обичайок котлів залізничних вагонів-цистерн в сучасних умовах.

## **Лазерна та ударно-лазерна обробка металлоконструкцій після зварювання**

*Г.І. Лащенко*

Описано можливості лазерного випромінювання стосовно зниження залишкової напруги в зварних конструкціях. Розглянуто технології лазерної та ударно-лазерної обробки металовиробів після зварювання, з використанням в якості джерела опалення меж лазерного променя. Приведено схеми процесів, що розвиваються в матеріалі під впливом ударної хвилі та механічного імпульсу. Досліджено метод лазерного зміцнення поверхні (лазерний наклеп), де ефект зміцнення досягається за рахунок механічної енергії в холодному стані, вироблюваною ударною хвилею. Відмічено ефективність лазерного наклепу: при обробці зварних з'єднань з конструкційних сталей 09Г2С, 12Х18Н10Т; для поліпшення характеристик втомленості з'єднань з алюмінієвого сплаву А 6061-Т6.

## **Розвиток поняття «Зварюваність» стосовно ремонтного зварювання базових конструкцій важко навантаженого устаткування**

*В.І. Панов, С.В. Кандалов*

Описано поняття «Зварюваність», яка підрозділяється на фізичну і технологічну. Відмічено, що вона залежить від декількох змінних: матеріалу, технологічного процесу, типу конструкції і функціонального призначення. Представлено прогноз фізичної зварюваності різних металів між собою, що забезпечує отримання монолітних зварних з'єднань з хімічним зв'язком. Технологічна зварюваність описана як характеристика металу, що визначає його реакцію на дію зварювання і здатність утворити зварне з'єднання, близьке до основного металу. Відмічено, що на зварюваність значний вплив мають технологічні операції, що попередні зварюванню. Рекомендовано при розробці технологічних рішень ремонтного зварювання орієнтуватися на дані представленної таблиці.

## **Впровадження наукових розробок через технологічні парки і малі підприємства**

*С.В. Пустовойт, Л.Б. Любовна, Н.С. Бровченко, В.С. Петрук, А.А. Солонський*

Відмічено, що в умовах посилення конкуренції на світовому ринку підвищується важливість інтелектуальної складової ресурсів підприємств. Показано, що для досягнення конкурентних переваг провідним підприємствам необхідно цілеспрямоване впровадження у виробництво результатів науково-технічної діяльності і збільшення долі інтелектуальних активів. Відмічено, що в Україні технологічні парки були структурами, що успішно діяли у сфері трансферу технологій, однією з цілей діяльності яких було прискорення впровадження у промисловість науково-технічних розробок. Приведено результати інноваційної діяльності Технопарку ІЕЗ ім. Е.О. Платона. Описано заходи із вирішення проблем комерціалізації результатів науково-технічної та реанімації інноваційної діяльності технопарків.

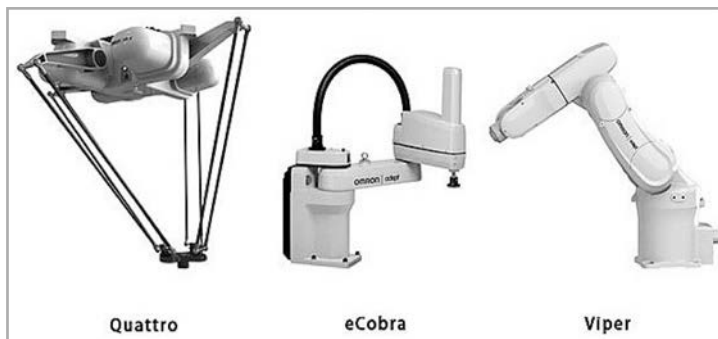


## OMRON представила новую серию промышленных роботов

OMRON Corporation запускает новую серию промышленных роботов в 39 странах мира. Эта серия включает в себя 49 лучших в своем классе роботов, разработанных компанией OMRON Adept Technologies, Inc (Киото, Япония). Они объединены с серией запатентованных датчиков Omron, компонентами безопасности и контроллерами автоматизации машинной работы NX/NJ, что упрощает внедрение роботов в производство.

Уникальное сочетание программного обеспечения Omron и архитектуры управления решает проблемы автоматизации завода для производства разнообразного ассортимента продукции с коротким жизненным циклом, требующего быстрой переналадки производственной линии. Общие средства управления, интегрированная архитектура программного обеспечения для любых задач удовлетворяют текущие и будущие потребности клиентов путем упрощения процесса проектирования, гибкой работы и предсказуемого обслуживания. Эта серия роботов идеально подходит для таких отраслей, как производство продуктов питания и напитков, автомобильной промышленности и высоких технологий.

Все это демонстрирует постоянное внимание OMRON к инновационным решениям, которые способствуют развитию производства и повышению производительности за счет интеграции роботов с возможностями зондирования, управления движениями и безопасностью.



### Ключевые особенности роботов.

Выпуск 3-х семейств роботов SCARA, Delta и Articulated обеспечивают высокую производительность и надежность механической части моделей OMRON. Все роботы могут управляться единым интегрированным ПО, что позволяет гибко использовать их в соответствии с требуемыми приложениями. Обеспечивая комплексную связь с контрольными продуктами (PLC) серии OMRON легко связывают всех роботов с окружающей средой под управлением платформы автоматизации Sysmac. Такой подход улучшает общую пропускную способность самых сложных производственных линий с традиционными ограничениями при использовании обычных роботов. Интегрированное программное обеспечение облегчает проектирование и разработку. «Автоматизация управления окружающей среды» (ACE) содержит полезные прикладные инструменты, которые значительно минимизируют количество программных кодов. Пользователи имеют доступ к мощному 3D инструменту эмуляции, что значительно сокращает время проверки автоматизированных процессов. Роботы с технологиями видения полностью поддерживаются системой ACE PacXpert для упаковочных линий.

<http://www.robotics.ua/>

● #1593

## Сварочные инверторы KENDE

Линейка сварочных инверторов торговой марки KENDE (Китай, Тайчжоу) пополнилась двумя новыми моделями — IN-265 и IN-285. Это современные надежные и функциональные устройства изготовленные в соответствии с самыми последними технологиями. Их основные различия заключаются в режимах мощности и диапазоне сварочного тока, в остальном обе модели идентичны.

Инверторы предназначены для ручной дуговой сварки на постоянном токе в режиме MMA покрытыми электродами диаметром 1,6–5 мм. Работают от сети 220 В и обладают полным функциональным набором (Anti Stick, Arc Forcing и Hot Start), необходимым для качественной работы.

Внутренняя печатная плата изделий имеет защитное покрытие, которое противостоит воздействию влаги и пыли. Блок питания нового поколения позволяет бесперебойно работать при «проседании» напряжения и его сильных перепадах (110–240 В). Стоит также отметить наличие цифрового дисплея, встроенную защиту от перегрузок и принудительную систему воздушного охлаждения.

Вес сварочных инверторов не превышает 5 кг, что позволяет проводить сварку в самых разных местах — от ремонта крыш до работы в узких тоннелях и труднодоступных местах.



<http://www.stroyteh.ua/>

● #1594

## ОЗСО ИЭС им. Е.О. Патона стал членом Европейской Бизнес Ассоциации

Опытный завод сварочного оборудования (ОЗСО) Института электросварки им. Е.О. Патона, национальный лидер производства сварочного оборудования и материалов, был принят в члены Европейской Бизнес Ассоциации на заседании правления, прошедшем 11 июля 2016 г.

ОЗСО развивает бизнес пространство производственной сферы Украины, ориентируясь на европейские ценности и учитывая возможности использования накопленного опыта

в области сварочного производства, на благо экономики страны в целом.

Будучи частью одного из самых масштабных сообществ бизнеса, ОЗСО сможет не только реализовать собственные планы, но и способствовать налаживанию партнерских отношений с лучшими международными и украинскими компаниями, достойно представляя научно-производственный потенциал Украины в Европейском сообществе.

● #1595

## ОЗСО ИЭС им. Е. О. Патона наращивает объем поставок сварочного оборудования в Европу

География экспорта продукции завода ОЗСО очень широка: Беларусь, Грузия, Молдова, Россия, Казахстан, Азербайджан, Польша, Чехия, ОАЭ, Мьянма, Экваториальная Гвинея и др.

В Грузии продается больше сотни аппаратов в месяц, налажена работа сервисного центра, ведутся переговоры про обеспечение через дистрибьюторскую сеть Грузии продукцией марки «ПАТОН» — Армении и Азербайджана.

В апреле 2016 г. произведена поставка сварочных инвер-



торов ВДИ-160Е в Польшу для дистрибьюторской компании, планирующей представлять оборудование «ПАТОН» на рынках Европы, включая Чехию, Литву, Латвию, Молдову и другие страны.

<http://www.paton.ua/>

● #1596

## Сварочный инвертор «Днепровелдинг» ВДИ-280Р АС/DC

Современный сварочный аппарат инверторного типа «Днепровелдинг» ВДИ-280Р АС/DC предназначен для высококачественной сварки в среде аргона на постоянном, переменном и комбинированном токе в режиме TIG всех цветных металлов, включая алюминий и его сплавы, а также сварки штучными электродами в режиме MMA.

Основные его функции — сварка в среде аргона бесконтактным высокочастотным поджигом, широкие пределы регулирования тока (3–280 А). Инвертор имеет раздельное регулирование всех парамет-

### Основные характеристики ВДИ-280Р АС/DC:

|                                                       |              |
|-------------------------------------------------------|--------------|
| Напряжение питания, частота питающей сети, В/Гц       | 220/50 ± 15% |
| Диапазон регулирования сварочного тока, А             | 3–280        |
| Максимальный сварочный ток, А                         | 280          |
| Рабочее напряжение при максимальном сварочном токе, В | 31           |
| ПВ при максимальном сварочном токе, не менее, %       | 60           |
| Сварочный ток при ПВ = 100%, не менее, А              | 200          |
| Напряжение холостого хода, не более, В                | 15           |
| Рабочее напряжение холостого хода, не более, В        | 95           |
| Максимальная мощность, не более, кВт                  | 9,6          |
| КПД, не менее, %                                      | 85           |
| Габариты (ширина x длина x высота), мм                | 290x410x302  |
| Масса, не более, кг                                   | 12,5         |
| Класс защиты / степень защиты                         | 1 / IP31     |



ров процесса сварки: предпродувка газа, прогревочный ток, время прогревочного тока, время нарастания тока, установленный ток сварки, время спада тока, время окончания сварки, ток окончания сварки, время после обдувки. Есть режимы импульсно-дуговой и комбинированной сварки, выбор управления сварки TIG 2Т, 4Т или с педали, логическое управление.

В режиме ручной дуговой сварки (MMA) — регулируются величины поджига (Hot start) и форсаж (Force). Во всех режимах работает функция снижения напряжения холостого хода до безопасного значения 15 В.

<http://www.reostat.com.ua/>

● #1597

# Сопоставление сварочно-технологических свойств проволоки Св-08Х20Н9Г7Т с ее зарубежными аналогами

**В. Д. Позняков**, чл.-кор. НАНУ, **А. А. Гайворонский**, д.т.н., **А. В. Клапатюк**, **А. М. Денисенко**, ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ (Киев)

*Проведена сравнительная оценка сварочно-технологических свойств проволоки Св-08Х20Н9Г7Т (ОАО «ИЖСТАЛЬ») и ее зарубежных аналогов, Thermanit X (UTP A63) (Böhler GmbH) и Ok Autrod 16.95 (ESAB AB), при механизированной сварке в среде защитных газов. Показана возможность применения зарубежных аналогов в условиях налаженного технологического процесса при сварке в смеси газов  $Ar + CO_2$  (82% + 18%) на предприятиях Украины.*

При изготовлении ответственных изделий из специальных сталей в различных отраслях промышленности применяется механизированная сварка высоколегированными материалами. Использование последних позволяет качественно сваривать изделия, к которым при эксплуатации предъявляются повышенные требования по обеспечению коррозионной стойкости и жаропрочности. Одним из таких сварочных материалов, нашедших широкое применение на предприятиях Украины, является проволока сплошного сечения марки Св-08Х20Н9Г7Т (ГОСТ 2246). Она отличается высокими сварочно-технологическими свойствами как при автоматической сварке под слоем флюса, так и при механизированной сварке в среде углекислого газа и смеси газов на основе аргона. Проволоку Св-08Х20Н9Г7Т применяют при сварке изделий из высокопрочных среднеуглеродистых легированных сталей. Обусловлено это тем, что в случае использования при сварке последних низколегированных материалов, в соединениях образуются холодные трещины. Чтобы исключить возможность их образования, соединения перед сваркой подогревают до температуры 200–300 °С. Эта операция усложняет технологический процесс, а в некоторых случаях является трудно реализуемой. При использовании для сварки высокопрочных среднеуглеродистых легированных сталей проволоки марки Св-08Х20Н9Г7Т риск образования холодных трещин резко снижается. Она все более широко используется при сварке склонных к образованию холодных трещин высокопрочных сталей, в особенности при изготовлении соединений, к которым не предъявляются требования равнопрочности.

Следует отметить, что в настоящее время проволока Св-08Х20Н9Г7Т в Украине не выпускается, а ее поставки из РФ прекращены из-за двойного назначения данного сварочного материала. Поэтому возникает необходимость либо в организации изготовления данной проволоки на предприятиях Украины, либо в ее замене на зарубежные аналоги. К зарубежным аналогам проволоки Св-08Х20Н9Г7Т можно отнести проволоки марки Thermanit X (UTP A63)

фирмы Böhler (Австрия) и марки Ok Autrod 16.95 фирмы ESAB (Швеция). По содержанию основных легирующих элементов, таких как кремний, марганец, хром и никель эти проволоки сопоставимы с проволокой Св-08Х20Н9Г7Т. Однако в их составе отсутствует титан. В связи с этим предприятия-изготовители проволок Thermanit X (UTP A63) и Ok Autrod 16.95 рекомендуют применять их без ограничений при сварке под слоем флюса, а для сварки в смеси защитных газов использовать защитную смесь, состоящую из 98%  $Ar$  и + 2%  $CO_2$ . В отечественном же производстве при механизированной сварке в качестве защитной среды наиболее широко используется углекислый газ или смесь газов  $Ar + CO_2$  (82% + 18%). Поэтому возникла необходимость в проверке сварочно-технологических свойств и оценке возможности применения указанных сварочных материалов в условиях налаженного на предприятиях Украины технологического процесса.

Для сравнительных исследований были выбраны проволоки марки Св-08Х20Н9Г7Т (ОАО «ИЖСТАЛЬ»), Thermanit X (UTP A63) (Böhler GmbH) и Ok Autrod 16.95 (ESAB AB) диаметром 1,2 мм. Их химический состав приведен в табл. 1. Следует отметить, что проволока Св-08Х20Н9Г7Т подвергалась электрохимическому травлению, а поверхности проволок Thermanit X (UTP A63) и Ok Autrod 16.95 полировали после травления.

На первом этапе работы исследования проводились в соответствии с методикой, по которой оценивали производительность процесса сварки ( $Q$ , г/с) и коэффициент потерь ( $\Psi$ , %) при сварке разными материалами. Пластины очищали от окалины, следов ржавчины и загрязнений, определяли ее вес ( $M_{01}$ ) и вес проволоки ( $M_{пр1}$ ) до наплавки с точностью до 0,1 г. С целью обеспечения стабильности режимов и вылета электрода (24 мм) наплавку выполняли на автомате типа А-1416. После наплавки пластину очи-



щали от брызг, определяли вес образца с наплавленным металлом ( $M_{02}$ ) и остатка проволоки ( $M_{ПР2}$ ). На основании полученных данных рассчитывали производительность процесса сварки и коэффициент потерь по формулам:

$$Q = (M_{02} - M_{01}) / t, \text{ г/с} \quad (1)$$

где,  $t$  — время наплавки, которое составляло примерно 48 с (наплавка валика длиной ~ 200 мм с постоянной скоростью 15 м/ч).

$$\Psi = \frac{(M_{ПР1} - M_{ПР2}) - (M_{02} - M_{01})}{(M_{ПР1} - M_{ПР2})} \times 100, \% \quad (2)$$

Учитывая, что сварку проволокой Св-08Х20Н9Г7Т Ø1,2 мм в среде защитных газов на предприятиях выполняют преимущественно на токах от 140 А до 220 А, для оценки сварочно-технологических свойств были приняты следующие режимы наплавки:

- пониженный —  $I_{св} = 140-160$  А,  
 $U_d = 22-24$  В;
- средний (оптимальный) —  $I_{св} = 160-180$  А,  
 $U_d = 26-27$  В;
- повышенный —  $I_{св} = 200-220$  А,  
 $U_d = 28-30$  В.

Скорость наплавки во всех случаях оставалась неизменной и равнялась  $V_{св} = 15$  м/ч. Для сравнения наплавку выполняли в среде углекислого газа и в смеси газов  $Ar + CO_2$  (82% + 18%). Технологические пластины размером 250×80×10 мм для наплавки изготавливали из высокопрочной стали типа 30Х2Н2М. На каждом из режимов было наплавлено по три образца. Общий вид образцов, наплавленных сравниваемыми проволоками на среднем (оптимальном) режиме, представлен на *рис. 1*. Обобщенные результаты исследований приведены в *табл. 2*.

Как видно из *табл. 2*, показатели производительности процесса, выполненные сравниваемыми сварочными материалами в смеси

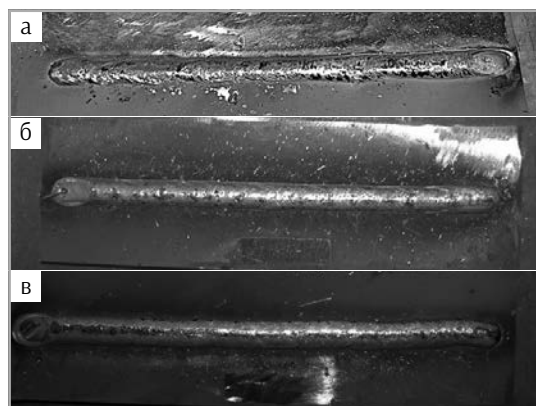


Рис. 1. Образцы с наплавкой, выполненной в смеси газов  $Ar + CO_2$  (82% + 18%) на оптимальном режиме: а — Св-08Х20Н9Г7Т; б — Thermanit X (UTP A63); в — OK Autrod 16.95

газов, достаточно близки и находятся в диапазоне 0,57–0,65 г/с при сварке на пониженном режиме, 0,85–0,97 г/с при сварке на среднем (оптимальном) режиме и 1,0–1,1 г/с при сварке на повышенном режиме. При этом есть существенная разница по показателю потерь расплавленного электродного металла на разбрызгивание в зависимости от режима сварки. При сварке проволокой Св-08Х20Н9Г7Т на пониженном режиме потери наименьшие ( $\Psi = 7\%$ ). При аналогичных условиях сварки проволоками Thermanit X (UTP A63) и OK Autrod 16.95 потери расплавленного электродного металла на разбрызгивание выше и составляют соответственно 10% и 10,7%. Следует отметить, что при сварке в смеси газов  $Ar + CO_2$  (82% + 18%) проволокой Св-08Х20Н9Г7Т горение дуги более стабильное, чем при сварке проволоками Thermanit X (UTP A63) и OK Autrod 16.95. По-видимому, это связано с наличием в проволоке Св-08Х20Н9Г7Т титана, который стабилизирует термодинамические процессы плавления электродного металла.

При увеличении сварочного тока от 140 А до 220 А производительность процесса сварки для всех проволок повышается до 1,0–1,1 г/с. При этом, при сварке проволокой Св-08Х20Н9Г7Т размер каплей электродного металла увеличивается и коэффициент потерь расплавленного металла на разбрызгивание повышается до 9%. В то же время, при сварке проволоками Thermanit X (UTP A63) и OK Autrod 16.95 при аналогичных условиях процесс сварки стабилизируется, и потери расплавленного электродного металла на разбрызгивание снижаются соответственно до 7,7% и до 8,1%. Это, вероятнее всего, связано с состоянием

Таблица 1. Химический состав сварочных материалов

| Сварочный материал   | Массовая доля элементов, % |      |      |       |      |       |      |       |       |
|----------------------|----------------------------|------|------|-------|------|-------|------|-------|-------|
|                      | C                          | Si   | Mn   | Cr    | Ni   | Mo    | Ti   | S     | P     |
| Св-08Х20Н9Г7Т        | 0,09                       | 0,63 | 5,70 | 19,62 | 9,59 | 0,15  | 0,75 | 0,012 | 0,020 |
| Thermanit X(UTP A63) | 0,07                       | 0,80 | 6,90 | 18,8  | 9,0  | ≤0,10 | —    | 0,009 | 0,016 |
| OK Autrod 16.95      | 0,07                       | 0,90 | 6,90 | 17,9  | 8,5  | 0,20  | —    | 0,010 | 0,020 |

Таблица 2. Производительность процесса сварки ( $Q$ , г/с) и коэффициент потерь ( $\Psi$ , %) при сварке сравниваемыми сварочными материалами

| Марка проволоки       | Защитная среда | Режимы сварки |       | Показатели свойств |            |
|-----------------------|----------------|---------------|-------|--------------------|------------|
|                       |                | I, А          | U, В  | Q, г/сек           | $\Psi$ , % |
| Св-08Х20Н9Г7Т         | $Ar+CO_2$      | 140–160       | 22–24 | 0,6                | 7          |
|                       |                | 160–180       | 26–27 | 0,91               | 8,7        |
|                       |                | 200–220       | 28–30 | 1,1                | 9          |
|                       | $CO_2$         | 140–160       | 22–24 | 0,87               | 9,25       |
|                       |                | 160–180       | 26–27 | 0,97               | 9          |
|                       |                | 200–220       | 28–30 | 1,15               | 8,7        |
| Thermanit X (UTP A63) | $Ar+CO_2$      | 140–160       | 22–24 | 0,61               | 10         |
|                       |                | 160–180       | 26–27 | 0,97               | 9,1        |
|                       |                | 200–220       | 28–30 | 1,0                | 7,7        |
|                       | $CO_2$         | 140–160       | 22–24 | 0,57               | 12,3       |
|                       |                | 160–180       | 26–27 | 0,71               | 9          |
|                       |                | 200–220       | 28–30 | 0,99               | 8,3        |
| OK Autrod 16.95       | $Ar+CO_2$      | 140–160       | 22–24 | 0,65               | 10,7       |
|                       |                | 160–180       | 26–27 | 0,85               | 8,3        |
|                       |                | 200–220       | 28–30 | 1,0                | 8,1        |

поверхности проволоки. Проволоки Thermanit X (УТР А63) и ОК Autrod 16.95, в отличие от Св-08Х20Н9Г7Т, кроме электрохимического травления поверхности, проходят процедуру полировки, что положительно сказывается на качестве контакта в наконечнике мундштука. Можно допустить, что если бы проволока Св-08Х20Н9Г7Т также была полирована, то потери расплавленного электродного металла на разбрызгивание были бы в 1,5 раза ниже.

При сварке в смеси газов всеми сравниваемыми проволоками на поверхности шва образуется небольшой налет шлака, который легко удаляется щеткой.

При механизированной сварке проволокой Thermanit X (УТР А63) в среде углекислого газа на пониженном режиме коэффициент потерь расплавленного металла на разбрызгивание возрастает до 12,3%. Отмечается нестабильность процесса горения дуги и повышенное разбрызгивание расплавленного электродного металла. С увеличением тока до 220 А процесс несколько стабилизируется, показатели производительности процесса и потерь приближаются к таким, как и при сварке проволокой Св-08Х20Н9Г7Т. Но отличимость шлаковой корки существенно отличается: при сварке проволокой Св-08Х20Н9Г7Т шлаковая корка отделяется самопроизвольно, а при сварке проволокой Thermanit X (УТР А63) шлаковая корка сама не отделяется и требуется тщательная механическая очистка валика.

Проведенные исследования показали, что механизированную сварку изделий на отечественных предприятиях проволоками Thermanit X (УТР А63) и ОК Autrod 16.95 необходимо выполнять только в смеси газов, допускается применение смеси  $Ar + CO_2$  в соотношении 82% + 18%. Сварку рекомендуется выполнять на токах не ниже 160 А.

При наплавке образцов визуально оценивали качество формирования шва. Установлено, что при всех вариантах сварки формирование поверхности швов характеризуется как литое мелкочешуйчатое. При этом, при сварке проволокой Св-08Х20Н9Г7Т формируется шов с более плавными переходами к основному металлу.

На *втором этапе работы* оценивали влияние режимов сварочного процесса на геометрические параметры швов

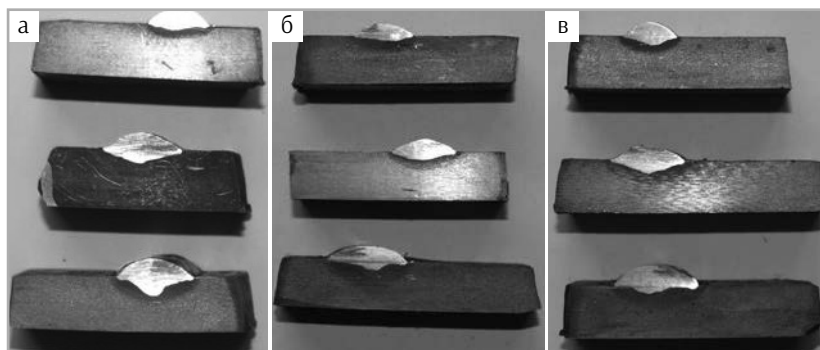


Рис. 2. Макрошлифы образцов с наплавкой, выполненные механизированной сваркой в смеси газов  $Ar + CO_2$  (82% + 18%): а – Св-08Х20Н9Г7Т; б – Thermanit X (УТР А63); в – ОК Autrod 16.95.

при применении различных проволок. Это особенно важно при выборе конструктивного исполнения соединений и режимов сварки, которые бы обеспечили их гарантированный провар и высокое качество. Для этого изготавливали макрошлифы из центральной части каждого образца с наплавкой и измеряли геометрические размеры швов – ширину шва (В), усиление шва (Н) и глубину проплавления (h). Типичные макрошлифы образцов с наплавками, выполненными в смеси газов, приведены на *рис. 2*. Последовательность расположения макрошлифов на рисунке сверху вниз – от пониженного (верхний шлиф) до повышенного режима (нижний шлиф). Обобщенные результаты измерений геометрии швов приведены в *табл. 3*.

Проведенные измерения показали, что глубина проплавления при механизированной сварке проволокой Св-08Х20Н9Г7Т на среднем (оптимальном) и повышенном режимах в 1,7–2,1 раза больше, чем при сварке проволоками Thermanit X (УТР А63) и ОК Autrod 16.95. Это говорит о том, что при сварке типовых соединений изделий, которые согласно отечественной нормативной документации выполняются с полным проваром, будут трудности.

Для получения качественных сварных соединений изделий, выполненных механизированным способом сварки в смеси газов  $Ar + CO_2$  (82% + 18%) проволоками Thermanit X (УТР А63) и ОК Autrod 16.95, в условиях налаженного технологического процесса на предприятиях Украины необходимо вводить изменения в конструктивное исполнение соединений. В частности, надо уменьшать величину притупления и увеличивать ширину зазора в соединениях в пределах допустимого допуска согласно ГОСТ 14771.

Таблица 3. Влияние способа и режима сварки на геометрию шва

| Марка проволоки       | Защитная среда | Режимы сварки |       | Параметры шва |       |       |
|-----------------------|----------------|---------------|-------|---------------|-------|-------|
|                       |                | I, А          | U, В  | B, мм         | H, мм | h, мм |
| Св-08Х20Н9Г7Т         | $Ar+CO_2$      | 140–160       | 22–24 | 10,6          | 3,2   | 1,5   |
|                       |                | 160–180       | 26–27 | 13,0          | 2,8   | 2,2   |
|                       |                | 200–220       | 28–30 | 13,5          | 3,2   | 3,3   |
| Thermanit X (УТР А63) | $Ar+CO_2$      | 140–160       | 22–24 | 11,2          | 2,1   | 1,4   |
|                       |                | 160–180       | 26–27 | 12,5          | 2,5   | 1,4   |
|                       |                | 200–220       | 28–30 | 15,2          | 2,9   | 1,7   |
| ОК Autrod 16.95       | $Ar+CO_2$      | 140–160       | 22–24 | 10,7          | 2,7   | 1,5   |
|                       |                | 160–180       | 26–27 | 13,4          | 2,6   | 1,8   |
|                       |                | 200–220       | 28–30 | 14,5          | 3,2   | 1,9   |

# Анализ и перспективы использования современных технологий изготовления обечаек котлов железнодорожных вагонов-цистерн

В. А. Роянов, П. В. Коросташевский, И. В. Захарова, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет» МОН Украины (Мариуполь)

*В настоящее время изготовление обечаек котлов железнодорожных вагонов-цистерн для перевозки продуктов с рабочим давлением внутри котла до 1,6 МПа производится по двум основным технологическим процессам. Первый — сборка и автоматическая сварка листовых полотнищ из нескольких листов, вальцовка из полотнищ обечаек с последующей сборкой и автоматической сваркой замыкающего стыка. Второй включает в себя вальцовку отдельных листов, получение коротких обечаек (царг) путем сборки и автоматической сварки их замыкающих стыков, последующую сборку и автоматическую сварку полной обечайки котла. Оба технологических процесса используются при различных типах производства, в первую очередь — в зависимости от имеющегося на вагоностроительных предприятиях специального технологического оборудования. Целью настоящей работы является анализ упомянутых технологических процессов и перспектив их использования в мелкосерийном, серийном и крупносерийном производстве котлов железнодорожных вагонов-цистерн. В статье рассмотрены вопросы универсальности специального технологического оборудования для изготовления обечаек котлов различных диаметров из листов различной ширины. Показана актуальность данного вопроса для производства обечаек котлов железнодорожных вагонов-цистерн в современных условиях.*

С 1958 г. на Ждановском заводе тяжелого машиностроения (ЖЗТМ, в настоящее время — ПАО «Азовмаш»), впервые была внедрена, разработанная сотрудниками ИЭС им. Е. О. Патона, технология изготовления обечаек котлов железнодорожных вагонов-цистерн для перевозки различных продуктов с рабочим давлением до 1,6 МПа (в первую очередь — светлых нефтепродуктов) из сварных полотнищ. Полотнища после сборки встык из отдельных листов толщиной до 12 мм сваривали двусторонней автоматической сваркой под слоем флюса на специальной поточно-механизированной линии, при этом сварные швы располагались параллельно продольной оси обечайки [1]. Практически без принципиальных изменений эта технология используется в производстве цистерн до настоящего времени [2, 3].

В конце 90-х годов прошлого века в условиях конкуренции на рынке железнодорожных вагонов-цистерн, потребовалась альтернативная технология для изготовления обечаек, использующая более доступное и менее дорогое оборудование. Для этих целей применили технологию изготов-

ления обечаек котлов с рабочим давлением свыше 1,6 МПа из коротких обечаек (листовых царг), свариваемых в штатную обечайку требуемых размеров, и изменили конструкцию обечайки, сохранив ее диаметр и длину.

Одновременно встал вопрос о создании универсального специального технологического оборудования и модернизации существующего с целью обеспечения возможности изготовления на нем обечаек заданных размеров из листов изменяющейся ширины без потери общей производительности [4, 5].

Целью настоящей работы является анализ современных технологий изготовления обечаек котлов железнодорожных вагонов-цистерн, применяемого при этом специального технологического оборудования и определение направлений их перспективного использования.

Схема сварной обечайки (внутренний диаметр  $D = 3,2$  м, длина  $L = 9,45$  м) котла одной из модификаций железнодорожных вагонов-цистерн для перевозки светлых нефтепродуктов, изготавливаемой из листового полотнища, представлена на *рис. 1*, а ее развертки — сваренного листового полотнища (размерами  $9,45 \times 10,077$  м из 5-ти листов 3-х толщин) — на *рис. 2*. Технологический процесс ее изготовления осуществляется по схеме указанной на *рис. 3*. На стенде сборки полотнищ поточно-механизированной линии листы укладываются и собираются между собой кромками встык при помощи электродуговой сварки. Собранное полотнище передается на стенд сварки первой стороны, где собранные сварные стыки свариваются автоматической сваркой под слоем флюса (или в среде защитных газов). После сварки первой стороны полотнище передается в кантователь, кантуется на  $180^\circ$  и подается на стенд сварки второй стороны, где стыки свариваются с противоположной стороны. Полностью сваренное полотнище вальцует-

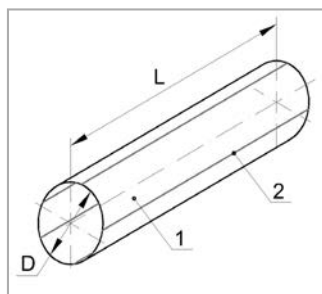


Рис. 1. Схема сварной обечайки котла железнодорожной вагонцистерны, сваренной из листового полотна: 1 – лист; 2 – продольный сварной шов; D – внутренний диаметр обечайки; L – длина обечайки (длина продольного сварного шва)

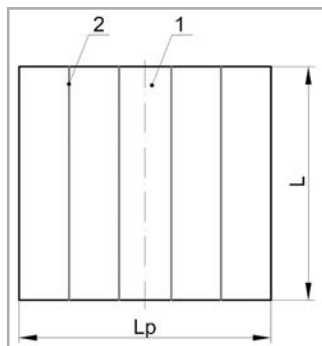


Рис. 2. Схема развертки обечайки (листового полотна): 1 – лист; 2 – сварной шов; L – ширина полотна (длина обечайки); Lp – длина полотна (длина развертки обечайки)

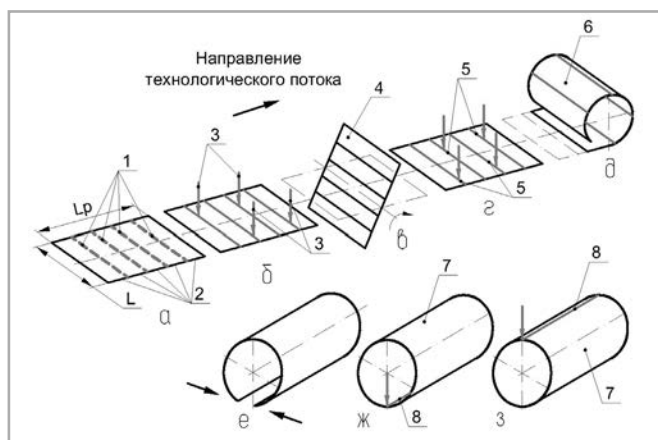


Рис. 3. Схема технологического процесса изготовления обечайки из листового полотна: а – сборка полотна; б – автоматическая сварка первой стороны полотна; в – кантовка полотна на 180°; г – автоматическая сварка второй стороны; д – вальцовка обечайки; е – сборка замыкающего стыка обечайки; ж – автоматическая сварка внутреннего шва замыкающего стыка обечайки; з – автоматическая сварка наружного шва замыкающего стыка обечайки; 1 – сборочные сварные швы; 2 – листы полотна; 3 – сварочные автоматы; 4 – полотно в процессе кантовки; 5 – сварные швы полотна; 6 – полотно в процессе вальцовки; 7 – обечайка; 8 – замыкающий стык обечайки

ся в обечайку, после чего обечайка передается на стенд сборки замыкающего стыка. Последний сваривается автоматической сваркой вначале внутри, а затем снаружи обечайки. Обечайка калибруется в вальцах и передается на сборку с днищами котла. Для изготовления листовых полотен обечаек по этой технологии используются специальные поточно-механизированные линии сборки и сварки полотен (в ПАО «Азовмаш» их три). Каждая линия включает специализированные стенды сборки и сварки полотен из отдельных листов и кантователь. Все стенды линии оснащены системой транспортировки полотен: роликовым полем и специальными транспортирующими устройствами [2, 3]. Завершают каждую линию гибочные вальцы с длиной валков равной 10,0 м. На специализированных стендах осуществляется сборка и двусторонняя автоматическая сварка замыкающего стыка обечайки.

Схема сварной обечайки (внутренний диаметр  $D = 3,2$  м, длина  $L = 9,45$  м), изготавливаемой из 4-х царг, представлена на рис. 4, а схема условной развертки такой обечайки (условной совместной развертки царг) – на рис. 5. Такая обечайка при неизменности габаритных размеров отличается типом, расположением, количеством, длиной сварных швов и толщинами листов (частично), составляющих царги. Царги между собой соединяют кольцевыми швами (длиной до 10,0 м) в плоскостях, перпендикулярных продольной оси обечайки, а короткими (по ширине листов) продольными швами замыкают стыки царг и стыки, соединяющие листы в развертках царг (при использовании листов 2-х толщин развертку изготавливают из 2-х частей, 3-х толщин – из трех частей). Схематически технологический процесс изготовления такой обечайки представлен на рис. 6. При этом, каждая царга вальцуется из отдельного (цельного или сваренного двусторонней автоматической сваркой из 2-х – 3-х частей разных толщин) листа, собирается замыкающий стык и сваривается таким же образом с внутренней и с наружной сторон. Для реализации технологии изготовления таких обечаек из царг в качестве специального технологического оборудования используются стенды автоматической сварки листов, вальцы с валками длиной 3,0–4,0 м, стенд сборки замыкающего стыка, стенд автоматической сварки внутреннего и наружного шва замыкающего стыка царги, стенд сборки обечайки из царг и стенды автоматической сварки внутренних и наружных кольцевых швов обечайки. Начиная со стенда сборки обечайки, оборудование может быть включено в состав специализированных поточно-механизированных линий.

Анализ обоих технологических процессов изготовления обечаек одинаковых размеров и массы показывает следующее.

1. Конструктивно общая длина сварных швов обечаек из коротких царг из листовых полотен на 11,4 м (или 24%) меньше общей длины сварных швов обечаек. Это увеличивает трудоемкость производства и себестоимость вагонцистерны при изготовлении обечаек из царг. Уменьшить эту разницу до 4% можно путем изготовления разверток царг из 2-х частей используя листы 2-х толщин, но при этом масса такой обечайки (и вагона-цистерны) возрастет на величину до 300 кг. Такое увеличение массы вагонцистерны не только увеличит его себестоимость, перекрыв экономию от уменьшения длины сварных швов, но и может повлиять на его конкурентоспособность. Все же этот технологический процесс требует значительно меньших затрат на специальное технологическое оборудование, что



снижает себестоимость из-за уменьшения амортизационных отчислений.

2. Специальное технологическое оборудование для изготовления обечаек из листовых полотнищ, включая кантователь полотнищ и гибочные вальцы с длиной бочки валков 10,0 м в 2,5–3,0 раза тяжелее и дороже оборудования для изготовления обечаек из царг. Однако линии изготовления полотнищ производительнее комплексов оборудования изготовления обечаек из коротких царг за счет возможности первых осуществлять сварку одновременно всех швов. В зависимости от выпуска изделий, стоимость комплексов линий полотнищ с учетом амортизационных отчислений существенно влияет на себестоимость вагонов-цистерн: изначально значительные, они снижаются пропорционально увеличению выпуска обечаек.

3. Оба технологических процесса достаточно универсальны и позволяют изготавливать при помощи автоматической сварки обечайки железнодорожных вагонов-цистерн всех диаметров из листов различных толщин и материалов. Однако выпуск обечаек напрямую зависит от производительности оборудования. При одинаковой скорости сварки производительность оборудования пропорциональна возможности одновременной сварки максимального количества сварных швов при изготовлении обечаек из полотнищ или царг из листов различной ширины.

Технология изготовления обечаек из сварных листовых полотнищ перспективна для предприятий, уже имеющих соответствующие поточно-механизированные линии сборки и сварки листовых полотнищ с кантователем, гибочными вальцами с валками длиной 10,0 м и иным оборудованием. Такие линии после их соответствующей реконструкции (требующей на порядок меньше затрат, чем строительство новых) обеспечат требуемый выпуск продукции с нормальной рентабельностью изделий при любом типе производства. Важнейшими направлениями реконструкции линий сборки и сварки являются доведение их универсальности и производительности до максимального уровня, а именно — возможности сваривать одновременно максимальное количество (не менее двух) сварных стыков полотнищ из листов различной ширины и осуществлять транспортировку по линии и кантовку полотнищ различных габаритных размеров. Вопросы создания такого специального технологического оборудования и его использования освещены в работах: [6] — конструирования высокопроизводительных универсальных стандов сварки листовых полотнищ, [7] — основные стороны устройства универсальных кантователей полотнищ, [8] — принципы создания универ-

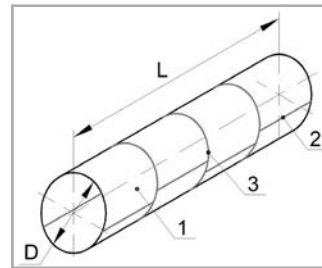


Рис. 4. Схема сварной обечайки котла железнодорожной вагоноцистерны, сваренной из царг (коротких обечаек): 1 — царга; 2 — продольный сварной шов царги; 3 — кольцевой сварной шов обечайки; D — внутренний диаметр обечайки; L — длина обечайки

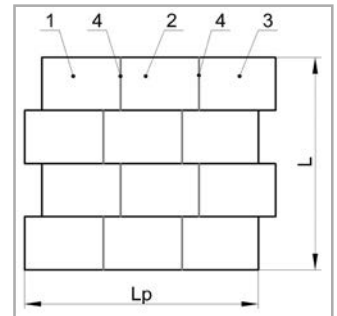


Рис. 5. Схема условной развертки обечайки, свариваемой из царг: 1, 2 и 3 — листы составной развертки царги; 4 — продольный сварной шов царги; L<sub>p</sub> — длина развертки царги; L — длина обечайки

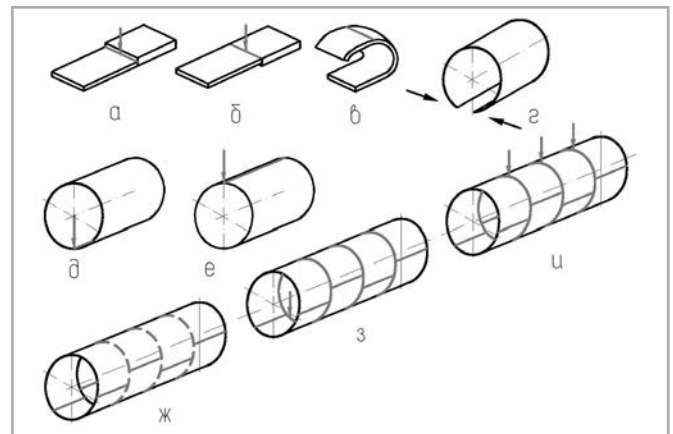


Рис. 6. Схема технологического процесса изготовления обечайки из 4-х царг: а — сборка и автоматическая сварка первой стороны развертки царги из 2-х частей; б — автоматическая сварка второй стороны развертки царги; в — вальцовка царги; г — сборка замыкающего стыка царги; д — автоматическая сварка внутреннего шва замыкающего стыка царги; е — автоматическая сварка наружного шва замыкающего стыка царги; ж — сборка обечайки из 4-х царг; з — сварка внутренних кольцевых швов обечайки; и — сварка наружных кольцевых швов обечайки

сальных транспортирующих устройств поточно-механизированных линий сборки сварки полотнищ. В работе [9] рассмотрен технологический процесс и оборудование для сварки листовых полотнищ на поточно-механизированных линиях с 2-х местными стандами сварки первой и второй стороны. Линии полотнищ обеспечивают также изготовление удлиненных обечаек (длиной более 10,0 м) котлов для длинноразмерных вагонов-цистерн по комбинированной технологии. Удлиненные обечайки изготавливаются из обечайки, сваренной из штатного листового полотнища, и дополнительной (короткой или длинной, в зависимости от длины котла) царги. Развертки нескольких дополнительных царг, скрепленные в местах сварных стыков соединительными планками в единое технологическое полотнище (рис. 7), свариваются на линии полотнищ, вальцуются, собираются и свариваются в технологическую обечайку по штатной технологии. После этого соединительные планки удаляются и технологическая

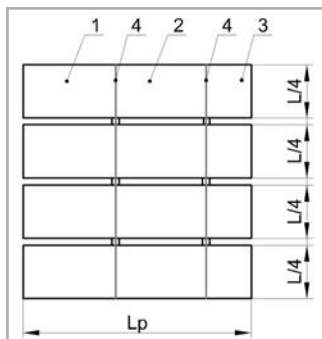


Рис. 7. Схема одновременной сварки разверток дополнительных царг удлиненных обечайек: 1, 2 и 3 – листы разверток царг; 4 – соединительная планка; 5 – сварной шов; L – длина обечайки;  $L_p$  – длина развертки царги

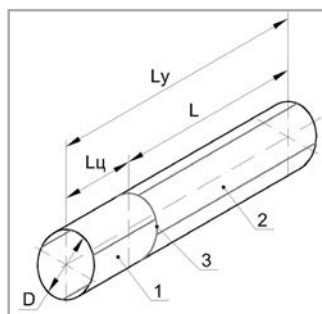


Рис. 8. Схема сварной удлиненной обечайки котла железнодорожной вагон-цистерны, изготовленной по комбинированной технологии: 1 – дополнительная царга; 2 – штатная обечайка; 3 – кольцевой сварной шов; L – длина штатной обечайки;  $L_c$  – длина дополнительной царги;  $L_y$  – длина удлиненной обечайки.

данная технология перспективна и для изготовления удлиненных обечайек (длиной более 10,0 м) котлов для длиннобазовых вагонов-цистерн по комбинированной технологии. Строительство новых поточно-механизированных линий под нее перспективно для крупносерийного производства с выпуском более 3000 обечайек в год с продолжительностью производства в течение длительного (не менее срока окупаемости капитальных вложений) периода времени.

2. Технология изготовления обечайек котлов с рабочим давлением до 1,6 МПа из коротких обечайек (листовых царг) требует значительно меньших затрат на специальное технологическое оборудование при оснащении производства. Она не требует переналадки оборудования, которое относительно просто встраивается в поточно-механизированные линии, обладает достаточной универсальностью и позволяет выпускать обечайки с конкурентоспособной себестоимостью. Такая технология пригодна для изготовления обечайек любой длины и перспективна для предприятий с мелкосерийным и серийным [10] типом производства (до 3000 обечайек в год).

обечайка расчленяется на отдельные царги, каждая из которых кольцевым швом сваривается со штатной обечайкой в удлиненную (рис. 8).

Оба описанных выше технологических процесса обладают как преимуществами, так и недостатками, проявляющимися при использовании их в том или ином типе производства. Перспективы использования каждого из этих технологических процессов зависят от объемов выпуска железнодорожных вагонов-цистерн для перевозки различных продуктов с рабочим давлением до 1,6 МПа и имеющегося на предприятии комплекса специального технологического оборудования [10].

На основании вышеизложенного можно сделать следующие выводы.

1. Технология изготовления обечайек котлов железнодорожных вагонов-цистерн из сварных листовых полотнищ перспективна для предприятий, уже имеющих соответствующие поточно-механизированные линии сборки и сварки листовых полотнищ при любом типе производства с модернизацией линий, обеспечивающей их универсальность. Данная технология перспективна и для изготовления удлиненных обечайек (длиной более 10,0 м) котлов для длиннобазовых вагонов-цистерн по комбинированной технологии.

## Литература

1. Автоматическая сварка в системе поточного производства железнодорожных цистерн / Г.З. Волошкевич // Сб. тр. по автомат. сварке под флюсом. – 1948. – С. 327–332.
2. Комплексная механизация и автоматизация производства сварных конструкций в вагоностроении: Учеб. пособ. для студ. спец.: «Локомотивы, вагоны и железнодорожная техника», «Сварочные установки», вузов Украины / В.И. Приходько, Б.Г. Цыган. – Полтава, НТП «Критерий». – 1999. – 428 с.
3. Г.О. Кривов, К.О. Зворикін. Виробництво зварних конструкцій: Підруч. для студент. вишів напряму «Зварювання». – Київ.: КВІЦ, 2012. – 896 с.
4. Анализ технологии и оборудования сборки под сварку листовых полотнищ обечайек котлов железнодорожных вагонов-цистерн / П.В. Коросташевский, Е.В. Войцеховский, М.Б. Луцкий // Сб. науч. тр. ДГТУ. – Алчевск, 2006. – № 21. – С. 115–121.
5. Выбор основных параметров стенов автоматической сварки листовых полотнищ обечайек котлов в крупносерийном производстве / П.В. Коросташевский // Вестник ПГТУ. – Мариуполь, 2006. – № 16. – С. 171–175.
6. Пат. 32090 Украина, В23К37/04. Установка для зварювання листових полотнищ / П.В. Коросташевський, В.О. Роянов, С.П. Нікітченко, І.В. Готовченко. – № 200709907; заявл. 04.09.2007; опубл. 12.05.2008, Бюл. № 9.
7. Пат. 55769 Украина, В23К37/04. Кантувач листових полотнищ / П.В. Коросташевський, І.В. Артьомов, В.О. Роянов, Р.О. Томчук. – № 201006986; заявл. 07.06.2010; опубл. 12.05.2008, Бюл. № 9.
8. Принципы конструирования оборудования транспортных систем универсальных линий сборки и сварки листовых полотнищ / В.А. Роянов, П.В. Коросташевский // Вісник ДДМА. – Краматорськ, 2010. – № 2(19). – С. 245–250.
9. Особенности конструкции оборудования универсальных линий сборки и сварки листовых полотнищ обечайек котлов железнодорожных вагонов-цистерн и технологии сварки полотнищ в условиях современного рынка / В.А. Роянов, П.В. Коросташевский, Е.В. Сотников // Зб. наук. пр. УДАЗТ. Харків, 2013. – Вип. 139. – С. 72–82.
10. Сварка в машиностроении: Справочник в 4 т. / Г.А. Николаев и др. – М.: Машиностроение, 1979. – Т. 3. – 567 с.

● #1599

# Лазерная и ударно-лазерная послесварочная обработка металлоконструкций

Г. И. Лашенко, канд. техн. наук, НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» НАНУ (Киев)

*Лазерное излучение достаточно широко используют для осуществления технологических операций сварки, наплавки, напыления, резки, термической обработки, маркировки и др. Менее известны возможности лазерного излучения применительно к снижению остаточных напряжений в сварных конструкциях и повышению их служебных характеристик.*

В сварочной практике получила распространение аргонодуговая обработка, которую обычно используют для создания плавного перехода от шва к основному металлу путем оплавления границ шва неплавящимся вольфрамовым электродом в среде аргона [1]. К основным достоинствам аргонодуговой обработки относят:

- возможность уменьшения концентрации напряжений и повышения работоспособности сварных соединений из низколегированных и термически улучшенных сталей относительно простым способом;
- выполнение обработки в любых доступных местах сварной конструкции во всех пространственных положениях при сравнительно низких энергетических и капитальных затратах;
- повышение прочности оплавленного металла при достаточно высокой пластичности;
- устранение дефектов в виде микроподрезов, наплывов и измельчение неметаллических включений;
- уменьшение концентрации водорода в обработанном металле в 2–2,5 раза;
- перераспределение остаточных напряжений и снижение их общего уровня примерно на 20–25%.

Улучшения результатов обработки и повышения характеристик можно ожидать при использовании в качестве источника оплавления границ лазерного луча. Авторы [2] проводили эксперименты по оплавлению непрерывным СО<sub>2</sub>-лазером участков зоны перехода от шва к основному металлу на сварных соединениях из стали СтЗсп. Лазерный луч с вводимой мощностью 2 кВт и диаметром 1 мм сканировался со скоростью от 1 до 4 м/мин. Показано, что лазерная обработка снижает уровень напряженно-деформированного состояния, существенно не изменяя состав и не внося дополнительную дефектную микроструктуру.

Упомянутая технология требует дополнительных исследований по подбору режимов для различных типов сталей, толщин и условий нагружения. Авторы отмечают, что проводимые работы направлены на создание портативной ла-

зерной установки для обработки элементов конструкций, подвергнутых различным температурным и силовым нагрузкам, а также для повышения долговечности эксплуатации дорожно-транспортной техники в послеремонтный период.

Можно предположить, что описанная технология окажется эффективной применительно к изготовлению особо ответственных сварных узлов из различных материалов.

В последние годы в мире активизировались работы по исследованию и применению ударно-лазерной обработки (лазерного наклепа) для различных целей.

В основу этой технологии положено давно известное явление возникновения ударной волны и механического импульса в металлах при лазерном облучении [3].

Современные квантовые генераторы позволяют получать гигантские световые импульсы с чрезвычайно малой длительностью ( $10^{-8}$ – $10^{-10}$  с), обеспечивающие плотность мощности излучения  $10^{11}$ – $10^{12}$  Вт/см<sup>2</sup> и более. Таким образом время воздействия лазерного излучения в импульсе приближается к времени релаксации и энергия не успевает отводиться в глубину металла. Чрезвычайно высокая концентрация энергии в микрообъеме поверхностного слоя приводит к переходу вещества в плазменное состояние. При расширении плазмы возникают очень большие, как при взрыве, давления и может образоваться ударная волна; она возникает в том случае, если время воздействия излучения меньше времени распространения ударной волны. Тогда давление в поверхностном слое очень велико, а в глубине материала оно резко падает. Неравномерность распределения давления и является, собственно, причиной возникновения ударной волны.

Для большинства твердых тел (толщиной около 10 мм) время распространения ударных волн составляет  $10^{-5}$  с. В этом слу-

чае облучение импульсами длительностью менее чем  $10^{-6}$ – $10^{-7}$  с может приводить к возникновению ударной волны.

Кроме ударной волны при облучении импульсом длительностью  $10^{-8}$  с на материал может действовать механический импульс. Он возникает в результате быстрого перевода вещества в плазменное состояние и его испарения в окружающее пространство.

Схема процессов, развивающихся в материале под воздействием ударной волны и механического импульса, представлена на рис. 1. Совместное действие ударной волны и механического импульса вызывает изменение структуры облучаемого материала. В некоторых случаях возможно разрушение обрабатываемого материала.

Соотношение размеров и расположение зон в поверхностном слое низкоуглеродистой стали после совместного действия ударной волны и механического импульса схематически изображены на рис. 2.

Прежде всего, на поверхности образуется конусообразный кратер из-за испарения части металла. В интервале энергий импульса 10–35 Дж глубина кратера достигает 0,45 мм, а отношение диаметра основания к глубине составляет 1,7–2,9.

У поверхности кратера в тонком слое глубиной до 20 мкм образуется зона расплава, которая после кристаллизации имеет мартенситную структуру с высокой твердостью (7600 МПа). Под зоной расплава — зона термического влияния (ЗТВ) толщиной до 20 мкм.

Следующая зона — зона механического влияния (ЗМВ), она превосходит по размерам остальные зоны и имеет ширину до 700–750 мкм. Микротвердость ферритных зерен в этой зоне, благодаря образованию двойников, повышается до 2300 МПа (исходная 1700 МПа). Свойства именно ЗМВ используют при ударно-лазерном упрочнении (лазерном наклепе) с целью улучшения тех или иных служебных характеристик изделий.

Лазерное упрочнение поверхности (лазерный наклеп) обеспечивается ударной волной большой амплитуды, которая генерируется в лазерной плазме при помощи лазерных импульсов высокой энергии. Эффект упрочнения достигается за счет механической энергии в холодном состоянии, производимой ударной волной, а не термическим нагревом поверхности излучением лазера, как в случае лазерной заковки [4]. В случае лазерного наклепа поверхность обрабатываемой детали (рис. 3) покрывают слоем-поглотителем (слой краски или пленки, которая хорошо поглощает лазерное излучение), непрозрачным для лазерного луча. Затем добавляют слой прозрачного для лазерного излучения материала, это может быть вода или другая жидкость, текущая по поверхности детали. Течение должно быть ламинарным, не иметь пузырьков и видимых завихрений.

При взаимодействии с поверхностью лазерная энергия поглощается внутри слоя-поглотителя, происходит его испарение и формируется факел пламени. Давление в изолированной плазме быстро возрастает, вызывая ударную

волну, которая проходит в материал детали через остаток непрозрачного слоя и выходит наружу через слой прозрачного материала.

Непрозрачный слой-поглотитель может быть сформирован из различных материалов — сухая или влажная краска, черная пленка, металлическая фольга, все они позволяют реализовать номинально одинаковые давления.

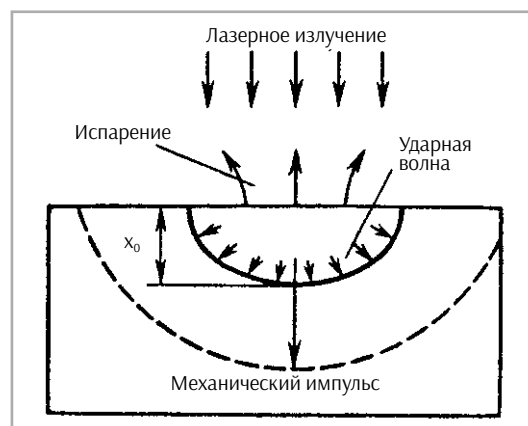


Рис. 1. Схема процессов при ударно-лазерном упрочнении

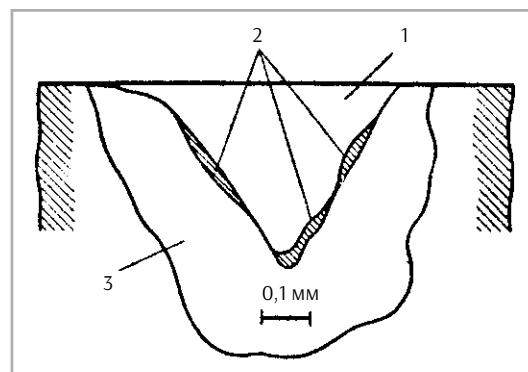


Рис. 2. Строение поверхностного слоя низкоуглеродистой стали после воздействия лазерного импульса с энергией  $W_{\text{и}} = 35$  Дж и длительностью  $\tau_{\text{и}} = 10^{-8}$  с: 1 — кратер; 2 — зоны расплава и термического влияния; 3 — зона механического влияния

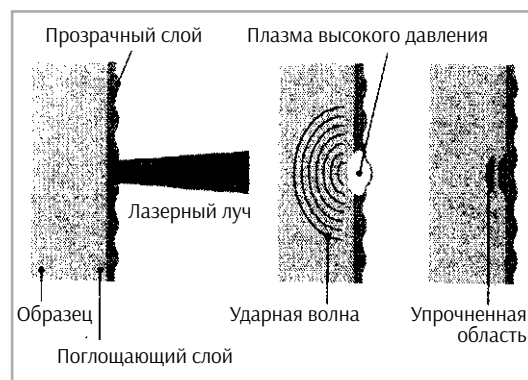


Рис. 3. Схема лазерного наклепа

Прозрачный слой изолирует плазму от атмосферы и служит отражателем акустической волны для создания более мощной ударной волны. Самый простой прозрачный слой — ламинарный поток воды. При этом следует еще раз подчеркнуть, что вода используется не для охлаждения, а для изоляции плазмы от атмосферы (легко сжимаемой). В этом случае давление, созданное плазмой на поверхности детали, увеличивается почти в десять раз. Ударная волна, распространяясь в материале, приводит к улучшению его свойств. Пластическая деформация от ударной волны при лазерном наклепе распространяется гораздо глубже, чем при дробеструйной обработке. Поэтому и сжимающие напряжения находятся на большей глубине материала.

Наиболее востребована технология лазерного наклепа в машиностроении и других отраслях промышленности: авиационной (производство двигателей, упрочнение лопаток, деталей планера); автомобильной (упрочнение деталей двигателей); энергетической (упрочнение лопаток турбин, обработка сварных швов и др.); нефтегазовой (обработка сварных швов трубопроводов, в том числе предназначенных для прокладок в области арктического шельфа) и др.

Эффективность лазерного наклепа подтверждается при обработке сварных соединений конструкционных сталей 09Г2С, 12Х18Н10Т и др. [5].

В работе [6] исследовали характеристики высокой цикловой усталости необработанных, лазерно-наклепанных и обработанных дробеструйно образцов из алюминиевых сплавов 7050-T7451. Было установлено, что лазерный наклеп вызывает образование слоя сжимающих остаточных напряжений в три раза глубже, чем при дробеструйном наклепе. Это способствует значительному повышению долговечности изделия.

Лазерный наклеп способствует улучшению усталостных характеристик сварных соединений из алюминиевого сплава А 6061-T6, выполненных сваркой трением вращающимся инструментом [7].

К достоинствам лазерного наклепа относят:

- повышение предела выносливости и увеличение износостойкости деталей;
- повышение микротвердости поверхности;

- сохранение служебных характеристик деталей после нагрева в процессе эксплуатации;
- отсутствие деформации деталей после обработки и исключения финишных операций;
- отсутствие рабочих газов;
- отсутствие изотермических выдержек, как следствие — снижение энергозатрат;
- полное соответствие технологии всем современным требованиям по охране окружающей среды.

К недостаткам технологии лазерного наклепа следует отнести высокие капитальные затраты на приобретение оборудования, необходимость наличия подготовленного персонала для его обслуживания, ограниченные возможности по эксплуатации лазерных установок в ручном варианте.

Тем не менее можно прогнозировать, что лазерная и ударно-лазерная обработки будут развиваться, а их промышленное применение расширяться, особенно при изготовлении уникальных и ответственных изделий.

### Литература

1. Кащенко Г. И., Демченко Ю. В. Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. — К.: ЕкоТехнологія, 2008—168 с.
2. Лазерная обработка зоны термического влияния после дуговой сварки конструкционной стали СтЗсп / М. П. Лебедев, И. И. Ноев, П. П. Петров и др. // Технология упрочнения, нанесения покрытий и ремонта: теория и практика: Материалы 15 Междунар. научно-практич. конф. С.-Петербург, 16–19 апр. 2013. — СПб., 2013. — Ч. 2 — С. 185–188.
3. Григорьянц А. Г., Сафонов А. Н. Методы поверхностной лазерной обработки. / Под ред. А. Г. Григорьянца — М.: Высш. шк., 1987. — 191 с.
4. Лазерная очистка и лазерный наклеп — технологии улучшения свойств поверхности / М. Волков, А. Кишагов, Н. Орлов и др. // Фотоника. — 2014. — № 3. — С. 34–44.
5. Исследование влияния лазерной ударно-волновой обработки на микротвердость сварных соединений конструкционных сталей / Н. И. Пидгурский, Ю. Н. Никифоров, Б. П. Ковалюк и др. // Технология упрочнения, нанесения покрытий и ремонта: Материалы 15 Междунар. науч.-практич. конф., С.-Петербург, 16–19 апр. 2013. — СПб., — 2013. — Ч. 2. — С. 240–244.
6. Luong N., Hill M. R. The effects of laser peening and shot peening on high cycle fatigue in 7050-T7451 aluminum alloy // Mater. Sci. and Eng. A. — 2010. — № 3. — S. 699–707.
7. Improvement in fatigue performance of friction stir welded A 6061-T6 aluminum alloy by laser peening without coating / Sano Y., Masaki K., Gushi T., Sano T. // Mater. And Des. — 2012. — 36. — P. 809–814.





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 337 или e-mail: demuv@ukr.net, позвонить по тел. +38(044) 200 80 88. На Ваши вопросы ответит кандидат технических наук, Международный инженер-сварщик (IWE) Юрий Владимирович ДЕМЧЕНКО.

Можете ли Вы назвать вероятную причину разрушения оплетки из проволоки стали марки AISI 304 (08X18H10) Ø 0,2 мм на гофрированном сварном металлукаве? Оплетка в условиях эксплуатации обрела соломенный цвет — характерный цвету побежалости при нагреве от теплоносителя до температуры не более 200 °С. На ее поверхности обнаружены продукты коррозии в виде хаотично распределенных точек диаметром 0,2–0,5 мм коричневого цвета. В местах их массового сосредоточения наблюдается самопроизвольное распушивание оплетки и разрушение до масштабов отказа. Для проволоки из оплетки без следов коррозии и проволоки в исходном состоянии это не характерно.

Чичера Д. В., г. Мариуполь

По всем обозначенным признакам, с высокой вероятностью так проявляется действие питтинговой коррозии (ПК). Питтинговая (точечная) коррозия относится к локальным видам коррозии металла, носит случайный характер во времени и пространстве, при протекании которой разрушение сосредотачивается в отдельных точках на поверхности. Материальный эффект коррозии (потеря массы) почти полностью обусловлен растворением металла в этих точках. При слиянии нескольких точек и относительно небольшой их глубине наблюдается язвенная коррозия.

ПК характеризуется такими основными понятиями и терминами.

**Потенциал питтингообразования** —  $E_{\text{пит}}$  (потенциал пробоя, критический потенциал ПК, потенциал активирования), например: минимальное значение потенциала при котором возникает ПК для стали 08X18H10 определенном в 0,1 М NaCl составляет 0,45–0,60, для стали X18H12M2T 0,75–0,85, а для стали X18H12M3T — 1,4–1,5.

**Эквивалент стойкости против ПК** — сумма содержания в стали хрома, молибдена и азота. ЭСП = % Cr + 3,3 (% Mo) + 16 (% N).

**Критическая (минимальная) концентрация аниона-активатора** —  $C_{\text{кр}}$ .  $C_{\text{кр}}$  ниже которой ПК не возникает в конкретной среде и температуре ≤ 60 °С = 30 п.п.м.

**Активирующие анионы** — анионы, присутствие которых в коррозионной среде при определенных условиях порождает ПК ( $\text{Cl}^-$ ,  $\text{Br}^-$ ,  $\text{I}^-$ ,  $\text{HS}^-$ ,  $\text{CNS}^-$ ,  $\text{ClO}_4^-$ ). Наиболее агрессивным является ион хлора

( $\text{Cl}^-$ ). Ему уделяется наибольшее внимание, так как он является основным компонентом большинства природных растворов, в числе которых важное место занимает и морская вода.

**Ингибиторы ПК** — анионы ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  и другие), присутствие которых в среде вызывает замедление, подавление или предотвращение ПК.

**Критическая плотность тока** —  $i_{\text{кр}}$ , вызывающая ПК. Например,  $i_{\text{кр}}$  у стали 08X18H10 ≈ 5 мкА/см<sup>2</sup>, у стали X18H12M2T при таких же условиях ≈ 10 мкА/см<sup>2</sup>, а у стали X18H12M3T ≈ 100 мкА/см<sup>2</sup>.

Условия, необходимые для возникновения и протекания ПК:

- пассивированный металл и пассивирующая среда;
- наличие в рабочем растворе анионов-активаторов в количестве превышающем  $C_{\text{кр}}$  и температура > 60 °С;
- наличие в растворе окислителя, способного сместить потенциал коррозии до потенциала питтингообразования, зародить и развить питтинги на пассивированной поверхности;
- отсутствие хотя бы одного из вышеперечисленных условий делает ПК не возможной. Следовательно, в рассматриваем случае имело место наличие условий для возникновения ПК, например, при хранении, транспортировке или в рабочих условиях.

Влияние различных факторов на стойкость против ПК.

**Увеличение концентрации галоидного иона** вызывает смещение  $E_{\text{пит}}$  в отрицательную сторону, причем  $E_{\text{пит}}$  прямо пропорционален логарифму аниона ( $E_{\text{пит}} = A - B \lg [\text{Cl}^-]$ :  $A = 0,168\text{В}$ ,  $B = 0,088\text{В}$  в нейтральном NaCl).

**Величина pH.** Для стали 08X18H10 при pH = 1–5,  $E_{\text{пит}} = 0,4 + 0,03 \text{ pH}$ . В сильнощелочных растворах влияние pH более значительно.

**Химический состав стали.** Наибольшее воздействие на ПК оказывают углерод, молибден, хром и никель.

**Углерод** отрицательно влияет на стойкость против ПК. Это связано с формой его нахождения в твердом растворе. Низкое содержание углерода

в стали способствует повышению стойкости против ПК.

**Молибден** повышает  $E_{\text{пит}}$  сталей всех структурных классов и уменьшает количество питтингов, значительно увеличивает  $i_{\text{кр}}$ .

**Хром.** Сильно выраженное положительное влияние хрома на сопротивляемость ПК вызвано его стойкостью против активирования ионами хлора.

**Никель.** Легирование никелем приводит к увеличению  $E_{\text{пит}}$ .

Известные данные сопоставления стойкости против ПК и скорости ПК в 10%  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  относят сталь 08X18N10 к последней 5-й группе коррозионной стойкости со скоростью  $V_{\text{кор}} = 19 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ . Стали с более высоким содержанием никеля, хрома и молибдена находятся в 1-й и 2-й группах с показателем  $V_{\text{кор}} \leq 2,5 \text{ г}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ .

**Неметаллические включения (НВ).** Образование питтингов происходит только у частиц НВ, в подавляющем случае это оксисульфиды. Металл вокруг НВ обладает повышенной растворимостью, скорость которой может быть в 100 раз выше чем скорость растворения стали. Это может быть вызвано локальной деформацией, либо активирующим действием продуктов растворения НВ. Локальная деформация металла вокруг НВ возникает из-за различия коэффициентов термического расширения металлов и НВ. Она и порождает появление структурно-химических дефектов и приводит к повышению электрохимической активности металла. Однако не наличие НВ, а присутствие в растворе необходимой концентрации ионов-активаторов и наличие достаточно высокого потенциала коррозии является необходимым для локальной активации пассивного металла и возникновения ПК. НВ лишь облегчают процесс зарождения питтингов и оказывают влияние на параметры ПК.

**Структура и термическая обработка.** Принято считать, что аустенитная структура более устойчива против ПК. Установлено уменьшение  $E_{\text{пит}}$  на 60–90 мВ при появлении в аустенитной структуре  $\delta$ -ферритта (при термической обработке) и мартенсита (при деформации). Зависимость стойкости против ПК от термической обработки определяется влиянием последней на повышение или уменьшение гетерогенности стали. Полностью однородная структура наиболее стойкая против ПК (даже с учетом наличия в ней неметаллических включений). Термическая обработка, приводящая к структуре других фаз ухудшает стойкость против ПК, прежде всего из-за возможного возникновения участков, объединенных хромом и молибденом.

Поэтому аустенизация при достаточно высоких температурах, приводящая к растворению избыточных фаз — желательный вид термической обработки для повышения стойкости против ПК.

**Холодная деформация** (прокаткой или волочением) проволоки из стали AISI 304 сопровождается образованием мартенсита, что приводит к уменьшению  $E_{\text{пит}}$  при 50% деформации на 0,3–0,4 В.

**Температура среды** повышает скорость ПК.  $E_{\text{пит}}$  смещается в отрицательную сторону. Стойкость против ПК оценивается критической температурой питтингообразования.

**Состояние поверхности.** Грубо обработанная поверхность, задиры, закаты, вмятины, остатки загрязнений повышают гетерогенность поверхности и облегчают возникновение концентрационных неоднородностей, микрощелей и определяют большую склонность к ПК. Устранение технологических дефектов и загрязнений путем тонкой шлифовки и полировки с последующей пассивировкой способствует повышению стойкости к ПК.

Принимая во внимание вышеизложенное, для определения безопасных условий эксплуатации оплетки из стали AISI 304 или подбора возможного варианта ее замены рекомендуем выполнить специальный комплекс исследований в профильном институте, например, ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ.

Единичный случай разрушения оплетки изделия в производственных условиях из стали AISI 304 (08X18N10), не обладающей высокой стойкостью против ПК, позволяет рекомендовать Вам, до принятия решения о целесообразности проведения комплекса исследований, самостоятельно сосредоточиться на выборе методов и средств борьбы с ПК. Для этого необходимо:

- уточнить уровни электрохимической обстановки технологического процесса, в котором используется продукция;
- предусмотреть устранение застойных зон воздушных масс;
- не допускать контакта проволоки и продукции с разнородными материалами;
- обратить внимание на герметичность упаковки проволоки и готовой продукции при ее хранении и транспортировке;
- обеспечить чистоту и качество поверхности в технологическом процессе изготовления оплетки;
- не допускать совместного хранения проволоки и готовой продукции с реактивами, содержащими активирующие анионы;
- при заказе проволоки из стали AISI 304 предъявлять требования по МКК.

● #1601

# Развитие понятия «Свариваемость» применительно к ремонтной сварке базовых конструкций тяжело нагруженного оборудования

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

Развитие информационных технологий в сварочном производстве связано с расширением применения С-технологий [1–4]. Одной из главных составляющих этого направления является совместная работа конструктора и технолога над технологичностью конструкции.

Под технологичностью конструкции изделия понимают совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее применение для достижения оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ (ГОСТ 14.205-83 «Технологичность конструкции изделия. Термины и определения»). Важная роль в обеспечении технологичности конструкций изделий принадлежит технологическим свойствам конструкционных материалов, основными из которых являются литейные свойства, обрабатываемость давлением и резанием, разрезаемость, свариваемость, паяемость и др. По сравнению с другими технологическими процессами сварочный процесс имеет свои специфические особенности, которые оказывают сильное влияние на свойства обрабатываемого материала. Поэтому ремонтно-пригодности базовой детали тяжело нагруженного оборудования с помощью сварки уделяется большое внимание.

В отечественной практике понятие «Свариваемость» определено ГОСТ 29273-92, в международной практике — стандартом ИСО 581-80И «Свариваемость. Определение». Согласно последнему, свариваемость зависит от четырех переменных: материала, технологического процесса, типа конструкции и ее функционального назначения.

Исторически понятие «Свариваемость» подразделяется на физическую и технологическую свариваемость [2].

**Физическая свариваемость** подразумевает возможность получения монолитных сварных соединений с химической связью. Она определяется физико-химическими свойствами соединяемых металлов и характеризует принципиальную возможность получения сварных соединений, в основном из разнородных металлов, в том числе и с неметаллами.

На *рисунке* представлен прогноз физической свариваемости различных металлов между собой [6]. Он составлен на основании анализа более 200 бинарных диаграмм равновесного состояния для 23-х широко известных конструкционных металлов. Диаграммы такого типа взаимодействия компонентов в жидком и твердом состояниях основаны на чрезвычайно замедленных нагреве и охлаждении, протекающих

иногда в течение сотни часов. Этот прогноз может быть использован для выбора пар металлов, обладающих физической свариваемостью, а также для оценки влияния легирующих элементов сплавов, подвергаемых сварке в ходе ремонта.

Действительные же условия процесса сварки существенно отличаются от равновесных, поэтому определение свариваемости по диаграммам состояния отражает лишь принципиальную возможность получения сварного соединения.

Приступая к ремонтной сварке (например, колонного оборудования для производства соды), необходимо учитывать, что при расплавлении конструкционного материала (в данном случае модифицированный чугун СЧ20Н + титан) образуются не смешивающиеся слои, которые при последующем охлаждении кристаллизуются самостоятельно, а после затвердевания легко отделяются друг от друга. Прочность такого сварного соединения равна 0.

**Технологическая свариваемость** — это характеристика металла, определяющая его реакцию на воздействие сварки и способность образовывать сварное соединение, близкое к свойствам основного металла или их нормативным значениям, заданным эксплуатационными требованиями. В этом случае свариваемость рассматривается как степень соответствия свойств сварных соединений одноименным металлам.

На технологическую свариваемость существенное влияние оказывают химический состав свариваемого металла, теплофизические, физико-химические и механические свойства. Свариваемость одного и того же материала может быть оценена различно в зависимости от назначения изделия, поэтому решающее воздействие на этот показатель оказывает тип сварной конструкции. Конструктивный фактор свариваемо-

сти определяет тип сварного соединения, пространственное положение сварки, форму и способ подготовки кромок под сварку, взаимное расположение свариваемых элементов, их массу и толщину, жесткость сварной конструкции, последовательность выполнения сварных соединений, напряженное состояние элементов этой конструкции перед монтажом и др. Сварное соединение, полученное одним и тем же видом сварки, может быть признано в одном случае пригодным, а в другом — непригодным для эксплуатации. ГОСТ 29273-92 предусматривает возможность частного определения свариваемости в каждом конкретном случае. Под конкретным изделием следует понимать изделие с заданными эксплуатационными показателями и условиями, функциональным назначением, типом конструкции.

Учитывая, что стандартное определение свариваемости носит прикладной характер и отражает функциональное назначение машин или оборудования (в состав которых входит сварная конструкция) в условиях эксплуатации, допустимо при ремонтной сварке базовых деталей тяжело нагруженного оборудования ввести в употребление термин «функциональная свариваемость».

В сварочной практике традиционно принято различать несколько качественных

степеней технологической свариваемости: хорошую, удовлетворительную, ограниченную и плохую.

В основе такой классификации сталей лежит эквивалент углерода химический или комплексный эквивалент (учитывающий толщину и др. факторы) углерода  $C_{\text{ЭКВ}}$ , от значения которого устанавливают ту или иную степень свариваемости с необходимыми технологическими мероприятиями по ее обеспечению. В различных литературных источниках хорошей свариваемостью обладают стали в широком диапазоне  $C_{\text{ЭКВ}}$ , каждое ведомство само устанавливает градацию  $C_{\text{ЭКВ}}$ . Для магистральных трубопроводов к хорошо свариваемым сталям отнесены стали с  $C_{\text{ЭКВ}}$  менее 0,2%, для конструкций тяжелого машиностроения — менее 0,45–0,49%.

Принятая классификация свариваемости ограничивается содержанием углерода не выше 0,40–0,45% (Э.Л. Макаров, Ф.Р. Коэ и другие). Данных по свариваемости сталей с большим содержанием углерода в специальной литературе нет, т.к. такие материалы не применяются в сварных конструкциях. Ремонтной сварке подвергаются стали типа 75ХМ, 9Х2МФ и др., поэтому при выборе режимов сварки приходится ориентироваться на диаграммы изотермического распада аустенита, приведенные в различных справочниках [5].

На свариваемость значительное влияние оказывают технологические операции, предшествующие сварке (т.н. технологическая наследственность металла). При механической обработке сварных соединений лезвийным инструментом остаточные напряжения могут достигать значений выше предела текучести и вызывать трещины. В массивных отливках возможно наличие развитой серной эвтектики, при высоких скоростях съема металла происходит ее под-

плавление. При остывании детали возможно появление сетки горячих трещин. Обработка сварных многопроходных швов абразивами может вызвать трещины прижога.

Под воздействием эксплуатационных нагрузений металл подвержен термомеханическому или деформационному старению, что вызывает резкое снижение пластических свойств, особенно ударной вязкости. В результате выпадения избыточных фаз термическая обработка не всегда может восстановить его пластичность до исходных требований. Не всегда возможно и полное удаление эксплуатационных трещин. Тем не менее, принятие конструкторско-технологического решения должно

|    | Ag | Al | Au | Be | Cd | Co | Cr | Cu | Fe | Mg | Mn | Mo | Nb | Ni | Pb | Pt | Re | Sn | Ta | Ti | V | W | Zr |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|---|---|----|
| Ag | C  | S  | X  | C  | D  | C  | C  | D  | X  | C  | D  | N  | C  | C  | S  | D  | C  | D  | C  | D  | D | X |    |
| Al | S  |    | X  | C  | X  | X  | X  | C  | X  | C  | X  | X  | X  | X  | C  | X  | N  | C  | X  | X  | X | X | X  |
| Au | S  | X  |    | X  | X  | C  | D  | S  | C  | X  | X  | C  | N  | S  | X  | S  | N  | X  | N  | X  | D | N | X  |
| Be | X  | C  | X  |    | N  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | N  | X  | X  | D  | D  | X  | X | X | X  |
| Cd | C  | X  | X  | N  |    | D  | D  | X  | D  | S  | D  | N  | N  | D  | C  | X  | N  | C  | N  | X  | N | N | D  |
| Co | D  | X  | C  | X  | D  |    | C  | C  | C  | X  | C  | X  | X  | S  | C  | S  | S  | X  | X  | X  | X | X | X  |
| Cr | C  | X  | D  | X  | D  | C  |    | C  | C  | X  | C  | S  | X  | C  | C  | C  | S  | C  | X  | S  | D | S | X  |
| Cu | C  | C  | S  | X  | X  | C  | C  |    | C  | X  | S  | D  | D  | S  | C  | S  | D  | C  | D  | X  | D | D | X  |
| Fe | D  | X  | C  | X  | D  | C  | C  |    | D  | C  | C  | X  | C  | S  | C  | S  | X  | X  | X  | X  | S | X | X  |
| Mg | X  | C  | X  | X  | S  | C  | X  | X  | D  |    | X  | D  | N  | X  | X  | X  | N  | X  | N  | D  | N | D | D  |
| Mn | C  | X  | X  | X  | D  | C  | C  | S  | C  | X  |    | D  | X  | C  | C  | X  | N  | X  | X  | X  | X | D | X  |
| Mo | D  | X  | C  | X  | N  | X  | S  | D  | C  | D  | D  |    | S  | X  | D  | D  | X  | D  | S  | S  | S | S | X  |
| Nb | N  | X  | N  | X  | N  | X  | X  | D  | X  | N  | X  | S  |    | X  | N  | X  | X  | X  | D  | S  | S | D | S  |
| Ni | C  | X  | S  | X  | D  | S  | C  | S  | C  | X  | C  | X  | X  |    | C  | S  | D  | X  | X  | X  | X | X | X  |
| Pb | C  | C  | X  | N  | C  | C  | C  | C  | X  | C  | D  | N  | C  |    | X  | N  | C  | N  | X  | N  | D | X | X  |
| Pt | S  | X  | S  | X  | X  | S  | C  | S  | S  | X  | X  | D  | X  | S  | X  |    | C  | X  | X  | X  | X | X | X  |
| Re | D  | N  | N  | X  | N  | S  | S  | D  | X  | N  | N  | X  | X  | D  | N  | C  |    | D  | D  | X  | D | X | X  |
| Sn | C  | C  | X  | D  | C  | X  | C  | C  | X  | X  | X  | D  | X  | X  | C  | X  | D  |    | X  | X  | X | D | X  |
| Ta | D  | X  | N  | D  | N  | X  | X  | D  | X  | N  | X  | S  | D  | X  | N  | X  | D  | X  |    | S  | D | D | X  |
| Ti | C  | X  | X  | X  | X  | X  | S  | X  | X  | D  | X  | S  | S  | X  | X  | X  | X  | X  | S  |    | S | C | S  |
| V  | D  | X  | D  | X  | N  | X  | D  | D  | S  | N  | X  | S  | S  | X  | N  | X  | D  | X  | D  | S  |   | D | X  |
| W  | D  | X  | N  | X  | N  | X  | S  | D  | X  | D  | D  | S  | D  | X  | D  | X  | X  | D  | D  | C  | D |   | X  |
| Zr | X  | X  | X  | X  | D  | X  | X  | X  | X  | D  | X  | X  | S  | X  | X  | X  | X  | X  | X  | S  | X | X |    |

Рисунок. Прогноз возможности сварки разнородных металлов по диаграммам состояния: X — свариваемые пары, образующие интерметаллические соединения; S — хорошо свариваемые пары, образующие твердые растворы; C — поддающиеся сварке пары, отличающиеся образованием сложной микроструктуры; D — данных недостаточно, для сварки необходимы особые меры; N — сведения отсутствуют

**Таблица. Сравнительная оценка свариваемости сталей, подвергаемых ремонтной сварке**

| Группа | Свариваемость | Химический эквивалент углерода, $C_{экв}, \%$                                                     | Применение дополнительных технологических мер       |                 |               |                |                                                                       |                             |
|--------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------|---------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|
|        |               |                                                                                                   | Термическая обработка перед началом ремонтных работ | Подогревы       |               |                | Охлаждение после сварки                                               | Термообработка после сварки |
|        |               |                                                                                                   |                                                     | Предварительный | Сопутствующий | Послесварочный |                                                                       |                             |
| 1      | Хорошая       | До 0,50–0,55                                                                                      | Не требуется                                        | Не требуется    | Не требуется  | Не требуется   | —                                                                     | —                           |
| 2      | Удовлетворит. | 0,56–0,65                                                                                         | Не требуется                                        | Желателен       | —             | —              | —                                                                     | Желательна                  |
| 3      | Ограниченная  | 0,66–0,7<br>Металл подвергнут незначительному деформационному или термомодеформационному старению | Не требуется                                        | Требуется       | Желателен     | Желателен      | —                                                                     | Желательна                  |
| 4      | Плохая        | 0,71–0,9<br>Металл подвергнут деформационному или термомодеформационному старению                 | Желательна                                          | Требуется       | Требуется     | Требуется      | Не допускается охлаждение ниже 150 °С, чем Мн                         | Требуется                   |
| 5      | Трудная       | Более 0,9<br>Металл подвергнут значительному деформационному или термомодеформационному старению  | Требуется                                           | Требуется       | Требуется     | Требуется      | Не допускается охлаждение ниже температуры предварительного подогрева | Требуется                   |

обеспечить дальнейшую эксплуатацию восстановленной конструкции.

При разработке технологических решений для ремонтной сварки следует ориентироваться на данные приведенной *таблицы*, требующие пояснений, поскольку они носят рекомендательный характер. Принятие решений специалистом или группой специалистов (экспертами) определяется многими факторами [3], среди которых опыт, интуиция и др. Так, для сталей, относящихся к группе хорошо свариваемых, при толщине металла свыше 80 мм рекомендуется предварительный подогрев. Допускается проведение промежуточной термообработки при одновременной наплавке 100 кг электродов (сварочной проволоки) и более.

Рекомендации по проведению термообработки (как правило, средне-температурный отпуск) перед сваркой предназначены прежде всего для снижения уровня остаточных напряжений в металле массивных конструкций сложной формы, бывших длительное время в эксплуатации.

При сварке конструкций второй группы свариваемости целесообразно проведение только предварительного подогрева либо послесварочной термической обработки.

При сварке конструкций третьей группы свариваемости допускается охлаждение мест выполнения сварки до температуры охлаждающего воздуха после ремонтной сварки перед проведением термической обработки.

При сварке конструкций четвертой группы свариваемости обязателен предварительный и сопутствующий подогревы выше температуры начала образования мартенсита ( $M_n$ ). После сварки, не снижая температуру точки  $M_n$  ниже 50–70 °С, производят термическую обработку — нормализацию с отпуском или закалку с отпуском.

К пятой категории свариваемости отнесены и т.н. трудно свариваемые стали, применение которых в сварных конструкциях не рекомендовано.

В случае значительного старения металла базовых деталей тяжело нагруженного оборудования применение термической обработки может повлиять на ускорение процесса деградации и вызвать образование новых трещин, инициируемых на участке синеломкости зоны термического влияния сварного соединения.

### Литература

1. Компьютерное проектирование и подготовка производства сварных конструкций: Учеб. пособие для вузов / Под ред. С. А. Куркина и В. М. Ховова. — М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана. — 2002. — 464 с.
2. Макаров Э. Л., Якушин Б. Ф. Теория свариваемости сталей и сплавов / Под ред. Э. Л. Макарова — М.: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана. — 2014.
3. Панов В. И. Развитие системы принятия технико-технологических решений по ремонтной сварке массивных стальных конструкций сложной формы: диссерт. докт. техн. наук в виде науч. докл. Екатеринбург. Изд-во УМЦ УПИ. — 2012. — 58 с.
4. Панов В. И. Системный подход к свариваемости массивных конструкций сложной формы. «Сварщик в России». — 2012. — № 4 — С. 19–23.
5. Попов А. А., Попова Л. Е. Изотермические и термокинетические диаграммы распада переохлажденного аустенита Справочник термиста. М.: Металлургия. — 1965. — 495 с.
6. Государственная публичная научно-техническая библиотека. Режим доступа: <http://www.gpntb.ru>

● #1602

# Памяти А. Н. Шестопаля

Известный специалист в области сварки пластмасс, разработки основ проектирования и строительства трубопроводов из термопластов Шестопаль Анатолий Николаевич родился 2 ноября 1938 года в с. Сосновка Гадячского района Полтавской области. В 1956 г. с золотой медалью закончил среднюю школу, а в 1964 г. — механический факультет Киевского политехнического института и получил квалификацию «инженера-механика» по специальности «оборудование и технология сварочного производства». После окончания института работал в проектно-технологическом тресте «Укрмонтажоргстрой», Киевском филиале ВНИИ «Монтажспецстрой», ЭПКТБ «Стройпластик», где занимался разработкой технологии и оборудования для сварки труб из термопластов, а также нормативно-технической документации по проектированию и строительству пластмассовых трубопроводов различного назначения. В 1985 г. А. Н. Шестопаль перешел на работу в Институт электросварки им. Е. О. Патона.

В 1993 г. по инициативе А. Н. Шестопаля была создана научно-производственная фирма «Полимерстрой», ставшая базовой организацией по нормированию технологии строительства и ремонта трубопроводов, а также стандартизации труб и соединительных деталей из полимерных материалов. Научно-технические разработки НПФ «Полимерстрой» под руководством А. Н. Шестопаля сыграли существенную роль во внедрении полиэтиленовых труб при строительстве в Украине инженерных сетей и содействовали социально-экономическому развитию страны. За существенный вклад в нормативно-техническое обеспечение строительной отрасли Украины (в чем существенный личный вклад А. Н. Шестопаля) научно-производственная фирма «Полимерстрой» в декабре 2003 г. была награждена почетными грамотами Госстроя Украины и Академии строительства Украины.

В 1994–95 гг. под научным руководством Шестопаля А. Н. по заказу ассоциации «Укрсельгаз», корпораций: «Укрстрой», «Укрмонтажспецстрой», «Укргаз», «Украгропромстрой» и концерна «Укргазификация» была разработана «Комплексная научно-техническая программа газификации сельских населенных пунктов Украины с применением полиэтиленовых труб на период до 2000 года», материалы которой вошли в состав «Национальной программы возрождения села на период 1996–2005 гг.»

В 2002 году за работу «Полиэтиленовые трубы в строительстве и реконструкции инженерных систем в сельской местности» А. Н. Шестопаль стал лауреатом премии Академии строительства Украины им. академика М. С. Будникова. Учитывая вклад А. Н. Шестопаля в развитие отечественного строительства инженерных систем из полимерных материалов Академия строительства Украины в 2003 г. избрала А. Н. Шестопаля членом-корреспондентом по отделению «Монтажные и специальные виды работ», а 22 марта 2001 г. действительным членом по отделению «Монтажные и специальные виды работ в строительстве». С июля 2006 г. по сентябрь 2007 г. Шестопаль А. Н. входил в состав Общественного совета при Госпотребстандарте Украины. Научная деятель-



ность Анатолия Николаевича представлена около 150 печатными работами, в число которых входят 23 книги и монографии, более 70 статей, 11 авторских свидетельств и патентов, 7 рационализаторских предложений, а также свыше 50 докладов на научных семинарах, совещаниях и конференциях. Он принимал неоднократное участие в работе международных выставок в Германии, Бельгии, Польше и России, презентуя научно-технические разработки отдела «Сварка пластмасс» ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ, многие из которых успешно реализуются на практике и сегодня при строительстве инженерных сетей в населенных пунктах Украины. Например, серийное изготовление полиэтиленовых труб и соединительных деталей для систем газоснабжения и водоснабжения по разработанной с участием А. Н. Шестопаля нормативной документации освоило более 50 отечественных предприятий. По инициативе и с участием А. Н. Шестопаля было подготовлено Постановление Кабинета Министров Украины от 10 июля 1997 года № 726 «О производстве и использовании полиэтиленовых труб в строительстве и реконструкции газовых систем в сельской местности», которое способствовало эффективному внедрению передовых технологий строительства систем газоснабжения.

А. Н. Шестопаль принимал участие в ликвидации последствий аварии на Чернобыльской атомной электростанции и за существенный личный вклад Президиумом Национальной академии наук Украины награжден почетной грамотой от 19 апреля 2006 г.

В октябре 2008 г. за многолетнюю плодотворную работу, высокий профессионализм, существенный личный вклад в развитие отечественного производства Шестопаль А. Н. был награжден почетными грамотами Академии строительства Украины, Министерства регионального развития и строительства Украины, отличием Украинской государственной корпорации по выполнению монтажных и специальных строительных работ «Укрмонтажспецстрой».



# Внедрение научных разработок через технологические парки и малые предприятия

**С. В. Пустовойт**, к.т.н., **Л. Б. Любовная**, **Н. С. Бровченко**, **В. С. Петрук**, «ИЭС им. Е. О. Патона» НАНУ, **А. А. Солонский**, НАУКМА (Киев)

*В современном мире интеллектуальная собственность становится неотъемлемой составляющей инновационного развития. Для ведущих предприятий характерно существенное увеличение доли интеллектуальных активов. Для достижения конкурентных преимуществ в долгосрочной перспективе отечественным предприятиям необходимо целенаправленное внедрение в производство результатов научно-технической деятельности. В Украине в сфере трансфера технологий успешно действовали технологические парки, одной из целей деятельности которых было ускоренное внедрение в промышленность научно-технических разработок.*

Экономика Украины отличается своей сырьевой направленностью и, следовательно, очень чувствительна к колебаниям спроса мировых рынков на свою основную экспортируемую продукцию (металлургическая, химическая, сельскохозяйственная и др.). Украинская доля на мировом рынке высокотехнологичной наукоемкой продукции мизерна и не соответствует ее научному технологическому потенциалу. Вследствие этого необходимы переориентация промышленности Украины на выпуск наукоемкой продукции с высоким уровнем добавленной стоимости, которая даже в годы экономических кризисов имеет устойчивый спрос в силу своей уникальности. Этого можно добиться за счет целенаправленного внедрения в производство научно-технических разработок.

Специфической формой коммерциализации результатов научной и научно-технической деятельности является трансфер технологий. Успешно действующими инновационными структурами в сфере трансфера технологий на протяжении 2000-х годов в Украине были технологические парки, созданные по инициативе трех ведущих научных учреждений — ИЭС им. Е. О. Патона, Института монокристаллов и Института полупроводников им. В. С. Лошкарёва, при поддержке НАН Украины, с целью ускоренно-

го внедрения в промышленность научно-технических разработок.

С учетом мирового опыта, специалистами научных учреждений НАН Украины, высших учебных заведений, ряда министерств и ведомств была разработана методическая и нормативно-законодательная база создания и функционирования украинских технопарков. Принятый Верховной Радой в 1999 г. Закон Украины № 991-XIV «О специальном режиме инвестиционной и инновационной деятельности технологических парков» содержал в себе ряд экономически обоснованных мер государственной поддержки инновационных проектов (табл. 1).

Одним из первых был создан Технологический парк «Институт электросварки им. Е. О. Патона», который в соответствии с законом, является добровольным объединением субъектов научной, научно-технической и предпринимательской деятельности и представляет собой инновационную структуру в виде группы юридических лиц, включающих ведущие научные учреждения и предприятия Украины, действующих на основании договора о совместной деятельности, без создания юридического лица.

Главной целью Технопарка ИЭС стало создание благоприятных условий для активизации исследований и разработок, организации промышленного выпуска и реализации на отечественном и мировом рынках конкурентоспособной, высокотехнологичной и наукоемкой инновационной продук-

ции, услуг в области сварки и родственных технологий.

Технопарк ИЭС осуществляет инновационную деятельность согласно утвержденным приоритетным направлениям:

1. Новые энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии.
2. Оборудование и специальные технологии металлургического производства.
3. Машиностроение и приборостроение.
4. Высокотехнологичное развитие сельского хозяйства.
5. Транспортные системы: строительство и реконструкция.
6. Охрана и оздоровление человека и окружающей среды.
7. Развитие инновационной культуры общества.

Основным элементом деятельности технопарка является разработка и реализация инновационных проектов, ускоряющих создание и выход на рынок новой высокотехнологичной и наукоемкой продукции. Все проекты проходят многоступенчатую оценку в Национальной академии наук, Государственной научно-технической экспертизе, в министерствах и ведомствах. Окончательное решение принимается специальной комиссией Кабинета Министров. Отчетность о ходе выполнения проектов ежеквартально подается в МОН, Минфин, ГНАУ. Ход и результаты выполнения проектов проверяются комиссиями, в состав которых входят представители МОН, Минэкономики, Минфина, налоговых и таможенных служб, контрольно-ревизионного управления и других ведомств.

К проектам предъявляются специальные требования:

- реализация проекта технопарка не может быть причиной для снижения налоговых обязательств по основному виду деятельности исполнителя проекта (Закон № 991 от 16.07.1999, ст. 8);
- центральные органы исполнительной власти рассматривают проекты с учетом критериев, установленных Министерством образования и науки в соответствии с Приказом № 593 от 10.07.07 и содержат следующие требования:

инновационность продукции; соответствие приоритетов технопарка и государства — инновационной деятельности; сохранение уровня отчислений в бюджет в целом на уровне предыдущего года; экономическая эффективность; наличие необходимой производственной инфраструктуры; перечень рисков исполнителя проекта; обеспечение проекта финансированием; научно-технический уровень продукции; импорт только того оборудования и комплектующих, которые не производятся в Украине или выпускаются, но не отвечают предъявляемым требованиям; защита интеллектуальной собственности в составе проекта; бюджетная эффективность не позднее чем за год до срока окончания действия спецрежима; решение социальных, экономических и других вопросов.

Таблица 1. Государственная поддержка проектов технопарков

| Вид поддержки                                                                                                   | Закон Украины № 991-XIV от 16.07.99 г.          | Закон Украины № 3333-XIV от 12.01.06 г.            | Налоговый кодекс                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Целевые субсидии                                                                                                |                                                 |                                                    |                                               |
| Освобождение от уплаты:                                                                                         |                                                 |                                                    |                                               |
| – налога на прибыль                                                                                             | <input checked="" type="checkbox"/> Действовала | <input checked="" type="checkbox"/> Действовала    | <input checked="" type="checkbox"/> Отменена  |
| – НДС                                                                                                           | <input checked="" type="checkbox"/> Действовала | <input checked="" type="checkbox"/> Отменена       | <input checked="" type="checkbox"/> Отменена  |
| – таможенных пошлин                                                                                             | <input checked="" type="checkbox"/> Действовала | <input checked="" type="checkbox"/> Действовала    | <input checked="" type="checkbox"/> Действует |
| – НДС при импорте товаров                                                                                       | <input checked="" type="checkbox"/> Действовала | <input checked="" type="checkbox"/> Отменена       | <input checked="" type="checkbox"/> Отменена  |
| Оплата НДС налоговым векселем при импорте нового оборудования и комплектующих – 720 дней, материалов – 180 дней |                                                 | Действие приостанавливалось в 2008 и 2009 годах    | <input checked="" type="checkbox"/> Отменена  |
| Финансовая поддержка проектов технопарков                                                                       |                                                 |                                                    |                                               |
| полное или частичное беспроцентное кредитование                                                                 |                                                 | <input checked="" type="checkbox"/> Не выполнялась | <input checked="" type="checkbox"/> Отменена  |
| полная или частичная компенсация процентов по кредитам                                                          |                                                 | <input checked="" type="checkbox"/> Не выполнялась | <input checked="" type="checkbox"/> Отменена  |
| Ускоренная амортизация основных фондов                                                                          | <input checked="" type="checkbox"/> Действовала | <input checked="" type="checkbox"/> Действовала    | <input checked="" type="checkbox"/> Отменена  |

Такие жесткие требования к проектам вызваны тем, что именно проекты, а не участники технопарка и технопарк получают различные виды государственной поддержки — налоговые, таможенные, а в некоторых случаях и финансовые. Средства, аккумулированные на спецсчете в ходе выполнения проекта, разрешается использовать на: создание, модернизацию, реконструкцию научно-технологических и опытно-экспериментальных участков; приобретение оборудования и других средств производства, связанных с внедрением инноваций; приобретение научного оборудования и приспособлений; технологическую подготовку производства; проведение НИР и ОКР; подготовку конструкторской и технологической документации, технических условий, технических проектов; патентование разработок, приобретение прав на объекты интеллектуальной собственности; организацию конференций, семинаров и выставок, публикацию результатов научных исследований и инновационной деятельности.

Проекты Технопарка ИЭС содержат все этапы инновационного цикла и должны иметь необходимую степень патентной защиты, в том числе в странах — потенциальных потребителях этой продукции.

Технико-экономические показатели инновационной деятельности Технопарка ИЭС за 2000–2010 гг. приведены в табл. 2.

Таблица 2. Технико-экономические показатели деятельности Технопарка ИЭС за 2000–2010 гг.

| Показатель                                            | Технопарк ИЭС |
|-------------------------------------------------------|---------------|
| Принято проектов технопарка                           | 21            |
| Реализация инновационной продукции, млн грн.          | 8537,8        |
| в т.ч. экспорт, млн грн.                              | 939,52        |
| Объемы импорта, млн грн.                              | 604,73        |
| Начислено налогов и пошлин, млн грн., всего           | 833,16        |
| в т.ч. — перечислено в бюджет, млн грн.               | 679,09        |
| — начислено целевых субсидий, млн грн.                | 154,07        |
| Бюджетный баланс, млн грн.                            | 525,02        |
| Создано новых рабочих мест, ед.                       | 1762          |
| Объем инвестиций, млн грн.                            | 54,41         |
| Объем кредитов, млн грн.                              | 1416          |
| Финансовая поддержка инновационных проектов, млн грн. | 17,4          |

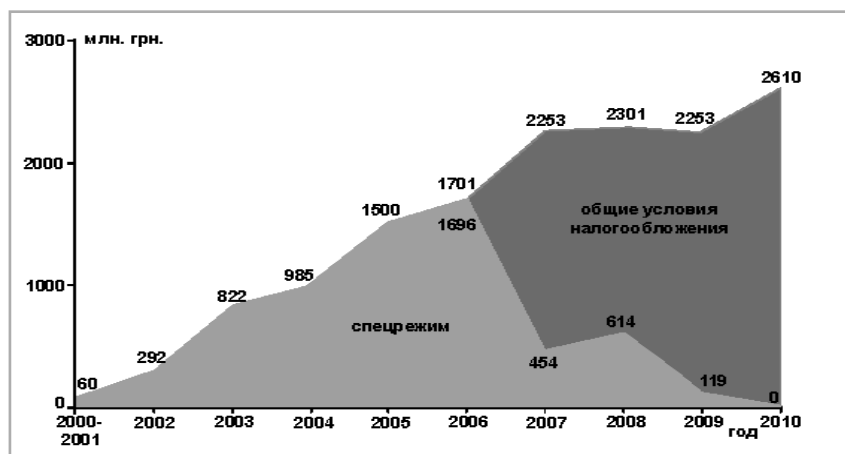


Рис. 1. Объемы реализации инновационной продукции, млн грн./год.

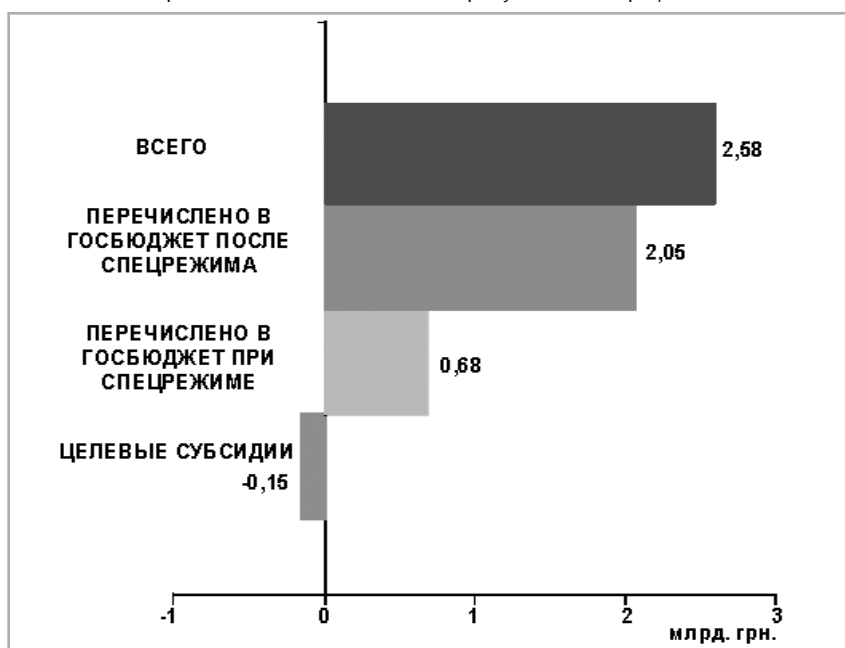


Рис. 2. Бюджетный баланс Технопарка ИЭС за 2000–2010 гг., млрд грн.

На рис. 1 приведены объемы реализации инновационной продукции по разработкам Технопарка ИЭС в 2000–2010 гг. как в условиях спецрежима, так и после окончания сроков его действия, т.е. с полным перечислением в бюджет и внебюджетные фонды всех налогов и платежей. При средней фискальной нагрузке 35%, Технопарк ИЭС перечислил в бюджет более 2,05 млрд грн., не вошедших в ведомственную отчетность.

Итоговый бюджетный баланс Технопарка ИЭС за 2000–2010 гг. составил 2,58 млрд грн (рис. 2).

В условиях специального режима инновационной деятельности Технопарка ИЭС в 2000–2010 гг. реализован 21 проект.

Созданы высокопроизводительные, лучшие в мире машины для контактной сварки высокопрочных рельсов скоростных железных дорог (рис. 3), занимающие лидирующие позиции на мировом рынке. Проект отмечен Государственной премией Украины в области науки и техники (2010 г.), защищен патентами ведущих стран мира. Выигран тендер на поставку оборудования для реконструкции железнодорожных сетей Китая и США (КЗЭСО, ИЭС).

Зарубежными компаниями выпускаются рельсосварочные комплексы, использующие машины K922 КЗЭСО как основной рабочий орган (рис. 4).

Впервые в мире разработана высокочастотная сварка мягких живых тканей человека (рис. 5). На сегодня в Украине успешно прооперировано более 70 000 больных без серьезных послеоперационных осложнений. Американские специалисты назвали этот проект «прорывом в хирургию XXI века». Работа защищена патентами Украины, США, Германии, Австралии, создатели получили Государственную премию Украины (ИЭС).

Внедрен дуплекс-процесс выпуска высококачественных сварочных флюсов (рис. 6), не имеющий аналогов в мире, позволивший на 50 % заменить дефицитное импортное сырье шлаковыми отходами металлургии, 70% продукции идет на экспорт (Запорожский завод сварочных флюсов, ИЭС).

Создано современное энергосберегающее оборудование для дуговой сварки (рис. 7), более 75% которого идет на экспорт, успешно конкурируя с оборудованием ведущих мировых фирм (Фирма «СЭЛМА», г. Симферополь).

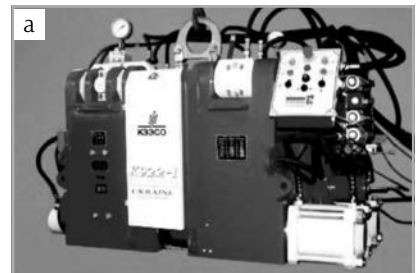


Рис. 3. Стационарные и мобильные рельсосварочные машины и комплексы на их основе: а – подвесная рельсосварочная машина K922-1; б – путевая рельсосварочная самоходная машина РСМ-3



Рис. 4. Зарубежные мобильные рельсосварочные комплексы на базе машин K920: а – LEIGHTON-RSA JV MERCEDES ATEGO-HI Rail unit c/w flash Butt Welding System Hong Kong; б – Комплекс Plasser



Рис. 5. Оборудование для высокочастотной сварки мягких живых тканей человека



Рис. 6. Дуплекс-процесс производства современных сварочных флюсов



Рис. 7. Оборудование для дуговой сварки

Освоено производство обогащенного железорудного сырья с содержанием в концентрате железа до 70% (вместо 63%) (рис. 8), что значительно снижает энергозатраты технологического процесса в металлургии (Ингулецкий ГОК).

Налажено производство современных необслуживаемых стартовых и тяговых батарей, энергонакопителей



Рис. 8. Производство обогащенного железорудного сырья с содержанием в концентрате железа до 70%.

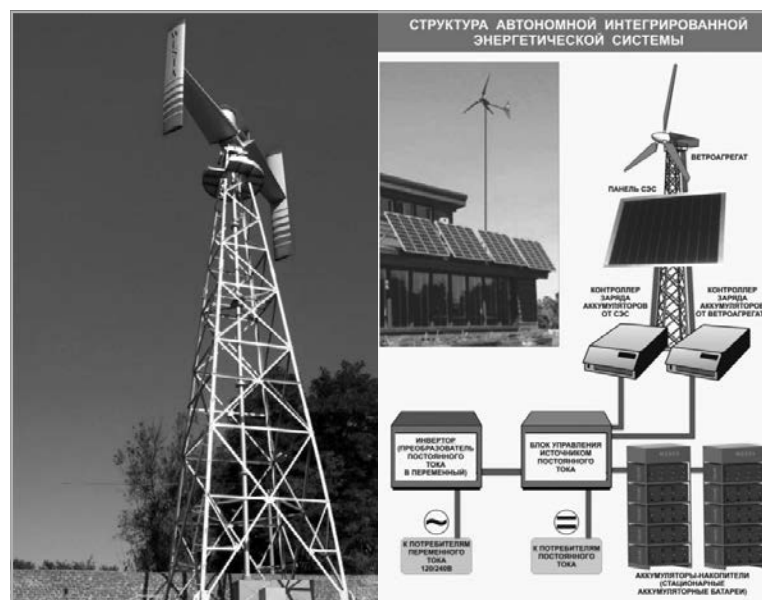


Рис. 9. Автономные интегрированные энергетические системы

большой емкости, соответствующих требованиям к лучшим мировым образцам по уровню технологии, экологии и качеству продукции (рис. 9). Проект защищен 52-мя патентами ведущих стран мира, 80% идет на экспорт («ВЕСТА-Днепр», Днепропетровск).

Разработан комплекс материалов и технологий упрочнения рабочих органов, узлов и деталей почвообрабатывающих и зерноуборочных машин (рис. 10), на порядок увеличивающих «наработку на отказ» сельхозтехники («Дон Лан», «Интерагротек»).

Показатели основных проектов, выполненных Технопарком ИЭС в соответствии с принятыми в мировой практике критериями — по сте-

Таблица 3. Уровень основных проектов Технопарка ИЭС, %

| Критерий                    | 2000–2010 гг. |
|-----------------------------|---------------|
| По степени новизны:         |               |
| – пионерные                 | 40            |
| – догоняющие                | 30            |
| – модификационные           | 30            |
| По технологическому укладу: |               |
| – 3–й уклад                 | 30            |
| – 4–й уклад                 | 30            |
| – 5–й уклад                 | 20            |
| – 6–й уклад                 | 20            |
| По значимости для рынков:   |               |
| – мировое значение          | 40            |
| – национального             | 40            |
| – отраслевого               | 20            |

\* Для сравнения: в польских технопарках, работающих по стандартам ЕС, проекты мирового значения составляют 1,9 %, национального — 14 %, подавляющее большинство проектов являются догоняющими и соответствуют 3–4-му укладу.

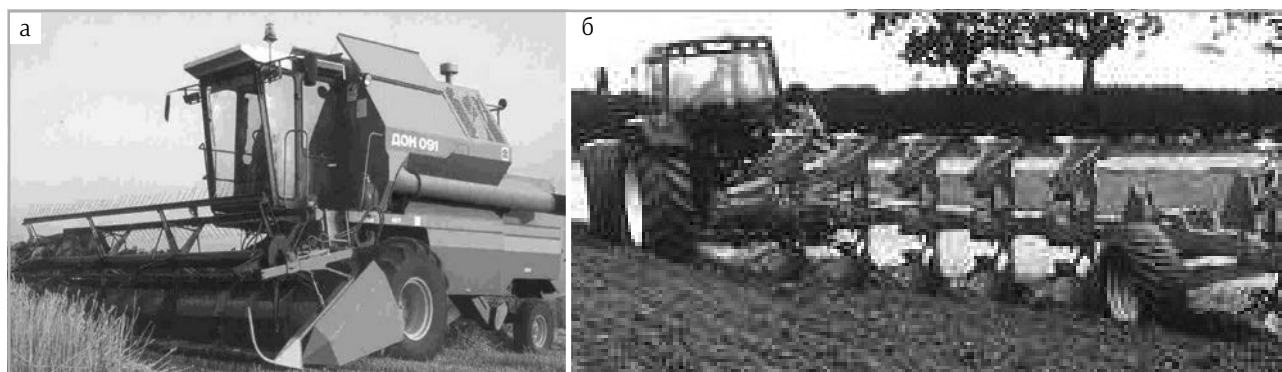


Рис. 10. Зерноуборочные комбайны (а) и почвообрабатывающие машины (б)

пени новизны, техническому уровню и значимости для рынков, приведены в табл. 3.

Действенная государственная поддержка инновационных проектов позволила значительно ускорить их создание и выход на рынок. Созданы стабильно действующие производства конкурентоспособной инновационной продукции, постоянно наращивающие объемы выпуска и перечисления в бюджет и внебюджетные фонды. Вследствие чего повышается экспортный потенциал национальной экономики и снижается ее зависимость от импорта высокотехнологичной продукции, обеспечивается положительный внешнеэкономический баланс по номенклатуре продукции технопарка.

За счет собственных средств Технопарком ИЭС был осуществлен ряд инновационных проектов Института электросварки и приобретена современная лазерная установка для проведения научных исследований. Полученный Технопарком ИЭС в 2000–2010 гг. опыт подтверждает, что инновационная деятельность предприятий и технопарка становится успешной при действенной всесторонней государственной поддержке. Но принятый в 2010 г. Налого-

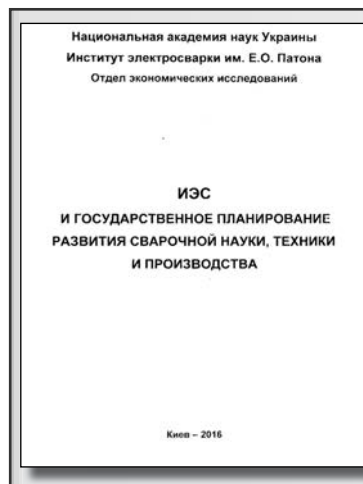
вый кодекс ликвидировал специальный режим инновационной деятельности технопарков и отменил меры государственной поддержки инновационных проектов, чем в последующем приостановил реализацию зарегистрированных проектов (табл. 1).

Приведенные результаты работы Технопарка ИЭС были достигнуты в условиях действовавшей в тот период нормативно-законодательной базы в сфере трансфера технологий. Принятая новая редакция Закона Украины «О научной и научно-технической деятельности» создает новые условия для внедрения результатов научно-технической деятельности. Так ст. 60 этого закона с целью использования хозяйственными объектами права интеллектуальной собственности разрешает научным учреждениям быть учредителями и соучредителями хозяйственных обществ и принимать участие в формировании уставного капитала этих обществ путем внесения в его состав имущественных прав интеллектуальной собственности.

Эти нововведения совместно с мерами по усовершенствованию нормативно-законодательного регулирования работы технопарков (подготовлена и принята в первом чтении новая редакция закона о технопарках), создают предпосылки для решения проблем коммерциализации результатов научной и научно-технической деятельности и частично проблемы реанимации инновационной деятельности технопарков, особенно в случаях использования при изготовлении инновационной продукции импортных комплектующих и оборудования.

● #1603

## НОВАЯ КНИГА



«ИЭС и государственное планирование развития сварочной науки, техники и производства». А.А. Мазур, В.И. Снежко – К.: ИЭС им. Е.О. Патона, 2015. – 85 с.

Издание «ИЭС и государственное планирование развития сварочной науки, техники и производства» подготовлено с целью обобщения опыта Института электросварки в подготовке и организации исполнения государственных решений и планов развития сварочной науки, техники и производства. Ориентировано на широкий круг специалистов, связанных с проблемами развития сварочного производства.

При подготовке обзора были использованы материалы Института электросварки: отдела экономических исследований, архивные материалы, публикации в отечественных и зарубежных изданиях, мемуары Е.О. Патона и воспоминания ветеранов Института, а также официальные документы по рассматриваемой тематике.

Авторы с благодарностью примут замечания, уточнения и предложения, которые могут возникнуть при ознакомлении с настоящим изданием.



# Газ МАФ — надежный шаг вперед!

Газ МАФ (метилацетилен-алленовая фракция) — это сжиженный ацетилен низкого давления, представляет собой смесь метилацетилена (пропина) и аллена (пропадиена), а также пропана, пропилена и примеси других углеводородов (бутан, бутилен, бутadiен). Поскольку метилацетилен и аллен склонны к самопроизвольному распаду, их содержание в газе МАФ ограничивается 75%. Присутствие пропана, пропилена и углеводородов снижает взрывоопасность газа МАФ. Условия работы с ним, транспортировки и хранения соответствуют действующим требованиям и нормам для сжиженных газов.

## Экономия средств и ресурсов.

При использовании газа МАФ можно получить экономию на транспортных и прочих накладных расходах, он близок к ацетилену по параметрам горения, но занимает гораздо меньший объем и дешевле.

1 баллон газа МАФ (20 кг) равноценен 4 баллонам ацетилена или 160–200 кг карбида. В стандартный баллон ацетилена в среднем вмещается 5 кг ацетилена, в то время как газа МАФ — 20 кг. Вес баллона, наполненного ацетиленом, составляет 87 кг, а вес баллона с МАФ — 43 кг.

По эффективности использования МАФ превосходит ацетилен, поскольку при сравнимых температурах факела (3020 °C у МАФ и 3087 °C у ацетилена) МАФ обладает более высокой теплотворной способностью.

Меры безопасности при работе с этим газом соответствуют стандартным мерам, принятым при работе с пропан-бутановой смесью. Практическая переподготовка сварщиков несложная и занимает около 1 часа.

Исходя из описанного основные преимущества газа МАФ:

- баллоны для МАФ в 5 раз дешевле и в 4 раза легче ацетиленовых;
- по степени воздействия на организм человека газ МАФ относится к 4 группе (малотоксичные);
- по сравнению с карбидом газ МАФ не воздействует на окружающую среду;
- при переходе с карбида на сварку МАФом снижаются затраты времени на подготовку к работе (заправка/мойка генератора и т.д.).



## Основные сравнительные показатели свойств газа МАФ

| Параметры                                                           | МАФ                                      | Ацетилен                                 | Пропан                |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------|
| Молекулярная масса                                                  | 40                                       | 26                                       | 44                    |
| Плотность газа при 0 °C и 101,3 кПа (760 мм рт. ст.), кг/м³         | 1,7                                      | 1,17                                     | 2,01                  |
| Низкая теплота сгорания газа смеси при нормальных условиях, Ккал/м³ | 21 200                                   | 12 600                                   | 22160                 |
| Температура пламени в смеси с кислородом, °C                        | 2927                                     | 3087                                     | 2526                  |
| Пределы воспламенения в смеси с воздухом, объем %                   | 2,3-11,9                                 | 2,5-83                                   | 2,3-9,5               |
| Реакции с обычными металлами                                        | избегать сплавов, содер. более 65 % меди | избегать сплавов, содер. более 70 % меди | незначит. ограничения |
| Плотность сжиженного газа, кг/м³                                    | 570                                      | —                                        | 513                   |

## Оборудование для работы с МАФ.

Каждый пост сварщика состоит из кислородного баллона и баллона с газом МАФ (пропанового типа, красного цвета с надписью МАФ), редукторов, резиноканевых шлангов и горелки.

Сварка МАФ-кислородным пламенем не имеет ограничений для любых видов работ. При использовании газа МАФ применяется та же аппаратура, что и при использовании ацетилена для газопламенной обработки металлов.

Кроме сварочных работ, МАФ прекрасно себя зарекомендовал в газокислородной резке, пайке, напылении порошковых материалов.

## Экология и здоровье.

Газ МАФ обладает резко выраженным запахом, что помогает обнаружить его при концентрации 1:100 мг/м³. По токсичности газ относится к 4-ой группе (малотоксичные) и при высоких концентрациях (свыше ПДК=300 мг/м³) может вызвать анестезирующее действие.

Пары МАФ не оказывают вредного влияния на слизистые оболочки, но попадание жидкой фракции на открытые участки кожи может вызвать обморожение. Влияние газа МАФ на окружающую среду несоизмеримо меньше, чем у ацетилена.

Учитывая все эти преимущества, в США, Канаде и Германии для сварочных работ применяют только газ МАФ.

**Компания «Надежда»** может доставить собственным транспортом газ МАФ и газ пропан-бутан по всей территории Украины:

- для газа МАФ используются баллоны вместимостью 21 кг;
- налив баллонов контролируется электронной системой налива;
- освидетельствование и ремонт баллонов производит цех по ремонту баллонов;
- для транспортировки баллонов используется специализированный транспорт.

*Компания «Надежда» — это опыт 30 лет работы в Украине, более 1200 сотрудников, сеть современных АЗС и один из лучших в Украине специализированных автопарков. Мы одни из самых крупных операторов поставок сжиженного газа в Украине с развитой сетью газонаполнительных станций и пунктов для обмена бытовых баллонов. Мы отвечаем за качество продукта и постоянно проверяем его в наших лабораториях.*

● **#1604**

*Публикуется на правах рекламы*

## ООО «Надежда Ритейл»

Моб. (050) 308-31-24 — Киев,

Центральный регион

e-mail: seleznov.dmytro@icloud.com

Моб. (050) 496-36-81 — Полтава,

Восточный регион

e-mail: maks\_gas@bk.ru

[www.oil.pl.ua](http://www.oil.pl.ua)



# Тренажер сварщика для электродуговой сварки ТСДС-06М

Аппаратно-программный комплекс (тренажер) ТСДС-06М — высокоэффективное техническое средство обучения (в том числе дистанционного), тренировки, повышения квалификации, тестирования, допускного контроля и аттестации электросварщиков дуговой сварки и специалистов сварочного производства.

**Компьютеризированный тренажер сварщика электродуговой сварки ТСДС-06М (рис. 1) предназначен для:**

- приобретения, отработки, закрепления, тестирования навыков рациональной техники сварки и формирования сварных швов для различных видов сварных соединений в различных пространственных положениях при ручной дуговой сварке покрытыми электродами (ММА) и ручной сварке неплавящимся (вольфрамовым) электродом в среде инертных газов (TIG) с подачей присадочной проволоки и без нее;
- обеспечения контроля, регистрации и документирования основных параметров режимов сварки и сварных швов на оптическом, магнитном и бумажном носителях;
- дистанционного обучения, повышения квалификации, тестирования и аттестации электросварщиков и сварочного персонала.

Сварочный тренажер ТСДС-06М предназначается для использования в учебных лабораториях и специализированных классах учреждений профессионального образования всех уровней, центров подготовки, повышения квалификации и аттестации электросварщиков, сварочного персонала, а также учебно-тренировочных подразделений промышленных и энергетических предприятий.

Принцип действия сварочного тренажера ТСДС-06М основан на использовании реальных режимов и процессов сварки способами ММА и TIG, реальных сварочных инструментов и образцов, максимально приближенных к реальным стыковым и угловым соединениям, а также к неповоротным стыкам тел вращения, в т.ч. трубопроводов.

Устройство сварочного тренажера ТСДС-06М защищено патентами Украины — UA а200714407 и РФ — RU

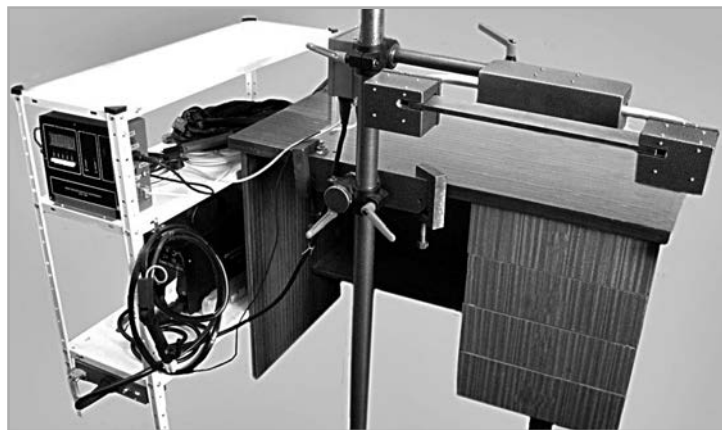


Рис. 1. Общий вид тренажера сварщика ТСДС-06М

## Технические характеристики тренажера ТСДС-06М

| Параметр                                                                                                                                                                                   | Значение                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Номинальный сварочный ток энергетического модуля (источника питания), А                                                                                                                    | 160                                                   |
| Продолжительность нагрузки (ПН) при номинальном сварочном токе и длительности цикла $T_c = 5$ мин, %                                                                                       | 60                                                    |
| Напряжение холостого хода энергетического модуля (источника питания), не более, В                                                                                                          | 60                                                    |
| Число информационных каналов блока технологического интерфейса БТИ-06М                                                                                                                     | 8                                                     |
| Разрядность встроенного в блок технологического интерфейса БТИ-06М аналого-цифрового преобразователя (АЦП), не менее, бит                                                                  | 12                                                    |
| Напряжение питающей однофазной сети частотой 50/60 Гц, В                                                                                                                                   | $220 \pm 33$                                          |
| Электрическая мощность, потребляемая тренажером ТСДС-06М (включая энергетический модуль, блок технологического интерфейса БТИ-06М, компьютер и его периферийные устройства), не более, кВА | 4,5                                                   |
| Общая масса тренажера ТСДС-06М, не более, кг                                                                                                                                               | 63                                                    |
| <b>Контролируемые и задаваемые параметры режима сварки</b>                                                                                                                                 |                                                       |
| Ток дуги (установочный, с точностью $\pm 5$ А):<br>при ММА, А<br>при TIG, А                                                                                                                | 80, 100, 120, 140, 160, 180<br>80, 100, 120, 140, 160 |
| Напряжение дуги:<br>при ММА, В<br>при TIG, В                                                                                                                                               | 21–28<br>9–16                                         |
| Скорость сварки:<br>при ММА, мм/с (м/ч)<br>при TIG, мм/с (м/ч)                                                                                                                             | 1,0–5,0 (3,6–18,0)<br>0,5–2,5 (1,8–9,0)               |
| Длина дугового промежутка:<br>при ММА, мм<br>при TIG, мм                                                                                                                                   | 1–5<br>0,5–4,0                                        |
| Углы наклона электрода:<br>«вдоль шва» (угол $\alpha$ ), град<br>«поперек шва» (угол $\beta$ ), град                                                                                       | $\pm (45 \pm 5)$<br>$\pm (45 \pm 5)$                  |
| Погонная энергия:<br>при ММА, Дж/мм<br>при TIG, Дж/мм                                                                                                                                      | 70–410<br>60–300                                      |
| Расход инертного газа (аргона) при TIG, л/мин                                                                                                                                              | 5,5–12,0                                              |
| Длительность сеанса обучения (тестирования), с                                                                                                                                             | 60–600                                                |



Рис. 2. Блок технологического интерфейса БТИ-06М

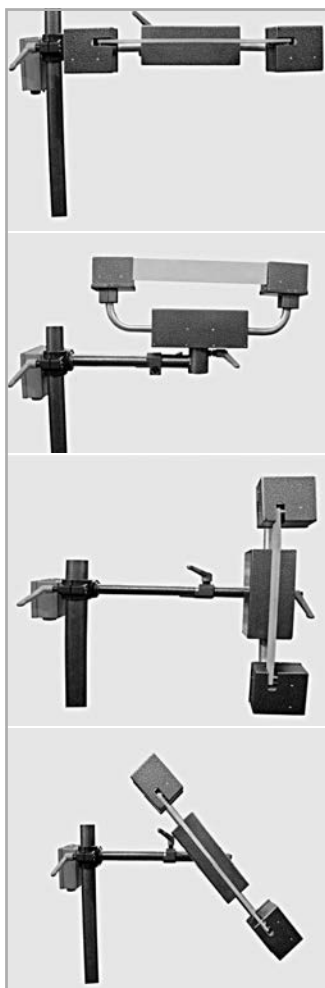


Рис. 3. Позиционер



Рис. 4. Энергетический модуль

2373040 С1, алгоритм его работы — патентами Украины — UA а200804186 и РФ — RU 2396158 С2.

**Компьютеризированный тренажер сварщика электродуговой сварки ТСДС-06М включает:**

- блок технологического интерфейса;
- позиционер для придания сварочному образцу (имитатору сварного соединения) желаемого пространственного положения;
- энергетический модуль на базе инверторного источника питания сварочной дуги постоянного тока;
- сварочные инструменты (электрододержатель для ММА, горелку для TIG, держатель присадочного материала);
- наушники для обеспечения возможности получения речевой подсказки при сварке;
- защитную шлем-маску типа «Хамелеон»;
- разборный стеллаж для размещения составных частей тренажера и его принадлежностей (кроме позиционера);
- персональный IBM-совместимый компьютер на базе процессора Pentium IV и выше;
- специализированное программное обеспечение.

#### Блок технологического интерфейса

Блок технологического интерфейса БТИ-06М (рис. 2) обеспечивает оперативный контроль, цифровую индикацию, обработку и нормирование аналоговых сигналов, поступающих от размещенных в сварочном инструменте и позиционере датчиков и соответствующих текущим значениям основных параметров процесса дуговой сварки. БТИ-06М осуществляет преобразование аналоговых сигналов в цифровую форму, пригодную для последующей компьютерной обработки.

#### Позиционер

Позиционер (рис. 3) сварочного тренажера ТСДС-06М обеспечивает:

- закрепление сварочного образца в соответствующих токоподводах;
- возможность установки образца в различные пространственные положения;
- реализацию специальной схемы подключения образца к одному из полюсов энергетического модуля (источника питания дуги);
- формирование сигналов, пропорциональных протекающим в сварочном образце токам;
- возможность калибровки контура измерений токов, протекающих в сварочном образце.

#### Энергетический модуль

Энергетический модуль (рис. 4) тренажера ТСДС-06М, построенный на базе сварочного инверторного источника питания, преобразовывает напряжение питающей сети переменного тока в напряжение постоянного тока, необходимое для возникновения и поддержания процессов дуговой сварки, формирует соответствующие способу сварки (ММА или TIG) внешние вольт-амперные характеристики.

#### Сварочные инструменты

Инструмент для ММА (рис. 5, а), выполненный на основе стандартного электрододержателя пассатижного типа, предназначен для приобретения, отработки, закрепления, тестирования навыков и приемов ручной дуговой сварки покрытыми электродами.

Инструмент (рис. 5, б), изготовленный на базе горелки для TIG, обеспечивает возможность приобретения, отработки, закрепления, тестирования навыков и приемов ручной сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов.

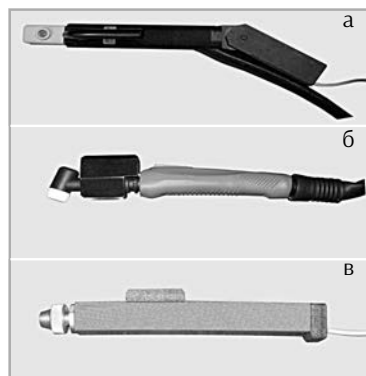


Рис. 5. Сварочные инструменты



Рис. 6. Сварочные образцы

Каждый из инструментов — (рис. 5, а и б) — оснащен трехкоординатным датчиком угловых положений (инклинометром), обеспечивающим контроль углов наклона электрода инструмента относительно сварного шва. Оба инструмента подключаются к энергетическому модулю тренажера ТСДС-06М.

Держатель присадочного материала (рис. 5, в) обеспечивает удобство подачи присадочной проволоки в зону сварочной дуги при TIG, а также формирование сигналов наличия присадочной проволоки в этой зоне.

### Сварочные образцы

Сварочные образцы (рис. 6), предназначенные к использованию в тренажере ТСДС-06М для приобретения, отработки, закрепления, тестирования навыков дуговой сварки разных типов сварных соединений (в том числе стыковых и угловых) в различных пространственных положениях, а также неповоротных стыков трубопроводов, изготавливаются пользователем из низкоуглеродистых сталей.

Тренажер ТСДС-06М (при работе с компьютером) дает возможность существенной интенсификации навыков обучения на реальных процессах дуговой сварки: возбуждения дуги, поддержания нормативной или заданной длины дугового промежутка, углов наклона электрода сварочного инструмента, оптимальной скорости сварки, правильного теплового режима сварочной ванны и формирования сварного шва, ведения процесса TIG с подачей присадочной проволоки и без нее, а также отработки, совершенствования и тестирования этих навыков. Устройство блока технологического интерфейса БТИ-06М позволяет с помощью цифрового индикатора выполнять контроль текущих численных значений тока дуги (сварочного тока), токов, протекающих в сварочном образце в противоположных от пятна дуги направлениях, напряжения дуги, расхода инертного газа при TIG-процессе.

### Специализированное программное обеспечение

Сопровождающее тренажер ТСДС-06М программное обеспечение функционирует на базе аппаратно-программного интерфейса Lab VIEW и позволяет:

- вводить исходные данные выбранного процесса дуговой сварки в диалоговом режиме или загружать учебные задания из банка учебного пособия;

- автоматически устанавливать уровень тока дуги (сварочного тока) в соответствии со значениями, задаваемыми учебной программой или программой тестирования (аттестации) сварщика дуговой сварки;
- отображать на экране монитора текущие значения основных параметров процессов дуговой сварки;
- осуществлять обратную связь с обучаемым (тестируемым) сварщиком непосредственно во время выполнения процесса сварки путем автоматической подачи речевых сигналов («звуковая подсказка») и, тем самым, оперативно корректировать действия обучаемого или тестируемого;
- контролировать правильность проведения сварочного процесса и его соответствия нормативным или заданным требованиям как по отдельным параметрам (длине дугового промежутка, скорости сварки, углам наклона электрода сварочного инструмента, погонной энергии), так и всего процесса в целом;
- отображать на экране монитора форму продольного профиля и поперечного сечения сварного шва в любой его точке с возможностью определения численных значений основных геометрических параметров этого шва;
- автоматически и однозначно оценивать, путем введения элементов системы экспертной оценки, уровень навыков техники сварки обучаемого или тестируемого и качество выполняемых им сварочных операций при реализации процессов сварки;
- осуществлять компьютерную регистрацию и обработку результатов выполнения на сварочных образцах наплавки или сварных швов, документировать, хранить и воспроизводить эту информацию в цифровом, графическом или табличном виде на оптическом, магнитном и бумажном носителях;
- обеспечивать возможность передачи информации в режиме «online» каналам стандартных информационных систем и сетей (через Интернет).

● #1605

**За информацией о поставке аппаратно-программных комплексов ТСДС-06М Вы можете обратиться:**

**в ГП «НИЦ СКАЭ ИЭС им. Е.О. Патона» НАНУ**

**Тел./факс: +38 (044) 287-10-66, тел.: +38 (044) 289-16-43, 287-30-78**

**E-mail: techno@paton.kiev.ua**

**НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» НАНУ**

**Тел./факс: +38 (044) 287-55-29**

**E-mail: Proskudin@ntk.in.ua, office@stc-paton.com**

**www.stc-paton.com**

# Международный конкурс сварщиков «2016 (4th) Beijing «Arc Cup» International Welding Competition»

В Пекине (Китай) 17–22 июня 2016 г. состоялся международный конкурс сварщиков «2016 (4th) Beijing «Arc Cup» International Welding Competition». Организатор конкурса — компания Beijing ARC Xinxing Science and Technology Co., Ltd при поддержке государственной комиссии KHP State-owned Assets Supervision and Administration Commission of the State Council.

## Номинации конкурса:

- номинация 1 — сварка единым способом: ручная дуговая сварка покрытым электродом (111); дуговая сварка плавящимся электродом в активных газах (135); дуговая сварка вольфрамовым электродом в инертных газах (141); газовая сварка (311 — ученики);
- номинация 2 — сварка готового изделия по чертежам четырьмя способами 111/СМАW, 135/СМАW, 141/СМАW, 136/СМАW. В этом году допускался только один сварщик, обладающий навыками сварки всеми способами;
- номинация 3 — роботизированная сварка;
- номинация 4 — показательная сварка: выполнение художественного сварного изделия с логотипом конкурса; выполнение сварки передовым оборудованием, включая роботизированную сварку; демонстрация передовых навыков сварки (оборудование, технологии, способы сварки); демонстрация особых навыков сварки (сварка тонких изделий, под давлением, под водой, слепой зоны, различных цветных металлов и их сплавов); демонстрация навыков УТ контроля.

В конкурсе приняли участие сварщики из 18 стран мира: Беларусь, Болгария, Германия, Индия, Индонезия, Монголия, Казахстан, Китай, Конго, Португалия, Россия, Румыния, Сингапур, Сербия, Украина, Чехия, Южная Африка и Южная Корея. Всего приняло участие в конкурсе более 400 человек; конкурсантов 303, из них иностранных 71 человек.

Конкурс проводился на новой базе фабрики сварки компании Beijing ARC Xinxing Science and Technology Co., Ltd, где были созданы все условия для безупречной работы конкурсантов и судей.

К конкурсу допускались сварщики не старше 35 лет, победившие или ставшие призерами национальных конкурсов. Делегации формировались национальными сварочными обществами.

В состав делегации Украины вошли победители и призеры XI-го конкурса сварщиков Украины «Золотой кубок Бенардоса-2015» и лучшие сварщики, рекомендованные предприятиями.

**Состав делегации Украины:** руководитель делегации — **Воробьев А. Н.** (главный сварщик АО «ОПЗ», Южный, председатель Одесского областного ОСУ); технический руководитель — **Возьянов Е. И.** (главный сварщик ЧАО «МК «АЗОВСТАЛЬ», Мариуполь).

Номинация 111 — Черный Андрей Валентинович (ПАО «АЗОТ», Черкассы); Номинация 135 — Засименко Дмитрий Анатольевич (АО «ОПЗ», Южный);

Номинация 141 — Лушчик Олег Михайлович (АО «ОПЗ», Южный);

Номинация 311 — Чабан Евгений Викторович (ЧП «Плазматехнология», Одесса);

Номинация 3 — роботизированная сварка — Горб Руслан Александрович (начальник лаборатории сварки ООО «НПФ «Техвагонмаш», Кременчуг). В составе делегации работали переводчики Олег Гора, Мария Воробьева.

Судейская коллегия состояла из представителей национальных делегаций и организатора, она проводила оценку сварных швов по VT контролю согласно регламенту конкурса. Операционный контроль выполнения сварных швов осуществлялся наблюдателями от организатора. В зону сварки допускались наблюдатели и судьи. Образцы, прошедшие VT контроль, допускались к RT контролю. Суммарный балл формировался по результатам операционного, VT и RT контролей.

Конкурсанты выступали под номерами, которые определялись жеребьевкой. Конкурс проводился только по практическим навыкам. Во всех номинациях единым способом сварки (111/РДЭ, 135/МАГ, 141/ВИГ, 311/ТС) условиями конкурса были определены три задания, соответствующие трем типам сварных соединений, положения сварки



определялись жеребьевкой: угловое соединение пластин (№ 1) — положение РР, стыковое соединение пластин (№ 2) — положение РС и стыковое соединение труб (№ 3) — положение РС. В номинации роботизированная сварка было одно задание — сборка и сварка изделия по чертежу.

Для достижения хорошего результата сварщики были сосредоточены только на одной конкурсной номинации и в других не принимали участие. В номинации художественное изделие принял участие и Олег Лушчик.

Итоги конкурса подводились отдельно по номинациям в личном, международном и по сумме баллов всех конкурсантов делегации — командном зачете.

По результатам международного зачета лучший результат показал представитель ООО «НПФ «Техвагонмаш» **Руслан Горб**, который занял первое место в номинации «Роботизированная сварка MIG/MAG» с суммой баллов 21,5.

Второе место в номинации 141/ВИГ с максимальной суммой в 236 баллов для команды Украины занял **Олег Лушчик** (АО «ОПЗ»). Еще одно второе место в номинации 311, газовая сварка среди учеников занял **Евгений Чабан** (ЧП «Плазматехнология») — 72 балла. Дмитрий Засименко (135) внес в общий зачет 174 балла, Андрей Черный — 30 баллов.

Команда сварщиков из Украины в общекомандном зачете с 533,5 баллами заняла третье место, разделив его с командами Беларуси, Монголии, Сингапура, Сербии. Первое место поделили команды Китая и Румынии, на втором месте команды Германии и Казахстана.

Финансовую поддержку оказали предприятия, направившие своих участников и спонсор делегации Украины — ООО «Интерхим БТВ» (Киев). Общество сварщиков Украины выражает благодарность руководителям предприятий, поддержавшим делегацию Украины на столь престижном для сварщиков мероприятии.

Отечественные предприятия могут гордиться своими сварщиками-победителями и призерами такого важного международного конкурса!

**А. Н. Воробьев**, председатель ООССУ

● #1606

# Системы менеджмента гигиены и безопасности труда: исследование инцидентов и аудит\*

О. Г. Левченко, д-р тех. наук, Ю. А. Полукаров, канд. техн. наук, НТУУ «КПИ» (Киев)

*Эффективность и успешность предприятия в значительной степени зависят от учета рисков и минимизации, связанных с ними потерь. К существенным рискам можно отнести риски работников предприятий, которые можно снизить за счет комплекса продуманных мероприятий по охране труда. Расходы организаций на выплату компенсаций и штрафов пострадавшим от несчастных случаев часто наносят существенный удар по прибыли, а нередко вообще приводят к банкротству. Стандарт OHSAS18001:2007 прошел апробацию во множестве стран, показав высокие результаты в сфере повышения эффективности функционирования организаций, а также снижения рисков для их работников. Неоспоримое преимущество данного стандарта в том, что он применим для любой организации, независимо от объемов производства, формы собственности, вида деятельности и количества работников.*

**Измерение результативности и мониторинг.** Как показывает практика, обязательным условием эффективного функционирования системы управления охраной труда на предприятиях является внедрение и поддержание процедуры мониторинга, а также измерение результативности в сфере гигиены и безопасности труда на регулярной основе. Такие процедуры должны предусматривать:

- качественные и количественные измерения, соответствующие потребностям организации;
- мониторинг степени достижения целей организации в области гигиены и безопасности труда;
- мониторинг результативности мер управления (как в сфере здоровья, так и безопасности);
- упреждающие измерения результативности для мониторинга соответствия с программой по гигиене и безопасности труда, мерам управления и операционным критериям;
- реагирующие измерения результативности для мониторинга ухудшения здоровья, инцидентов и других фактических доказательств недостаточной результативности гигиены и безопасности труда;

запись данных и результатов мониторинга и измерений, достаточных для содействия последующему анализу корректирующих и предупреждающих действий.

Следует отметить, что в случае необходимости использования оборудования для мониторинга или измерения результативности, организация должна установить и выполнять процедуры калибровки и обслуживания такого оборудования. Необходимо также в обязательном порядке вести записи по калибровке, обслуживанию и результатам.

\* Часть 3. Начало в № 1, 2–2016. Последняя статья серии публикаций о системе менеджмента гигиены и безопасности труда OHSAS18001:2007.

## Оценка соответствия законодательству.

Согласно обязательству соблюдать соответствие законодательству, организация должна установить, внедрить и выполнять процедуру периодической оценки соответствия применяемым законодательным требованиям, а также вести записи результатов периодической оценки. При этом частота периодической оценки может отличаться для разных законодательных требований.

Кроме того, организация должна оценивать соответствие другим, принятым ею требованиям. Она может объединить эту оценку с оценкой соответствия законодательству или же установить отдельную процедуру; должна вести записи результатов периодической оценки. Частота периодической оценки может отличаться для разных требований, принятых организацией.

**Расследование инцидентов.** Организация должна установить, внедрить и выполнять процедуру для записи, расследования и анализа инцидентов, чтобы определить основные недостатки в области гигиены и безопасности труда и другие факторы, которые могут быть причиной или способствовать инцидентам, идентифицировать потребность в корректирующих действиях, а также информировать о результатах таких расследований.

Расследования должны производиться своевременно, а все идентифицированные потребности в корректирующих действиях или возможности для предупреждающих действий — рассматриваться в строго установленном порядке. Результаты расследования инцидентов должны быть документированы и сохранены.

Кроме вышеизложенного, организация должна установить, внедрить и выполнять процедуру рассмотрения реальных и потенциальных несоответствий, для принятия корректирующих и предупреждающих действий. Процедура должна определять требования к:

- идентификации и коррекции несоответствий и принятию действий для смягчения их последствий для гигиены и безопасности труда;



- расследованию несоответствий, определению их причин и проведению действий для исключения их повторения;
- оцениванию потребности в действиях по предупреждению несоответствий и внедрению соответствующих действий, разработанных для исключения их возникновения;
- анализу результативности предпринятых корректирующих и предупреждающих действий.

В случае, если корректирующие и предупреждающие действия идентифицируют новые или измененные опасности, или потребность в новых или измененных мерах управления, процедура должна требовать, чтобы была произведена оценка рисков для предложенных действий до их внедрения.

При этом стоит помнить, что все корректирующие или предупреждающие действия, предпринятые для устранения причин реальных или потенциальных несоответствий, должны соответствовать масштабу проблем и быть соразмерными с соответствующими рисками гигиены и безопасности труда. Организация должна гарантировать, что все необходимые изменения, являющиеся результатом корректирующих или предупреждающих действий, внесены в документацию системы менеджмента гигиены и безопасности труда.

**Управление записями и внутренний аудит.** Организация должна установить правила и вести записи, которые необходимы для демонстрации соответствия требованиям ее системы менеджмента гигиены и безопасности труда и данного Стандарта OHSAS, а также достигнутых результатов. Необходимо установить, внедрить и выполнять процедуру идентификации, хранения, защиты, поиска, удерживания и изъятия записей. Записи должны быть разборчивыми, идентифицируемыми и прослеживаемыми.

Более того, организация должна обеспечить проведение внутренних аудитов системы менеджмента гигиены и безопасности труда с запланированной периодичностью для того, чтобы определить, действительно ли система соответствует запланированным мероприятиям менеджмента гигиены и безопасности труда, включая требования данного Стандарта OHSAS. Кроме этого, следует убедиться, действительно ли она внедрена и функционирует надлежащим образом и результативна в достижении политики и целей организации. Программа аудитов должна планироваться, устанавливаться, внедряться и выполняться организацией с учетом результатов оценки рисков, деятельности организации и результатов предыдущих аудитов. Обязательно должна быть установлена, внедрена и выполняться процедура аудита, ко-

торая отражает ответственности, компетенции, и требования по планированию и проведению аудитов, отчетности о результатах и ведение соответствующих записей, определение критериев, области, периодичности и методов аудита. Выбор аудиторов и проведение аудитов должно гарантировать объективность и беспристрастность процесса аудита. Все решения в области гигиены и безопасности труда должны находить отражение в действующей системе управления охраной труда (СУОТ), алгоритм формирования которой приведен ниже (рис. 1).

**Анализ со стороны руководства.** Нельзя забывать, что высшее руководство должно пересматривать систему менеджмента гигиены и безопасности труда организации с запланированной периодичностью, чтобы обеспечить ее постоянную пригодность, адекватность и результативность. Данный анализ должен включать оценку возможностей для улучшения и необходимости изменений в системе управления охраной труда,

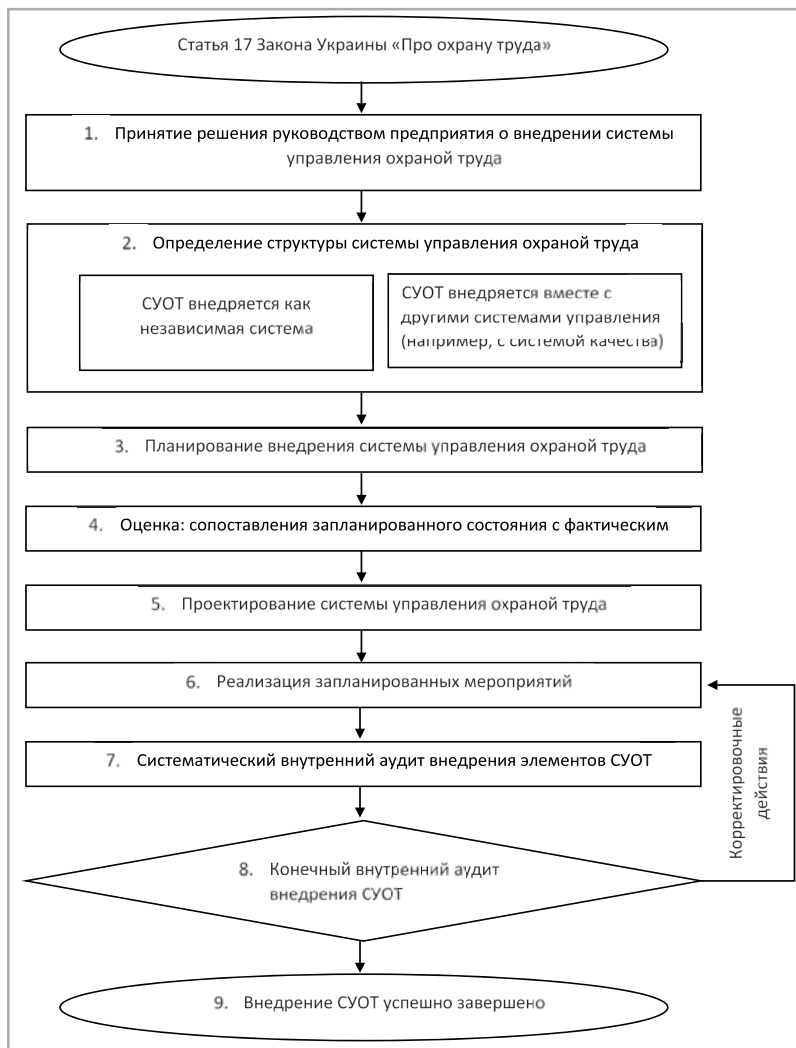


Рис. 1. Алгоритм внедрения системы управления охраной труда

включая политику и цели в области гигиены и безопасности труда. Со стороны руководства обязательно должны вестись записи его анализа.

Входные данные для анализа со стороны руководства должны включать:

- результаты внутренних аудитов и оценки соответствия применяемым законодательным требованиям, а также другим требованиям принятым организацией;
- результаты проведения и консультаций;
- соответствующую информацию от внешних заинтересованных сторон, включая жалобы;
- результативность организации в области гигиены и безопасности труда;
- степень достижения целей;
- статус расследования инцидентов, корректирующих и предупреждающих действий;

- исполнение решений предыдущих анализов со стороны руководства;
- изменения обстоятельств, включая изменения законодательных и других требований, связанных с гигиеной и безопасностью труда и рекомендаций по улучшению.

Выходные данные анализа со стороны руководства должны согласовываться с обязательствами организации по постоянному улучшению и включать все решения и действия, связанные с возможными изменениями в результативности, политике и целях в области гигиены и безопасности труда. При этом соответствующие результаты анализа со стороны руководства должны быть доступны для распространения и проведения консультаций.

С учетом выполнения вышеизложенного комплекса мероприятий **Стандарт OHSAS18001:2007 может принести реальную пользу организации, вывести на новый качественный уровень гигиену и безопасность труда за счет снижения рисков профессиональной заболеваемости и травматизма персонала.**

● #1607

## Олегу Григорьевичу ЛЕВЧЕНКО — 60 лет



8 сентября 2016 г. исполняется 60 лет Олегу Григорьевичу Левченко, известному ученому в области охраны труда в сварочном производстве, доктору технических наук, профессору. Свою научную деятельность он начал в Институте

электросварки им. Е. О. Патона в 1980 г., занимаясь проблемами гигиены труда в сварочном производстве, и прошел путь от инженера до заведующего структурного научного подразделения — отдела проблем охраны труда и экологии в сварочном производстве. С 2007 г. О. Г. Левченко возглавляет кафедру охраны труда, промышленной и гражданской безопасности Национального технического университета Украины «КПИ».

За годы работы в институте О. Г. Левченко предложил целый комплекс мероприятий по защите сварщиков и окружающей среды от вредного воздействия сварочных аэрозолей. Исследованы гигиенические характеристики сварочных материалов Украины. Создана информационно-поисковая система гигиенических характеристик сварочных материалов ECO-WELD (Экология сварки), представляющая собой не только базу данных о сварочных аэрозолях, но и авторскую базу зна-

ний о методах и средствах защиты сварщиков и окружающей среды. Разработаны технологические рекомендации по совершенствованию сварочных материалов и технологий сварки, а также санитарно-технические мероприятия. Для нейтрализации вредных веществ выполнены исследования и выбор фильтрующих материалов различных видов. С участием О. Г. Левченко разработаны новые модели средств местной вентиляции и индивидуальной защиты органов дыхания.

В настоящее время Олег Григорьевич обучает студентов сварочного факультета НТУУ «КПИ» на основе созданного им курса по охране труда в сварочном производстве; читает лекции по охране труда в межотраслевом учебно-аттестационном центре ИЭС им. Е. О. Патона, являясь председателем аттестационной комиссии по охране труда для подготовки членов комиссий по аттестации сварщиков производственных предприятий Украины.

По результатам выполненных научных исследований О. Г. Левченко в 1988 г. защитил кандидатскую, а в 2002 — докторскую диссертацию; в 2001 г. ему было присвоено ученое звание старшего научного сотрудника, в 2014 — профессора.

О. Г. Левченко автор более 300 опубликованных работ: 2 монографий, 4 учебных пособий, статей, изобретений, нормативных документов.

О. Г. Левченко — член ученого совета НТУУ «КПИ», член специализированного ученого совета по защите диссертаций по специальности «Экологическая безопасность» при НТУУ «КПИ» и «Охрана труда» при Национальном научно-исследовательском институте промышленной безопасности и охраны труда, член редакционных коллегий журналов «Сварщик» и «Проблеми охорони праці в Україні».

*Редакция и редколлегия журнала «Сварщик» поздравляет Левченко О. Г. с юбилеем, желает здоровья и творческих успехов!*



# 21 сессия Научного совета по новым материалам при Комитете по естественным наукам МААН

**И. А. Рябцев**, д.т.н., ИЭС им. Е. О. Патона (Киев)

*23–24 мая 2016 г. в Киеве в ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ прошла очередная ежегодная сессия Научного совета по новым материалам при Комитете по естественным наукам Международной ассоциации академий наук (МААН). В заседании сессии приняли участие более 100 ученых и специалистов в области материаловедения от академий наук, вузов и предприятий Беларуси, Грузии, России и Украины.*

23 мая состоялось заседание секции «Конструкционные и функциональные наноматериалы для медицины» Научного совета, на котором было представлено 16 докладов.

Пленарное заседание сессии 24 мая 2016 г. открыл заместитель председателя Научного совета по новым материалам академик Б. А. Мовчан. Он напомнил, что это уже 21 сессия Научного совета и в этом году ее программа посвящена композиционным наноструктурным наноматериалам, их получению и применению. Затем приветственное послание от президента МААН, президента НАНУ, директора ИЭС им. Е. О. Патона академика Б. Е. Патона зачитал ученый секретарь Научного совета к.т.н. А. В. Бабаев.

Первый доклад на пленарном заседании сделал академик НАНУ Б. А. Мовчан (ИЭС им. Е. О. Патона, НАНУ, Киев). Его доклад был посвящен разработке электронно-лучевой технологии (EB-PVD) получения твердых и жидких двухфазных композиционных материалов с наночастицами неорганических веществ. Электронно-лучевое испарение неорганических веществ в вакууме позволяет получать твердые композиты неорганических веществ; жидкие композиты (жидкая органическая матрица с наночастицами металлов); дискретные наноразмерные металлические покрытия (островковые структуры) на порошках и гранулах неорганических и органических веществ.

Двухфазные твердые композиты, состоящие из металла (сплава) с равномерным распределением наночастиц неорганических веществ, получают испарением компонентов двумя независимыми электронно-лучевыми источниками и последующей конденсацией смешанного парового потока на поверхности с температурой  $T_{\text{п}}$ , достаточной для формирования равновесных структур.

Жидкие композиты изготавливают электронно-лучевым испарением металлов и последующим осаждением парового потока на поверхность жидкой органики. Испарение осуществляют с помощью испарителей реакторного типа формирующего паровой поток заданной пространственной ориентации. Основные требования к жидкостям: совместимость с вакуумом (низкая упругость пара) и отсутствие химически активных центров, образующих с вводимыми атомами новые структуры.

Для получения дискретных наноразмерных металлических покрытий используют испарители реакторного типа. Осаждение

происходит на поверхностях механически перемешиваемых порошков или гранул.

В результате исследований разработаны жидкие композиты (коллоиды), содержащие жидкие неорганические вещества (политетрагидрофуран, глицерин, льняное масло и т.п.) и металлы (серебро, медь). Разработана технология получения дискретных и сплошных наноразмерных металлических покрытий на неорганических и органических порошках и гранулах. Препараты и субстанции с наночастицами металлов переданы для испытаний ряду медицинских учреждений Украины.

Существующее электронно-лучевое оборудование, разработанное и изготавливаемое Международным центром электронно-лучевых технологий ИЭС им. Е. О. Патона обеспечивает реализацию всех рассмотренных технологических вариантов получения композиционных наноструктурных материалов и покрытий.

Доклад «Разработка нанотехнологий получения композиционных материалов в институте металлургии и материаловедения им. Г. Ф. Тавадзе — достижения и перспективы» представляли два докладчика — академик НАН Грузии Г. Ф. Тавадзе и д.т.н. Л. С. Чхартишвили (ИММ им. Г. Ф. Тавадзе, Тбилиси). Первая часть доклада была посвящена результатам разработки ударостойких и броневых наноконпозиционных материалов, получаемых методом самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) в форме градиентных и мелкоструктурных керамик и металлокерамик. Разрабатываемые материалы предназначены для изготовления броневых плит для индивидуальных средств защиты и защиты легкой бронетехники. Броневые конструкции из градиентных материалов в среднем в 1,7 раза легче, чем конструкции из специальной высокопрочной стали с такой же ударостойкостью.

Во второй части доклада, представленной д.т.н. Л. С. Чхартишвили, были рассмотрены химические методы получения наноконпозигов. В ИММ им. Г. Ф. Тавадзе разработан ряд технологий, позволяющих получать в наноструктурной форме керамические материалы,

которые служат прекурсорами важного класса твердых материалов (нанокарбид и нанонитрид бора, нанопорошки некоторых боридов и корунда). Известно, что карбид бора обладает уникальными физико-механическими свойствами: высоким модулем упругости, высоким отношением твердости и плотности, повышенной устойчивостью в агрессивных средах и т.д. Однако его применение ограничено из-за низкой ударной вязкости, хрупкости и невысокой теплопроводности. В ИММ разрабатываются т.н. гетеромодулярные керамики на основе карбида бора. Эти композиционные материалы удачно сочетают свойства высокомодулярной керамики и эластичного металлического связующего.

Чл.-корр. НАН Беларуси Ю.М. Плескачевский (Институт механики металлополимерных систем им. В.А. Белого, Гомель) представил на сессии доклад «Деформирование и разрушение материалов и конструкций малоамплитудными нагрузками». По мнению автора доклада, нагружаемое тело отзывается на изменение напряжения с некоторым запаздыванием. Время запаздывания автор называет инкубационным временем. Существование инкубационного времени реакции твердых тел на внешнее импульсное нагружение позволяет трактовать процессы деформирования и разрушения материалов и конструкций с позиций термодинамики неравновесных систем. При этом любая реакция твердого тела на внешнее воздействие является проявлением фундаментального термодинамического принципа Ле Шателье-Брауна.

Силовое или кинематическое воздействие на упругие тела, вызывающее в последних волны деформаций или напряжений, может иметь широкий диапазон последствий, вплоть до появления зон разрушения в некоторых областях этого тела. К ситуациям возникновения волн деформаций большой амплитуды может приводить совместное или периодическое действие незначительных нагрузок.

Затем с докладом «Новые подходы к получению и переработке сверхвысокомолекулярного полиэтилена в материалы с улучшенными прочностными и модульными характеристиками» выступил чл.-корр. РАН С.С. Иванчев (С.-Петербургский филиал Института катализа им. Г.К. Борескова, РФ). Известно, что полимеры представляют собой особый класс материалов, структура которых отличается необыкновенным многообразием. Физико-механические свойства полимерных систем зависят в первую очередь от молекулярного строения. Макромолекулярные образования и полимерные системы в силу особенностей своего строения всегда являются наноструктурными системами. Новые типы полимерных волокон нашли применение в индивидуальных и коллективных средствах бронезащиты (пуленепробиваемые и противоосколочные бронежилеты, боевые шлемы, броне-пластины, пуленепробиваемые панели), авиа- и ракетостроении (элементы конструкций ракет и самолетов, парашютное оснащение, авиационные ремни и тросы), судостроении (корпуса катеров и яхт, надувные лодки, якорные и причальные канаты, буксировочные тросы, парусное оснащение, такелаж) и др.

В докладе «Формирование композиционных материалов в аддитивных технологиях» д.т.н. М.Л. Хейфеца (Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова, Минск) были охарактеризованы основные технологические процессы аддитивного производства и представлена обобщенная модель способов из-

готовления деталей машин без формообразующей оснастки.

Чл.-корр. НАНУ И.С. Чекман (Национальный медицинский университет им. Богомольца, Киев) выступил с докладом «Композиционные наноструктуры: фармакологические и токсикологические свойства». Нанофармакология изучает свойства нанопрепаратов, исследует возможность их применения в медицинской практике для профилактики, диагностики и лечения различных заболеваний с контролем биологической активности, фармакологического и токсикологического действия полученных продуктов или медикаментов. Наночастицы могут легко проникать в организм человека и, кроме того, из-за большой площади поверхности быть биологически очень активными.

В настоящее время в университете разрабатывается новая технология получения нанокompозита высокодисперсного кремнезема с наночастицами серебра. Нанокompозит высокодисперсного кремнезема с наночастицами серебра относится к VI классу веществ по токсичности; обладает выраженными противомикробными свойствами по отношению к *Staphylococcus aureus* (ATCC25923), *Escherichia coli* (ATCC25922), *Candida albicans* (ATCC885–653), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC9027; снижает токсичность противотуберкулезного препарата — изониазида.

В совместной лаборатории ИЭС им. Е.О. Патона и Национального медицинского университета им. А.А. Богомольца разработана оригинальная технология получения композитов нанометаллов с поливинилпирролидином.

Разработаны также лекарственные формы (мази, гели, присыпки, капсулы, сиропы, растворы) нанопрепаратов металлов и их композитов с органическими веществами (антибиотики, аскорбиновая кислота, изониазид), которые составляют основу для внедрения в медицинскую практику. Установлено, что в данных врачебных формах наночастицы серебра, меди, и их композитов проявляют более выраженное противомикробное действие, чем эти металлы других размеров. Механизм действия модифицированных наночастиц меди и композитов меди с серебром реализуется путем блокирования синтеза РНК вирусов.

Таким образом, нанокompозиты являются субстанциями для разработки и внедрения в качестве новых оригинальных лекарственных средств.

Д.т.н. А.А. Бочечка (Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАНУ, Киев) выступил на сессии с докладом «Алмаз-

ные нанокompозиты: получение при высоком давлении, применение в буровом и режущем инструменте». Для эффективной работы в инструменте алмазный поликристаллический нанокompозит, полученный спеканием алмазных нанопорошков, должен иметь высокий уровень физико-механических характеристик. Для улучшения спекания необходимо параллельно с дегазацией алмазных нанопорошков подобрать добавки, способные образовать химические соединения с углеродом, и дополнительно связать алмазные наночастицы при спекании.

Образцы нанокompозита алмаз-карбид вольфрама были получены при высоком давлении реакционным спеканием смесей нанопорошков алмаза и вольфрама различного генезиса. Перед спеканием осуществляли отжиг смесей в атмосфере водорода и дегазацию сформированных из них компактов в вакууме. Композит имеет структуру, в которой зерна алмаза и карбида вольфрама регулярно расположены и являются однородными по размеру.

Проведенные лабораторные испытания образцов бурового инструмента, оснащенного рабочими элементами из композита алмаз-карбид вольфрама на основе алмазных порошков двух уровней дисперсности, показали целесообразность его использования при бурении анкерных шпуров по породам крепостью до 168 МПа.

В докладе к.т.н. В.А. Щерцко (ФТИМС НАНУ, Киев) «Антифрикционные алюмоматричные композиционные мате-

риалы упрочненные наноразмерными частицами» были проанализированы современные технологии изготовления металломатричных композиционных материалов, предложены пути внедрения наноразмерных упрочнителей в алюминиевую матрицу, оценены возможности применения разработанных технологических решений в промышленности и определены перспективные варианты внедрения.

Участники сессии обменялись мнениями о докладах, состоянии работ в области разработки новых материалов в своих странах, оценили работу Научного совета по новым материалам, высказали пожелания по ее улучшению. Проводимые ежегодно сессии Научного совета по новым материалам МААН позволяют сохранять и развивать творческие связи между учеными различных стран, способствуют интенсификации информационного обмена.

Следующее заседание Научного совета по новым материалам запланировано провести в мае 2017 г. Предварительная тематика сессии «Композиционные функциональные материалы».

● #1608

# 2016 МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ВЫСТАВКА

ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ, МЕТАЛЛООБРАБОТКИ И ЛИТЬЯ



25-27  
ОКТАБРЯ

2016 КИЕВ  
ЭКСПО  
ПЛАЗА

М. НИВКИ, УЛ. САЛЮТНАЯ, 2Б

ВПЕРВЫЕ В КИЕВЕ



**МАШПРОМ**

16-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ  
И МЕТАЛЛООБРАБОТКИ



**ЛитЭкс**

11-Я МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА  
ЛИТЕЙНОЙ ПРОДУКЦИИ, ТЕХНОЛОГИЙ,  
ОБОРУДОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ  
ПРОИЗВОДСТВА ЛИТЬЯ

000 Экспо-центр «МЕТЕОР»™  
+38 (056) 373-93-72, +38 (067) 639-86-79  
mashprom@expometeor.com  
litex@expometeor.com



# ООО «Фрониус Украина» — 25 лет в Украине!

В июне 2016 г. компания ООО «Фрониус Украина» отметила 25-летие. Ее предшественник, совместное украинско-австрийское предприятие СП «Фрониус-Факел» являлось дочерним предприятием известного австрийского концерна «Fronius International GmbH».

Компания «Fronius International GmbH» основана в далеком 1945 г. австрийцем Гюнтером Фрониусом, который наладил производство трансформаторов и зарядных устройств для аккумуляторов. Дела пошли успешно и ее основатель решил сосредоточить производство компании в области сварочных источников питания. Не многие знают, что Fronius International первая в мире начала изготовление первично включающихся инверторных источников питания для дуговой сварки на транзисторах. Это стало определяющим фактором в дальнейшем развитии фирмы.

Три подразделения Fronius International имеют одну цель: совершать технологические скачки, устанавливающие новые масштабы технологической революции.

С 1946 г. подразделение Perfect Charging разрабатывает системы для

заряда аккумуляторных батарей. За это время компания Fronius создала множество инновационных и качественных продуктов, признанных специалистами всего мира. 2005 год — начало технологической революции. Специалисты Fronius соединили преимущества традиционных трансформаторов с эффективностью инверторной техники. В результате появилась уникальная, экономичная и гибкая технология — Active Inverter Technology. На рынке систем для заряда батарей компания Fronius относится к ведущим поставщикам Европы.

С 1950 г. подразделение Perfect Welding разрабатывает инновационные сварочные технологии и доводит их до готовности к внедрению в производство. К ним относятся системы для электродуговой и контактно-точечной сварки вместе с соответствующим предложением услуг. Компания Fronius является лидером рынка в Европе и ведущим в мире разработчиком сварочных технологий.

Девиз подразделения Perfect Welding компании Fronius International GmbH — «Наша задача состоит в том, чтобы предоставить потребителям такое обо-



дование и технологии, которые помогут выполнить сварочные работы качественнее, быстрее и экономичнее чем прежде».

С 1992 г. подразделение Solar Energy занимается разработками в сфере солнечной электронике, поскольку энергообеспечение требует революционных изменений. Компания Fronius со своими сетевыми инверторами, уникальной программой сервиса (Fronius Service Partner) и устройствами контроля фототоксических установок относится к ведущим поставщикам в области солнечной электроники.

На сегодняшний день «Fronius International GmbH» — австрийское предприятие с главным офисом в Петтенбахе и отделениями в Вельсе, Тальхайме, Штайнхаусе и Заттледте. Компания специализируется на системах для зарядки батарей, сварочном оборудовании и солнечной электронике. Штат компании насчитывает 3385 сотрудников. Доля экспорта составляет 93%, что достигается благодаря 21-й дочерней компании, а также международным партнерам и представителям Fronius более чем в 60 странах. Благодаря первоклассным товарам и услугам, а также около 1000 действующих патентов, Fronius является одним из лидеров в области упомянутых выше технологий на мировом рынке.

Аналогичных стратегий своевременно следовать за инновационными сварочными и другими технологиями придерживались и украинские «дочерние» компании Fronius International — СП «Фрониус-Факел» и его преемник ООО «Фрониус Украина», официально зарегистрированная в 2005 г.

Поскольку потребность в современном качественном сварочном оборудовании была высока, компания сразу же

заняла лидирующие позиции в своем сегменте. Благодаря реализации на украинском рынке доступного и надежного современного сварочного оборудования, а также предоставлению полного спектра услуг по его обслуживанию, наличию высококвалифицированных сотрудников, предприятие активно способствует пропаганде и внедрению передовых технологий сварки и родственных процессов, высокой культуры производства.

ООО «Фрониус Украина» радует партнеров и потребителей новыми разработками, активно участвует в специализированных отечественных выставках, а также регулярно проводит различные тематические семинары в месте своей дислокации — с. Княжичи (Киевская обл.).

Компания идет в ногу со временем и представляет на рынке не только современное сварочное оборудование, но и роботизированные комплексы для различных видов сварки, солнечную электронику, системы заряда батарей и многое другое.

В числе партнеров ООО «Фрониус Украина» государственные структуры, известные компании и многие заводы Украины.

**Поздравляем наших коллег  
и партнеров с 25-летним юбилеем!  
Желаем дальнейших успехов,  
широких партнерских контактов,  
плодотворного сотрудничества,  
новых разработок,  
достижений и процветания!**

*НТК ИЭС им. Е. О. Патона,  
Совет ОСУ, ИЭС им. Е. О. Патона,  
редакция и редколлегия журнала  
«Сварщик»*

# Институт электросварки им. Е. О. Патона и государственное планирование развития сварочной науки, техники и производства. Начало пути\*

А. А. Мазур, канд. экон. наук, В. И. Снежко, ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ (Киев)

**Истоки.** По окончании в России Гражданской войны известный теоретик и практик мостостроения Евгений Оскарович Патон принимает активное участие в реализации масштабной программы восстановления разрушенных и строительства новых мостов. Величина стоящих задач, экономические и технические проблемы, возникающие при их реализации, заставляли 57-летнего ученого искать ответы на вопрос — как можно сократить сроки постройки мостов, снизить расходы труда, материалов и повысить их надежность? Чем можно заменить трудоемкую и высокочувствительную клепку?

В 1928 г. Евгений Оскарович проводит испытания капитально отремонтированного моста на одной из маленьких железнодорожных станций. По его словам, там он «впервые увидел, как молодой электросварщик быстро и аккуратно приваривал к одной из продольных балок длинную стальную полосу». Слышал об электросварке он и ранее, но воочию встретился с ней в первый раз. Увиденное заставило его задуматься: «Какой удивительно простой и экономный способ соединения металлов! Кто знает, может быть ему суждено совершить настоящую революцию в строительстве мостов, стальных конструкций, вагонов».

Ученый-мостовик «заболел сваркой всерьез».

К тому времени изобретения Н. Н. Бернардоша (1881 г. — способ электрической дуговой сварки металлов «Электрогепест») и Н. Г. Славянова (1888 г. — способ горячей сварки металлическим электродом) общепризнаны, запатентованы в экономически развитых странах (Италия, США, Франция, Германия, Англия), получена золотая медаль на Всемирной технической выставке в Чикаго. Силами энтузиастов электросварка начинает применяться в России и за ее пределами сначала для ремонта, а затем и для изготовления металлоконструкций.

Заведующему кафедрой мостов Киевского политехнического института было ясно, что будущее принадлежит электрической сварке. Он понимал, что эта на первый взгляд узкая область техники таит в себе большие, поистине неисчерпаемые возможности. Но было также ясно, что широкое применение сварки, как надежного и экономичного способа соединения металлов, требует комплекса исследований, включающих не только изучение механики сварных конструкций, металлургических процессов сварки, создание новых сварочных технологий, материалов, оборудования, но и изучение экономических проблем сварки, сварных конструкций и сварочного производства в целом.

**Электросварочная лаборатория.** В 1929 г. Е. О. Патон оставляет работу на кафедре КПИ и создает электросварочную лабораторию в составе Всеукраинской академии наук Украины (ВУАН), на базе которой в 1930 г. был организован «Электросварочный комитет

ВУАН» — научное учреждение, ядром которого была электросварочная лаборатория, расположенная на киевском заводе «Большевик».

Небольшой научный коллектив электросварочной лаборатории за короткий срок сумел из всего многообразия подлежащих решению вопросов выбрать ключевые для того периода проблемы и дать на них достаточно полные, обоснованные ответы.

В Электросварочном комитете при ВУАН проводились работы по изысканию оптимальных конструктивных форм сварных конструкций и проверке прочности сварных соединений при различных видах нагрузки. Отсутствие ясности по этим принципиальным вопросам, а также методических указаний по проектированию и расчету сварных изделий сдерживало применение сварки в промышленности.

Уже к концу 1933 г. накопленный лабораторией и Электросварочным комитетом практический и научный материал по сварке металлических конструкций был систематизирован в изданном Е. О. Патонем с группой сотрудников «Альбоме электросварных конструкций промышленного строительства». В нем были приведены многочисленные примеры наиболее типичных сварных соединений элементов конструкций и указана последовательность их сборки и сварки. Позднее в «Альбоме сварной аппаратуры сахарной промышленности» были сформулированы основные принципы проектирования сварных конструкций. Указывалось, что при их проектировании следует стремиться к возможно большему выполнению сварки в заводских условиях, где имеются все необходимые предпосылки для рационального производства и проведения контроля.

Грандиозная программа индустриализации СССР открыла неограниченные возможности для развития сварки во многих отраслях народного хозяйства, и в первую очередь в промышленном строительстве, машино- и судостроении.



Е. О. Патон среди участников первого совещания по автоматической сварке (1940 г.)

\* Часть 1. Данной статьей начинается серия публикаций по материалам книги: «ИЭС и государственное планирование развития сварочной науки, техники и производства»

Е.О. Патон и его сотрудники проводили большую работу по внедрению электросварки. Под руководством Евгения Оскаровича был спроектирован и построен в 1931 г. киевским заводом «Ленинская кузница» первый в нашей стране цельносварной речной буксирный пароход. Это достижение, а также работы В.П. Вологодина, проводившего сварку судов на Дальневосточном судостроительном заводе, положили начало широкому применению сварки в речном и морском судостроении.

В этот же период Евгений Оскарович начал работы по изучению возможностей применения сварки в мостостроении. У многих отечественных и зарубежных специалистов бытовало тогда мнение, что сварные мостовые конструкции проще клепаных. Патон не разделял его. Он писал: «Если при проектировании продумать все детали сварки, т.е. положение, какое будут иметь швы во время сварки, порядок, в каком надо варить швы, чтобы получить минимум деформаций и усадочных напряжений, если иметь в виду условия монтажа и порядок сварки элементов монтажных сопряжений, то следует признать, что проект сварных конструкций не проще, а иногда и много сложнее, но лучше клепаной конструкции. В особенности это относится к сварным мостам».

Особое внимание Е.О. Патон уделял проектированию сварных конструкций, указывая на необходимость изучения конструкторами технологического процесса сварки: «Хорошим проектировщиком сварных конструкций может быть только тот, кто изучил сам технологический процесс сварки. Конструктор должен ясно представлять себе весь процесс изготовления проектируемой им конструкции. Только при таких условиях можно получить полный эффект (как технологический, так и экономический) от применения электросварки».

Лаборатория вела исследования в первую очередь по вопросам, представлявшим непосредственный практический интерес. «Я стремился к тому, — писал Патон, — чтобы содержание моих работ и работ моих сотрудников отвечало нуждам сегодняшнего и завтрашнего дня народного хозяйства. Что может быть лучшей наградой для человека, чем видеть воплощение своих мыслей, своего труда в жизнь?» Неразрывное единство науки и практики Е.О. Патон рассматривал как непреложный закон, которому следовал до конца жизни.

С первых дней работы электросварочной лаборатории ученый настойчиво и целеустремленно планировал научную работу, предусматривая выбор и обоснование актуальных тем, правильное распределение исполнителей, способных и желающих выполнять данные исследования. По мнению Е.О. Патона, бюрократическое планирование, проводимое извне специально созданными руководящими организациями, не могло дать положительных результатов.

Создавалась материальная и организационная база исследований, велись поиски подходов к разработке и реализации технических и экономических преимуществ нового метода соединения металлов. Именно тогда формировалась новая идеология научной работы, которая теперь называется «патоновский стиль». Эта идеология, на многие десятилетия опередившая характер не только деятельности созданного им Института электросварки, но и развития сварочной науки и техники, сварочного производства в стране в целом, была определена им следующим образом: «Шагать в ногу с жизнью — этого мало для настоящей науки. Наука должна опередить сегодняшние потребности народного хозяйства, иначе она очень быстро отстанет и выродится».

В мемуарах Е.О. Патон так сформулировал свои мысли о практической ценности науки: «Научная работа в области техники только тогда имеет смысл и оправдывает себя, если от

нее прямую пользу получает практика, если она освещает новые пути практике и помогает ломать, отбрасывать старое и негодное».

С самого начала развития науки о сварке во главу угла ставились не только технические, но и экономические вопросы. Достаточно вспомнить, как их формулировал Е.О. Патон: «Сколько труда можно сберечь, сколько рабочих рук высвободить и насколько сократить сроки постройки».

**Создание Института.** Неизменно Е.О. Патон «стремился... опередить жизнь, быть готовым встретить ее завтрашние требования. И в то же время... удовлетворять ее сегодняшние вопросы, быстро отзываться на них».

В 1932 году, в ходе дискуссии о приоритетах научно-исследовательской тематики ВУАН на вторую пятилетку развития народного хозяйства СССР, Е.О. Патон опубликовал статью «Пути развития электросварки во второй пятилетке», где привел результаты технико-экономического анализа необходимых объемов производства сварочной аппаратуры для дуговой и контактной сварки и возможностей ее использования в промышленности. Это был первый в мире опыт оценки в государственном масштабе состояния и перспектив развития сварочной науки, техники и производства — прообраз будущей комплексной системы государственного планирования развития сварки в СССР, основанной на инициативах Института.

Е.О. Патон убедительно доказывал необходимость создания Института, где бы комплексно решались технические, экономические и организационные проблемы, связанные с разработкой и освоением промышленностью новых способов сварки при производстве металлоконструкций.

2 февраля 1933 г. Президиум ВУАН принял решение о создании Института электросварки, а 3 января 1934 г. Совнарком Украины утвердил постановление о создании первого в мире специализированного центра по проведению научных и инженерных работ по сварке. Директором института был назначен Е.О. Патон.

С момента создания институт проводил фундаментальные и прикладные исследования, имевшие большое значение для решения актуальных проблем становления сварочного производства как неотъемлемой части народного хозяйства СССР.

Как пишет в своих мемуарах Е.О. Патон, «я старался вести дело так, чтобы институт ни от кого ни в чем не зависел и имел в своих стенах всё необходимое для всесторонних научных исследований и внедрения их результатов в производство. Государственные деньги мы берегли, старались пореже обращаться к нему и с удовольствием отмечали, что хозяйственные средства института неуклонно растут. Со временем они достигли миллиона рублей и вдвое превысили утвержденный Ака-



демией бюджет, т.е. составили 2/3 всего финансирования института».

Евгением Оскаровичем впервые в нашей стране было выдвинуто положение о том, что любое научное учреждение, чтобы стать творческим организмом, должно состоять из трех подразделений: собственно исследовательского отдела, конструкторского бюро и опытных мастерских или завода.

Вся последующая история института подтвердила справедливость патоновских подходов к организации научной работы и определила успехи созданного им научного коллектива.

Основным отделом ИЭС на первых порах существования являлся отдел сварных конструкций. В сферу его научных интересов входили:

- экспериментальные исследования сварных балок, изыскание новых методов их расчета с целью значительной экономии металла;
- разработка методов борьбы со сварочными напряжениями и деформациями;
- изыскание мер борьбы с трещинами в сварных швах.

Предложенные институтом методы борьбы с трещинами буквально на лету подхватывались заводскими сварщиками.

На повестке дня также стояли вопросы поиска путей повышения производительности и улучшения условий труда рабочих-сварщиков. Решение последней проблемы виделось в механизации труда сварщиков-ручников, поэтому вторым в ИЭС был создан отдел механизации дуговой и контактной сварки. В работах по механизации сварки на первый план все больше выдвигалась группа автоматической сварки металлическим электродом. Будущее показало, что именно ей суждено было оказать ся на главном направлении работы института.

Для внедрения в заводскую практику разработок отдела механизации было создано конструкторское бюро.

**Высокоскоростная автоматическая сварка.** В сентябре 1935 года вся страна узнала имя Алексея Стаханова, перевернувшего все прежние понятия о производительности труда. Стахановы-сварщики ломали старые представления о возможностях ручной сварки, что делало автоматы института неконкурентоспособными с ручной сваркой, в первую очередь по производительности труда.

Проведенное в ИЭС совещание со сварщиками-стахановцами показало, что главным фактором повышения их производительности является не только лучшая организация труда на рабочем месте, но и использование электродов в 1,5–2 раза больших диаметров и, соответственно, повышение силы тока до 400 и более ампер.

Ручная сварка отозвалась еще на один призыв времени — для выпуска ответственной аппаратуры, рассчитанной на высокое давление, были созданы электроды с высококачествен-

ными покрытиями. Это дало ещё одну возможность улучшить механические свойства и качество швов, повысить сварочный ток, а также повысить производительность труда.

Стахановцы-сварщики в негласном соревновании побеждали специальный научно-исследовательский институт. И это не последний случай, когда экономика, на этот раз производительность труда, стимулировала разработки новых, более совершенных решений в технологии и оборудовании сварки.

Использованная в автоматах института технология сварки обмазанной проволокой по техническим причинам не позволяла обеспечить скорость сварки более 10 м/час, в то время как стахановцы «Уралвагонзавода» достигли вдвое большей производительности. Заводу был нужен автомат для сварки продольных балок большегрузных железнодорожных платформ, который варил бы со скоростью вдвое-втрое большей, чем это предусматривалось раньше.

Было ясно, что для выигрыша по производительности труда автоматической сварке необходим сварочный ток не в сотни, а в тысячи ампер. Для этого нужно освободить сварочную проволоку от обмазки. Но как тогда защитить дугу и расплавленный металл ванны от воздуха? Как часто бывает, новое решение вопроса нашлось в давно забытом старом — в опытах Бенардоса и Славянова с битым стеклом и со шлаковой защитой сварочной дуги. Поистине сказано — подлинно великое поразительно просто.

Это был ключ к проблеме повышения производительности автоматической сварки. Институт электросварки обязался создать для «Уралвагонзавода» и до 1 июня 1940 г. продемонстрировать установки со скоростью сварки 30 м/час, что даст возможность значительно увеличить выпуск железнодорожных платформ.

Уральцы приняли предложение — они ничем не рисковали, так как институт предлагал заводу оплатить работу только в том случае, если будут выполнены все его требования.

На демонстрацию новой установки, превратившуюся в Первую всесоюзную конференцию по автоматической дуговой сварке под флюсом, в июне 1940 г. в Киеве, кроме представителей заказчика, были приглашены со всех концов страны представители заводов, научно-исследовательских институтов и некоторых союзных наркоматов. Эта демонстрация стала одним из первых примеров реализации еще одной идеи Е. О. Патона: «Сначала развернуться на одном крупном заводе, а затем накопленный опыт перенести на многие другие предприятия» то, что в дальнейшем было названо «тиражированием использования научных разработок в промышленности».

Демонстрация прошла успешно. Внешний вид сварки, скорость передвижения автомата, качество сварного шва и условия работы сварщика-оператора поразили всех присутствовавших: «Тридцать метров в час! В шесть-семь раз быстрее хорошего ручного сварщика!» Завод без колебаний принял и оплатил установку.

Одновременно поступили заявки от многих других заказчиков. Но одна из заявок была особенно дорога сердцу старого мостовика — предложение главного инженера «Главстальконструкции» институту принять участие в строительстве большого моста через Днепр в Киеве.

В своих воспоминаниях Е. О. Патон пишет: «Давно у меня не было такого праздника на душе! Два дела моей жизни — мосты и электросварка — соединились воедино в одном замысле, в одной идее!»

Как это нередко бывает в жизни, многое идет не так, как хотелось бы. И на днепропетровском заводе, и в проектных организациях, и в наркоматах нашлось немало людей, одержимых страхом перед всем новым, согласных, в крайнем случае, на применение ручной сварки.

Ситуация зашла в тупик, и у секретаря ЦК КП(б) Украины Н. С. Хрущева было собрано совещание для окончательного решения вопроса: каким быть Наводницкому мосту — сварным или клепаным? Выслушав доводы за и против, в том числе убедительно аргументированное выступление академика Патона, совещание приняло решение: мост будем варить по технологии Института электросварки. На следующей неделе, ознакомившись уже в институте с технологией скоростной автоматической сварки под флюсом, руководитель республики сказал, обращаясь к Патону: «Вы и ваши сотрудники сделали большое, великое дело. Автоматическую сварку непременно нужно использовать в нашей промышленности». И попросил подготовить на его имя докладную записку с указанием, «на каких заводах лучше начать, что нужно сделать правительству, в чем нуждается Институт. Причем не стесняйтесь — дело этого стоит».

**Первое правительственное постановление.** В начале декабря 1940 года Е. О. Патона пригласили в Москву для согласования подготовленного по его записке проекта постановления правительства и ЦК партии о внедрении скоростной автоматической сварки под флюсом на 20-ти крупнейших предприятиях страны. Все, что намечал Институт, вошло в проект правительственного документа, но была сделана решительная поправка на большую широту работ и в то же время на более сжатые сроки, установлена личная ответственность наркомов. Предусматривалось все, в чем могут нуждаться заводы для внедрения у себя автоматической сварки, а также ассигнования на постройку и оборудование нового здания Института электросварки.

Это была высокая оценка работы патоновцев, но главное — институт получил широкие возможности для дальнейшей работы. Евгений Оскарович был приглашен переехать на полгода-год в Москву и принять непосредственное участие в руководстве по выполнению постановления. Одновременно на него были возложены с 1 января 1941 года обязанности руководителя отдела электросварки Центрального научно-исследовательского института технологии машиностроения (ЦНИИТМ) и члена Совета по машиностроению при Совнаркоме СССР. По настоятельной просьбе Е. О. Патона, он оставался также руководителем созданного им в Киеве Института электросварки.

Институту электросварки и Центральному научно-исследовательскому институту технологии машиностроения постановлением было поручено обеспечить предприятия рабочими чертежами автосварочных установок и оказать техническую помощь при их пуске и освоении.

В истории института в дальнейшем будет много подобных постановлений, но это не только самое первое, но и самое главное. Воплощался в жизнь еще один патоновский принцип: «сроки, организация исполнения и исполнительская дисциплина в научной работе играют большую роль. Установите точные, сжатые сроки — это значит работать энергично, целеустремленно. Жесткие сроки подгоняют и не дают расслабляться, искать «уважительные причины» для самооправдания, заставляют оперативно решать проблемы, мешающие достигать намеченных целей».

В постановлении была реализована разработанная Е. О. Патоном причинно-следственная связь: «научный результат — инженерная разработка — заинтересованность промышленностью — постановление правительства — широкое внедрение, поднимающее научные разработки на уровень решения государственных проблем».

15 февраля 1941 г. Председатель Госплана СССР Н. А. Вознесенский выступил на XVIII Всесоюзной конференции ВКП(б) с докладом о хозяйственных итогах 1940 года и плане развития народного хозяйства СССР на 1941 г.

Учитывая напряженность международной обстановки, Госплан СССР рассматривал задания, включаемые в народнохозяйственный план на 1941 г., с позиций повышения мобилизационной готовности экономики страны. Отдельно Н. А. Вознесенский остановился на проблеме общего улучшения технологии машиностроения, на необходимости автоматизации технологических процессов, в т.ч. широкого внедрения сварки голым электродом по методу Института электросварки Академии наук УССР. И еще раз подчеркнул значение технического плана как составной и очень важной части плана развития народного хозяйства.

Имея за спиной постановление правительства, безусловную поддержку заместителя Председателя Совнаркома В. А. Малышева и Председателя Госплана Н. А. Вознесенского, Патону удалось привлечь к ответственности те наркоматы и предприятия, которые срывали сроки выполнения своих заданий. В первом полугодии 1941 г. в сроки, установленные правительством, двадцать крупнейших заводов страны внедрили автоматическую сварку при производстве вагонов, цистерн и котлов.

В Москве состоялась Всесоюзная конференция по сварке, где основным был доклад Е. О. Патона «Скоростная автоматическая электросварка голым электродом под слоем флюса».

Вышла в свет подготовленная Е. О. Патоном монография «Скоростная автоматическая сварка под флюсом» — первое издание подобного рода в истории мировой техники. Учитывая актуальность темы, книгу издали за шесть дней после окончания рукописи и еще дважды переиздавали в годы войны.

Накоплен богатый опыт планирования, подготовки и контроля исполнения правительственных постановлений по развитию сварочной науки, техники и производства, который неоднократно будет востребован и в дальнейшем. И главное — получен опыт организации выполнения большого объема работ по внедрению передовых методов сварки в предельно сжатые сроки.

Наркоматы при участии института составляют планы дальнейшего расширения применения скоростной сварки на второе полугодие 1941 года.

Дома ждет работа по сварке Наводницкого моста. В ИЭС работают уже более 100 сотрудников, составляющих сплоченный, дружный коллектив энтузиастов-единомышленников.

Директору 71 год. За разработку способа и аппаратуры для скоростной автоматической сварки ему в марте 1941 года вручена Сталинская премия первой степени. Он полон энергии и новых планов.

Но наступило 22 июня 1941 года, и все мирные планы пришлось отложить.

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

## I. СТАЛЬ УГЛЕРОДИСТАЯ И ИЗДЕЛИЯ ИЗ НЕЕ

### I.0100. Металлопрокат

### I.0200. Проволока

|                                                                     |    |            |                          |                      |
|---------------------------------------------------------------------|----|------------|--------------------------|----------------------|
| Проволока ОЦ, ТО ОЦ, полиграфическая, для холод. высадки, пружинная | кг | договорная | (044) 200-8049, 200-8056 | Экотехнология ДП 000 |
|---------------------------------------------------------------------|----|------------|--------------------------|----------------------|

## II. СТАЛЬ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННАЯ И ИЗДЕЛИЯ ИЗ НЕЕ

### II.0100. Металлопрокат

### II.0200. Проволока

## III. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИЗДЕЛИЯ ИЗ НИХ

### III.0100. Медь и ее сплавы

### III.0200. Никель и его сплавы

### III.0300. Алюминий и его сплавы

### III.0400. Титан и его сплавы

### III.0500. Свинец и его сплавы. Баббиты

### III.0600. Прочие металлы и сплавы

## IV. СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

### IV.0100. Оборудование для дуговой сварки и родственных процессов

#### IV.0110. Генераторы, агрегаты и преобразователи сварочные

|                                                                                                                                    |     |            |                                |              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|--------------------------------|--------------|
| Свар. агрегат DENYO DLW-300LS, однопост.,<br>диз. двиг., 30-280 А, ПВ-100%, 10,4 кВА                                               | шт. | договорная | (044) 383-1812, (095) 899-1822 | Рентстор 000 |
| Свар. агрегат DENYO DLW-400LSW, двухпост., диз. двиг.,<br>1 пост: 60-380А, 2 поста: 30-190А, ПВ-100%, 15 кВА                       | шт. | договорная | (044) 383-1812, (095) 899-1822 | Рентстор 000 |
| Свар. агрегат DENYO DCW-480 ESW CC/CV, двухпост., диз. двиг.,<br>1 пост: 60-480А, 2 поста: 30-280А, ПВ-100%, 15 кВА. Хит продаж!!! | шт. | договорная | (044) 383-1812, (095) 899-1822 | Рентстор 000 |

#### IV.0120. Выпрямители сварочные

|                                                                                 |     |            |                          |                              |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|--------------------------|------------------------------|
| ВДМ-630, 1202, 1601, 2001                                                       | шт. | договорная | (0512) 581-208, 230-108  | Амити НПФ                    |
| ВДГ, ВДУ-302, 401, 506, 630, 1202, 1601                                         | шт. | договорная | (0512) 581-208, 230-108  | Амити НПФ                    |
| Инверторы для MMA/TIG сварки 160, 200, 315, 400 А                               | шт. | договорная | (0512) 581-208, 230-108  | Амити НПФ                    |
| Сварочное оборудование «FRONIUS», заряд. уст-ва для любых типов аккумуляторов   | шт. | от 600     | (044) 277-2141, 277-2144 | Фрониус-Украина 000          |
| CUPEL-175 G, для MMA/TIG сварки 120, 160, 200, 250, 315 А,<br>SW-333 («Семонт») | шт. | договорная | (044) 287-2716, 200-8042 | Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона |
| Инверторы ВДИ / 60-250 А (5 лет гарантии)                                       | шт. | договорная | (044) 287-2716, 200-8042 | Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона |

#### IV.0121. Установки аргонодуговой сварки и напыления

|                                                                |     |            |                                |                              |
|----------------------------------------------------------------|-----|------------|--------------------------------|------------------------------|
| Установки для аргонодуговой сварки Kemppi OY                   | шт. | договорная | (056) 767-1577, (094) 910-8577 | Саммит 000                   |
| TT-1600, MB-2200 (в т.ч. сварка алюминия) универ. ап-т WIG/TIG | шт. | от 6 500   | (044) 277-2141, 277-2144       | Фрониус-Украина 000          |
| TIG-200P AC/DC                                                 | шт. | 21 000     | (044) 287-2716, 200-8042       | Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона |

| Наименование                                                                                                                     | Ед. изм. | Цена, грн. | Телефон                        | Предприятие                  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------|--------------------------------|------------------------------|
| <b>IV.0130. Трансформаторы сварочные</b>                                                                                         |          |            |                                |                              |
| Трансформатор для сварки ТДФЖ-2001, ТДМ-250, 305, 403, 503                                                                       | шт.      | договорная | (0512) 581-208, 230-108        | Амити НПФ                    |
| БСН-04-500Т (питание от источника сварочной дуги)                                                                                | шт.      | договорная | (0512) 581-208, 230-108        | Амити НПФ                    |
| СТШ-250, СТШ-252, ТДМ-403                                                                                                        | шт.      | от 4 635   | (044) 287-2716, 200-8042       | Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона |
| <b>IV.0140. Сварочные механизированные аппараты (полуавтоматы для дуговой сварки)</b>                                            |          |            |                                |                              |
| П/м А25-001 с ВДГ или ВДУ, БУ встроен. в ИП, Ø0,8–3,0 мм, плав. регул.                                                           | шт.      | договорная | (0512) 581-208, 230-108        | Амити НПФ                    |
| Проф. инверт. комплекс для MIG/MAG сварки DIGITAL MIG 500                                                                        | шт.      | договорная | (0512) 581-208, 230-108        | Амити НПФ                    |
| Инверт. свар. комплексы НС 500D, НС350 для MIG/MAG, MMA, TIG сварки                                                              | шт.      | договорная | (0512) 581-208, 230-108        | Амити НПФ                    |
| Инвер. п/а MIG 188P, Ø0,6-1,2 мм                                                                                                 | шт.      | договорная | (0512) 581-208, 230-108        | Амити НПФ                    |
| Сварочн. механиз. аппараты (полуавтом. для дуговой сварки) Kemppi OY                                                             | шт.      | договорная | (056) 767-1577, (094) 910-8577 | Саммит ООО                   |
| ТР-1100, 1500 малогаб. моб. ап-ты двойн. действ., 4,2 кг, 220 В, 10–150 А                                                        | шт.      | от 2700    | (044) 277-2141, 277-2144       | Фрониус-Украина ООО          |
| П/а промышл. «Варио Стар» (160–400 А) «FRONIUS»                                                                                  | шт.      | от 4500    | (044) 277-2141, 277-2144       | Фрониус-Украина ООО          |
| Инверторные п/а, 160–350 А, горелки к п/а и расходные материалы                                                                  | шт.      | договорная | (044) 287-2716, 200-8042       | Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона |
| КП 006 с КИГ 401, ПДГ-215, 216                                                                                                   | к/шт.    | от 10 800  | (044) 287-2716, 200-8042       | Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона |
| П/автомат FAN MIG 404 GP (Synergy) 400 А, сварка всех сталей и Al                                                                | шт.      | 27 000     | (044) 287-2716, 200-8042       | Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона |
| <b>IV.0150. Автоматы для дуговой сварки</b>                                                                                      |          |            |                                |                              |
| Свар. трактор HS-1000 с инвер. ИП для одно- и двухдуговой сварки                                                                 | шт.      | договорная | (0512) 581-208, 230-108        | Амити НПФ                    |
| Сварочные трактора TC-18M, TC-77A, A-1698, TC-17                                                                                 | шт.      | договорная | (0512) 581-208, 230-108        | Амити НПФ                    |
| Установка для приварки шипов (шпилек) УПШ-1202-2                                                                                 | шт.      | договорная | (0512) 581-208, 230-108        | Амити НПФ                    |
| Полуавтоматы и автоматы для дуговой сварки производства ESAB                                                                     | шт.      | договорная | (0629) 37-9731, (067) 627-4151 | Промавтосварка НТЦ           |
| Аппараты для дуговой сварки Kemppi OY                                                                                            | шт.      | договорная | (056) 767-1577, (094) 910-8577 | Саммит ООО                   |
| Сварочные тракторы А1698, автоматы АД 231, АД 321                                                                                | шт.      | договорная | (044) 287-2716, 200-8042       | Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона |
| <b>IV.0160. Аппараты для воздушно-плазменной резки металлов и сплавов, запасные части</b>                                        |          |            |                                |                              |
| Плазматроны ВПР-9, ВПР-15, ВПР-402, расход. матер. комп. (Binzel)                                                                | шт.      | договорная | (044) 287-2716, 200-8042       | Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона |
| Киев-1 (толщ. реза до 8 мм), Киев-4 (толщ. реза до 80 мм)                                                                        | шт.      | договорная | (044) 287-2716, 200-8042       | Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона |
| CUT 70, CUT 100, CUT 120, CUT 160                                                                                                | шт.      | договорная | (044) 287-2716, 200-8042       | Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона |
| <b>IV.0170. Машины для сварки пластмасс</b>                                                                                      |          |            |                                |                              |
| <b>IV.0180. Сварочные роботы и системы автоматизации сварки</b>                                                                  |          |            |                                |                              |
| Сварочные роботы Fanuc                                                                                                           | шт.      | договорная | (056) 767-1577, (094) 910-8577 | Саммит ООО                   |
| Системы автоматизации сварки Kemppi OY                                                                                           | шт.      | договорная | (056) 767-1577, (094) 910-8577 | Саммит ООО                   |
| <b>IV.0190. Аппаратура управления к сварочному оборудованию</b>                                                                  |          |            |                                |                              |
| Пневмораспределитель                                                                                                             | шт.      | 58,20      | (044) 287-2716, 200-8042       | Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона |
| <b>IV.0200. Машины контактной сварки и комплектующие</b>                                                                         |          |            |                                |                              |
| Машины стык. и точ. св. МТ 2202, МСО 606, МТ 1928, МТ 4224, МСС 1901, МТМ-289 (сварка сеток), точ. маш. — Al (до 4 мм) МТВР-4801 | шт.      | договорная | (044) 287-2716, 200-8042       | Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона |
| КРАБ-01 (малогабарит. свар. клещи), маш. подвесная МПН 1110 (сварка сеток), маш. шовной сварки МШ 2201, МШ 3207                  | шт.      | договорная | (044) 287-2716, 200-8042       | Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона |

**PLASMA**

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

**LASER**

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

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



**THERMACUT®**  
THE CUTTING COMPANY®

**OXY-FUEL**

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

**РЕЗАКИ**

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

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

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

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

**ПОСТАВКИ ОТ ПРОИЗВОДИТЕЛЯ**

Республика БЕЛАРУСЬ

**БАЛЛОНЫ ПРОПАНОВЫЕ**

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

ОПТОВЫЕ ЦЕНЫ. Вся продукция сертифицирована.

Информация по тел.: (044) 200-80-44

тел. **(044) 200-80-56**

ДП «ЭКОТЕХНОЛОГИЯ» 03150, Киев, ул. Горького, 62

E-mail: sales@et.ua

www.et.ua

Ремонт и восстанов. машин контакт. сварки, купим машины контакт.

шт.

договорная

(044) 287-2716, 200-8042

Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона

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

Машины газорезательные — «Огонек», «Гугарк», «Орбита», «Радуга-М»,  
«Смена-2М», «АСШ-70», «ДОНМЕТ», «ESAB», «MESSER Grissheim»

шт.

договорная

(044) 287-2716, 200-8042

Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона

**IV.0320. Горелки и резаки газокислородные**

Резаки для ручной, газокислородной и плазменной механической резки шт. договорная (0629) 37-9731, (067) 627-4151 Промавтосварка НТЦ

Горелки ацетиленовая Г2А, пропановая ГЗУ, Г2 МАФ (након. №2-4), ЗИПы шт. от 126 (044) 287-2716, 200-8042 Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона

Комплекты газосварщика, кислор.-флюс. резки, клапана предохран., огнестойк., пост газосварщика (П) шт. от 360 (044) 287-2716, 200-8042 Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона

Резаки машинные, пропановые, ацетилен. ручн. резки, МАФ-газ (до 100 мм), жидкотопл. (бензин, керосин, ДТ) до 300 мм, ЗИПы шт. от 168 (044) 287-2716, 200-8042 Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона

**IV.0330. Генераторы ацетиленовые**

Генераторы (Воронеж, Россия) АСП-10, АСП-15, АСП-14,  
(сухой и водяной затворы), зап. части к АСП

шт.

договорная

(044) 287-2716, 200-8042

Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона

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

Редукторы, регуляторы, балл. в ассорт., вентиль ВК-94 (Россия) кислород.,  
пропановый ВБ-2, ВБ-2-1 (Б) (Беларусь), подогрев. углекислотный

шт.

договорная

(044) 287-2716, 200-8042

Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона

**IV.0350. Установки электролизные****IV.0360. Установки для газотермического напыления**

Металлизатор ЭМ-01М шт. договорная (0629) 37-9731, (067) 627-4151 Промавтосварка НТЦ

**IV.0370. Карбид кальция**

Карбид кальция (Словакия) по 100 кг, по 3, 5, 10 кг (пластик. ведра) кг договорная (044) 287-2716, 200-8042 Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона

**IV.0380. Рукава и шланги**

Рукав кислородный (Беларусь), ацетиленовый и кислород. цветной м от 6,30 (044) 287-2716, 200-8042 Технопарк ИЗС им. Е.О.Патона

- Сварочные горелки для механизированной и автоматической сварки в среде CO<sub>2</sub> и смесей (MB GRIP, RF GRIP, ABIMIG® GRIP A, ABIMIG® AT, AUT / 60-750 A, газовое и жидкостное охлаждение).
- Сварочные горелки для ручной и автоматической сварки неплавящимся электродом (ABITIG®, ABITIG® GRIP, ABITIG® GRIP Little / 80-500 A, газовое и жидкостное охлаждение).
- Электродержатели для сварки штучным электродом (DE 2200-2800 / 200-800 A).
- Блоки принудительного охлаждения (WK 23, WK 43, ABICOO L1000, ABICOO L1250).
- Редукторы газовые.

**ПОО**  
**«Бинцель Украина ГмбХ»**

Тел./факс:

(044) 403-12-99, 403-13-99

(044) 403-14-99, 403-15-99



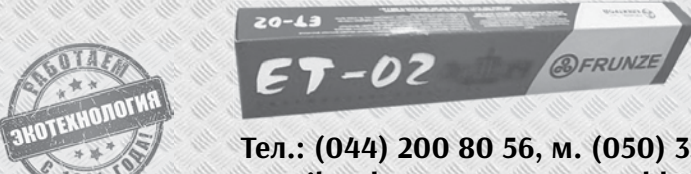
г. Киев: (050) 336-33-92  
г. Николаев: (050) 333-81-61  
г. Харьков: (050) 417-60-68  
г. Львов: (050) 382-46-68  
e-mail: info@binzel.kiev.ua



www.binzel-abicor.com

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

| Наименование                                                                                                                                                 | Ед. изм.   | Цена, грн. | Телефон                        | Предприятие                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|--------------------------------|------------------------------|
| <b>IV.0390. Баллоны газовые</b>                                                                                                                              |            |            |                                |                              |
| Баллоны: кислород, аргон, ацетилен, азот, углекислота и др. (40 л, 10 л, 2 л), новые (пропан, кислород, аргон, сж. воздух, CO <sub>2</sub> ) 50, 27, 12, 5 л | шт.        | от 144     | (044) 287-2716, 200-8042       | Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона |
| <b>IV.0400. Оборудование сварочное механическое и приспособления</b>                                                                                         |            |            |                                |                              |
| <b>IV.0500. Комплектующие изделия к сварочному оборудованию</b>                                                                                              |            |            |                                |                              |
| <b>IV.0510. Электрододержатели для ручной дуговой сварки</b>                                                                                                 |            |            |                                |                              |
| Электрододержатели ESAB и др., клеммы массы                                                                                                                  | ком.       | договорная | (0629) 37-9731, (067) 627-4151 | Промавтосварка НТЦ           |
| Электрододержатели, клеммы массы (Германия, Польша, Китай)                                                                                                   | шт.        | от 19,8    | (044) 287-2716, 200-8042       | Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона |
| <b>IV.0520. Горелки сварочные для ручной, механизированной и автоматической сварки и комплектующие к ним</b>                                                 |            |            |                                |                              |
| ЗИП к горелкам TIG, MIG/MAG сварки, плазменной резки                                                                                                         | шт.        | договорная | (0629) 37-9731, (067) 627-4151 | Промавтосварка НТЦ           |
| Строгачи (возд. дуг. стр.) I-1500A и более                                                                                                                   | шт.        | договорная | (0629) 37-9731, (067) 627-4151 | Промавтосварка НТЦ           |
| Горелки для MIG/MAG, WIG/TIG «FRONIUS»                                                                                                                       | шт.        | от 400     | (044) 277-2141, 277-2144       | Фрониус-Украина ООО          |
| Горелки для аргонодуговой, MIG/MAG, TIG сварки и комплект. к ним                                                                                             | шт.        | от 870     | (044) 287-2716, 200-8042       | Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона |
| <b>IV.0530. Реостаты балластные</b>                                                                                                                          |            |            |                                |                              |
| Реостаты балластные                                                                                                                                          | шт.        | договорная | (056) 767-1577, (094) 910-8577 | Саммит ООО                   |
| <b>IV.0540. Инструменты</b>                                                                                                                                  |            |            |                                |                              |
| Маркеры «MARKAL B», «MARKAL M-10», «MARKAL M», «MARKAL K», «MARKAL H, HT», BALL PAINT, DURA BALL, Red Ritter / Silver Streak                                 | шт.        | договорная | (044) 287-2716, 200-8042       | Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона |
| комплект сменных стержней для SILVER STREAK, RED RITTER, маркировка и разметка LUMBER CRAYON и TYRE MARQUE                                                   | шт.        | договорная | (044) 287-2716, 200-8042       | Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона |
| <b>IV.0550. Электроинструменты</b>                                                                                                                           |            |            |                                |                              |
| <b>IV.0560. Кабельно-проводниковая продукция</b>                                                                                                             |            |            |                                |                              |
| Кабель сварочный, силовой КГ, КОГ, након. каб. луж. 16, 25, 35, 50 мм <sup>2</sup>                                                                           | м/шт.      | договорная | (044) 287-2716, 200-8042       | Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона |
| <b>IV.0570 Прочие комплектующие</b>                                                                                                                          |            |            |                                |                              |
| Электротех. комп. (переключатели, вентиляторы, диоды, разъемы и т.д.)                                                                                        | шт.        | договорная | (0629) 37-9731, (067) 627-4151 | Промавтосварка НТЦ           |
| Контакты КМ-600ДВ, КМ-400ДВ, клеммы массы                                                                                                                    | шт.        | от 840     | (044) 287-2716, 200-8042       | Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона |
| <b>IV.0600. Оборудование для термической обработки</b>                                                                                                       |            |            |                                |                              |
| Термопепал для сушки электродов ESAB                                                                                                                         | шт.        | договорная | (0629) 37-9731, (067) 627-4151 | Промавтосварка НТЦ           |
| <b>IV.0700. Средства для защиты металла и оборудования</b>                                                                                                   |            |            |                                |                              |
| Спрей «Binzel», 400 мл, паста «Дюзюфикс», 300 г, для травл. нерж. стали TSK-2000, 2 кг                                                                       | емк./балл. | от 30,18   | (044) 287-2716, 200-8042       | Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона |
| Защита: от налип. брызг, антикорр. «АРК/МРС», 10 л, «Black Jack», 500 мл, «Autravil VA» обезжир. нерж. стали, 400 мл                                         | емк./балл. | от 27      | (044) 287-2716, 200-8042       | Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона |
| «Antiperl EMU #1», «Antiperr 2000», 400 мл, канистра, 10 л, «Cromalux VA», 400 мл                                                                            | балл.      | от 18      | (044) 287-2716, 200-8042       | Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона |



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

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

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

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

ВАШ ЛУЧШИЙ ВЫБОР!



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

## V. СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

### V.0100. Электроды покрытые металлические

#### V.0110. Для сварки углеродистых и легированных сталей

|                                                                                          |    |            |                                |                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------|--------------------------------|----------------------|
| Сварочные материалы (электроды, проволока, неплавящиеся электроды)                       | кг | договорная | (0629) 37-9731, (067) 627-4151 | Промавтосварка НТЦ   |
| Сварочные электроды Boehler, HYUNDAI WELDING                                             | кг | договорная | (056) 767-1577, (094) 910-8577 | Саммит ООО           |
| АНО-4 (346), МР-3 (346), АНО-21 (346), УОНИ-13/55 (350А), УОНИ 13/45 (342А), повыш. кач. | кг | договорная | (044) 200-8056, 248-7336       | Экотехнология ДП ООО |
| ЦЛ-39 (3-09Х1МФ), ЦУ-5 (3-50А), ТМЛ-3У (3-09Х1МФ), ТМЛ-1У (3-09Х1М), ТМУ-21У (350А)      | кг | договорная | (044) 200-8056, 248-7336       | Экотехнология ДП ООО |

#### V.0120. Для сварки нержавеющей сталей

|                                                          |    |            |                                |                      |
|----------------------------------------------------------|----|------------|--------------------------------|----------------------|
| Сварочные электроды Boehler, HYUNDAI WELDING             | кг | договорная | (056) 767-1577, (094) 910-8577 | Саммит ООО           |
| ОЗЛ-6, ЦЛ-11, ОЗЛ-8, ОЗЛ-17У, ЗНО-8, НИИ-48Г, НЖ-13      | кг | договорная | (044) 200-8056, 248-7336       | Экотехнология ДП ООО |
| ЗА-395/9 (3-11Х15Н25М6АГ2), ЗА-400/10У (3-07Х19Н11М3Г2Ф) | кг | договорная | (044) 200-8056, 248-7336       | Экотехнология ДП ООО |

#### V.0130. Для сварки цветных металлов и сплавов

#### V.0140. Для сварки чугуна

|             |    |        |                          |                      |
|-------------|----|--------|--------------------------|----------------------|
| МНЧ-2, ЦЧ-4 | кг | от 102 | (044) 200-8056, 248-7336 | Экотехнология ДП ООО |
|-------------|----|--------|--------------------------|----------------------|

#### V.0150. Для наплавки

|                                                                     |    |            |                          |                      |
|---------------------------------------------------------------------|----|------------|--------------------------|----------------------|
| Т-590, Т-620, ЗН-60М; ОЗН-6, ОЗН-300, ОЗН-400, НР-70, ЦН-6Л, ЦН-12М | кг | договорная | (044) 200-8056, 248-7336 | Экотехнология ДП ООО |
|---------------------------------------------------------------------|----|------------|--------------------------|----------------------|

#### V.0160. Для резки

|                        |    |            |                          |                      |
|------------------------|----|------------|--------------------------|----------------------|
| АНР-2М, АНР-3 Ø4; 5 мм | кг | договорная | (044) 200-8056, 248-7336 | Экотехнология ДП ООО |
|------------------------|----|------------|--------------------------|----------------------|

### V.0200. Электроды неплавящиеся

|                                          |     |         |                          |                      |
|------------------------------------------|-----|---------|--------------------------|----------------------|
| Электроды вольфрамовые (Германия, Китай) | шт. | от 10,0 | (044) 200-8056, 248-7336 | Экотехнология ДП ООО |
|------------------------------------------|-----|---------|--------------------------|----------------------|

### V.0300. Проволока сварочная сплошная и прутки

#### V.0310. Для сварки углеродистых и легированных сталей

|                                                              |    |            |                                |                      |
|--------------------------------------------------------------|----|------------|--------------------------------|----------------------|
| Сварочная проволока Boehler, HYUNDAI WELDING                 | кг | договорная | (056) 767-1577, (094) 910-8577 | Саммит ООО           |
| Проволока Св-08Г2С омед., в бухтах, на касс. 5,15 кг (Китай) | кг | от 15,0    | (044) 200-8056, 248-7336       | Экотехнология ДП ООО |
| Проволока Св-08А                                             | кг | 9,30       | (044) 200-8056, 200-8049       | Экотехнология ДП ООО |

#### V.0320. Для сварки нержавеющей сталей

|                                                                                                |    |            |                                |                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------|--------------------------------|----------------------|
| Сварочная проволока Boehler, HYUNDAI WELDING                                                   | кг | договорная | (056) 767-1577, (094) 910-8577 | Саммит ООО           |
| Св-07Х25Н13 Ø1,2, 1,6, 3,0 мм, Св-08Х14Н8С3Б (ЗП-305) Ø2,0 мм, Св-08Х20Н9Г7Т Ø1,6, 3,0, 4,0 мм | кг | 69-75      | (044) 200-8056, 248-7336       | Экотехнология ДП ООО |

#### V.0330. Для сварки цветных металлов и сплавов

|                                                                       |    |       |                          |                      |
|-----------------------------------------------------------------------|----|-------|--------------------------|----------------------|
| Проволоки для сварки алюминия на кат., в бухтах, прутках, Ø0,8-4,0 мм | кг | от 87 | (044) 200-8056, 248-7336 | Экотехнология ДП ООО |
|-----------------------------------------------------------------------|----|-------|--------------------------|----------------------|

#### V.0340. Для сварки чугуна

|                            |    |            |                          |                      |
|----------------------------|----|------------|--------------------------|----------------------|
| ПАНЧ-11, МНЖКТ Ø1,2-3,0 мм | кг | договорная | (044) 200-8056, 248-7336 | Экотехнология ДП ООО |
|----------------------------|----|------------|--------------------------|----------------------|

### V.0400. Проволока порошковая

#### V.0410. Для сварки углеродистых и легированных сталей

|                                                |    |            |                                |                      |
|------------------------------------------------|----|------------|--------------------------------|----------------------|
| Сварочная проволока Boehler, HYUNDAI WELDING   | кг | договорная | (056) 767-1577, (094) 910-8577 | Саммит ООО           |
| ПП-АН1 Ø2,8 мм, ППР-ЭК1 (для подводной сварки) | кг | договорная | (044) 200-8088, 200-8056       | Экотехнология ДП ООО |

## ФЛЮС СВАРОЧНЫЙ АН-348А

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



ДП «Экотехнология»

тел. (044) 200-80-42

м. (050) 311-34-41



| Наименование                                                 | Ед. изм. | Цена, грн. | Телефон                  | Предприятие          |
|--------------------------------------------------------------|----------|------------|--------------------------|----------------------|
| <b>V.0420. Для сварки нержавеющей стали</b>                  |          |            |                          |                      |
| <b>V.0430. Для сварки цветных металлов</b>                   |          |            |                          |                      |
| <b>V.0440. Для сварки чугуна</b>                             |          |            |                          |                      |
| <b>V.0450. Для наплавки</b>                                  |          |            |                          |                      |
| ПП-Нп-30ХГСА                                                 | кг       | договорная | (044) 200-8056, 248-7336 | Экотехнология ДП 000 |
| <b>V.0460. Для резки</b>                                     |          |            |                          |                      |
| ППР-ЭК4                                                      | кг       | договорная | (044) 200-8056, 248-7336 | Экотехнология ДП 000 |
| <b>V.0500. Флюсы плавные и керамические</b>                  |          |            |                          |                      |
| <b>V.0510. Для сварки углеродистых и легированных сталей</b> |          |            |                          |                      |
| АН-47, АН-348А, АН-26                                        | кг       | договорная | (044) 200-8056, 248-7336 | Экотехнология ДП 000 |

## VI. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ГАЗЫ

|                                                                         |       |            |                          |                      |
|-------------------------------------------------------------------------|-------|------------|--------------------------|----------------------|
| <b>VI.0100. Инертные газы (аргон, гелий)</b>                            |       |            |                          |                      |
| <b>VI.0200. Активные газы (кислород, углекислый газ, водород, азот)</b> |       |            |                          |                      |
| Кислород, углекислота, азот                                             | балл. | договорная | (044) 200-8056           | Экотехнология ДП 000 |
| <b>VI.0300. Газовые смеси</b>                                           |       |            |                          |                      |
| Аргон, азот, ацетилен, спец.свар. смеси                                 | балл. | договорная | (044) 200-8056, 200-8051 | Экотехнология ДП 000 |

## VII. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ СВАРЩИКОВ

|                                                                                                                                        |     |            |                                |                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|--------------------------------|----------------------|
| <b>VII.0100. Щитки маски и очки защитные, комплектующие</b>                                                                            |     |            |                                |                      |
| Средства индив. защиты сварщиков (одежда, маски, щитки, каски, очки)                                                                   | шт. | договорная | (0629) 37-9731, (067) 627-4151 | Промавтосварка НТЦ   |
| Маски сварщика в ассорт., АСФ маска («Speedglass»), щитки свар. и очки защитные в ассорт., шлем пескоструйщика «Кивер», дробеструйщика | шт. | от 18      | (044) 200-8056, 200-8051       | Экотехнология ДП 000 |
| <b>VII.0200. Специальная одежда и обувь</b>                                                                                            |     |            |                                |                      |
| Щитки защитные НБТ, костюм, перчатки, краги и рукавицы сварщика, обувь раб. в ассорт.                                                  | шт. | от 18      | (044) 200-8056, 200-8051       | Экотехнология ДП 000 |
| <b>VII.0300. Средства индивидуальной защиты</b>                                                                                        |     |            |                                |                      |
| Фильтры сменные, респираторные маски (с/без клапана) и полумаски                                                                       | шт. | договорная | (044) 200-8056, 200-8051       | Экотехнология ДП 000 |

## VIII. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

|                                                                  |     |            |                                |                      |
|------------------------------------------------------------------|-----|------------|--------------------------------|----------------------|
| <b>VIII.0100. Приборы и материалы неразрушающего контроля</b>    |     |            |                                |                      |
| Приборы и материалы неразрушающего контроля                      | шт. | договорная | (0629) 37-9731, (067) 627-4151 | Промавтосварка НТЦ   |
| Термоиндикаторные карандаши на 50-1200 °С «LA-CO» (США)          | шт. | договорная | (044) 200-8056                 | Экотехнология ДП 000 |
| Любые приборы контроля и диагностики под заказ                   | шт. | договорная | (044) 248-7336, 200-8056       | Экотехнология ДП 000 |
| <b>VIII.0200. Контрольно-измерительные приборы</b>               |     |            |                                |                      |
| Контрольно-измерительные приборы (манометры, расходомеры и т.д.) | шт. | договорная | (0629) 37-9731, (067) 627-4151 | Промавтосварка НТЦ   |

## IX. СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА

|                                                 |     |            |                                |                    |
|-------------------------------------------------|-----|------------|--------------------------------|--------------------|
| <b>IX.0100. Системы вытяжки</b>                 |     |            |                                |                    |
| Системы вытяжки сварочных дымов (ESAB, Совплим) | шт. | договорная | (0629) 37-9731, (067) 627-4151 | Промавтосварка НТЦ |

## X. УСЛУГИ

|                                                                                                                  |     |            |                          |                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------|--------------------------|----------------------|
| <b>X.0100. Услуги</b>                                                                                            |     |            |                          |                      |
| Разработка и внедр. технологии ремонта сваркой и наплавкой деталей, узлов и металлоконструкций из стали и чугуна | шт. | договорная | (044) 287-2716, 200-8056 | Экотехнология ДП 000 |

## Алфавитный указатель компаний-участников журнала «Сварщик»

|                                   |                                                                                         |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| Амити ООО                         | ..... т. (0512) 23 01 08, ф. 58 12 08                                                   |
| Белгазпромдиагностика УП          | ..... т./ф. (+375 17) 209 87 51, 205 08 68,<br>info@diag.by                             |
| Бинцель Украина ГмбХ ПИИ ООО      | ..... т./ф. (044) 403 12 99, 403 13 99,<br>403 14 99, 403 15 99                         |
| Велдотерм-Україна ТОВ             | ..... т./ф. (03472) 60 330, weldotherm@ukrpost.ua                                       |
| Велтек ТМ ООО                     | ..... т./ф. (044) 200 86 97, 200 84 85,<br>200 82 09, 200 87 27                         |
| Галэлектросервис ПНФ ООО          | ..... т. (032) 239 29 15, ф. (032) 239 29 17                                            |
| Запорожстеклофлюс ПАО             | ..... т. (061) 289 03 53, ф. 289 03 50                                                  |
| Интерхим-БТВ ООО                  | ..... т. (044) 527 98 52, 527 98 53, ф. 527 98 62                                       |
| Линде Газ Украина ПАО             | ..... т./ф. (0562) 35 12 25, 35 12 28,<br>(056) 790 03 33, (0 800) 30 51 51             |
| Мигатехиндустрия ООО              | ..... т. (044) 360 25 21, 500 58 59                                                     |
| НАВКО – ТЕХ НПФ ООО               | ..... т. (044) 456 40 20, ф. 456 83 53                                                  |
| Надежда Ритейл ООО                | ..... т./ф. (0532) 66 52 89, 62 99 11,<br>(050) 308 31 24, (050) 496 36 81              |
| ОЗСО ІЗС ім. Е.О. Патона ООО      | ..... т./ф. (044) 259 40 00,<br>office@paton.ua                                         |
| Промавтосварка НТЦ ЧП             | ..... т./ф. (0629) 37 97 31, м. (067) 627 41 51,<br>(066) 177 86 97                     |
| Промышленный форум МВЦ            | ..... т. (044) 201 11 65, 201 11 56, 201 11 58                                          |
| Рентстор ООО                      | ..... т. (044) 383 18 12, м. (095) 899 18 22                                            |
| Саммит ООО                        | ..... т./ф. (056) 767 15 77, м. (094) 910 85 77, м. (067) 561 32 24                     |
| Сумы-Электрод ООО                 | ..... т. (0542) 22 54 37, ф. 22 54 38, 22 13 42                                         |
| Термакат Украина Гмбх ООО         | ..... т. (044) 403 16 99, м. (050) 336 33 91                                            |
| Технолазер-Сварка ООО             | ..... т. (0512) 36 91 20, ф. 50 10 01, 57 21 27                                         |
| Технопарк ІЗС ім. Е.О. Патона ООО | ..... т. (0-44) 287 27 16, 200 80 42                                                    |
| Фрониус Украина ООО               | ..... т. (044) 277 21 41, 277 21 40, ф. 277 21 44                                       |
| Центросплав-Україна ООО           | ..... т. (044) 379 27 34, ф. 332 06 73, 594 09 42,                                      |
| Экотехнология ДП ООО              | ..... т./ф. (0-44) 200 80 56 (многокан.),<br>287 26 17, 287 27 16, 200 80 42, 248 73 36 |

## Подписка-2016 на журнал «Сварщик»

подписной индекс 22405. Подписку на журнал  
можно оформить у региональных представителей:

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

## ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

| Название книги                                                                                                                                 | Цена (грн.)* |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>В. И. Лакомский, М. А. Фридман.</b><br>Плазменно-дуговая сварка углеродных<br>материалов с металлами. 2004. — 196 с. .... 50                |              |
| <b>А. А. Кайдалов.</b> Электронно-лучевая сварка<br>и смежные технологии. Издание 2-е,<br>переработанное и дополненное. 2004. — 260 с. .... 60 |              |
| <b>О. С. Осика та ін.</b> Англо-український та українсько-<br>англійський словник зварювальної термінології.<br>2005. — 256 с. .... 50         |              |
| <b>В. М. Корж.</b> Газотермічна обробка матеріалів:<br>Навчальний посібник. 2005. — 196 с. .... 50                                             |              |
| <b>В. Я. Кононенко.</b> Газовая сварка и резка.<br>2005. — 208 с. .... 50                                                                      |              |
| <b>С. Н. Жизняков, З. А. Сидлин.</b> Ручная дуговая сварка.<br>Материалы. Оборудование. Технология.<br>2006. — 368 с. .... 70                  |              |
| <b>А. Я. Ищенко и др.</b> Алюминий и его сплавы в совре-<br>менных сварных конструкциях. 2006. — 112 с. с илл. 50                              |              |
| <b>П. М. Корольков.</b> Термическая обработка сварных<br>соединений. 3-е изд., перераб. и доп. 2006. — 176 с. ... 50                           |              |
| <b>А. Е. Анохов, П. М. Корольков.</b> Сварка и термическая<br>обработка в энергетике. 2006. — 320 с. .... 50                                   |              |
| <b>Г. И. Лашенко.</b> Способы дуговой сварки стали<br>плавящимся электродом. 2006. — 384 с. .... 60                                            |              |
| <b>А. А. Кайдалов.</b> Современные технологии<br>термической и дистанционной резки<br>конструкционных материалов. 2007. — 456 с. .... 60       |              |
| <b>П. В. Гладкий, Е. Ф. Переpletчиков, И. А. Рябцев.</b><br>Плазменная наплавка. 2007. — 292 с. .... 60                                        |              |
| <b>А. Г. Потапьевский.</b> Сварка в защитных газах<br>плавящимся электродом. Часть 1. Сварка<br>в активных газах. 2007. — 192 с. .... 50       |              |
| <b>Г. И. Лашенко, Ю. В. Демченко.</b> Энергосберегающие<br>технологии послесварочной обработки<br>металлоконструкций. 2008. — 168 с. .... 50   |              |
| <b>Б. Е. Патон, И. И. Заруба и др.</b> Сварочные<br>источники питания с импульсной стабилизацией<br>горения дуги. 2008. — 248 с. .... 50       |              |
| <b>З. А. Сидлин.</b> Производство электродов<br>для ручной дуговой сварки. 2009. — 464 с. .... 100                                             |              |
| <b>В. Н. Радзиевский, Г. Г. Ткаченко.</b><br>Высокотемпературная вакуумная пайка<br>в компрессоростроении. 2009. — 400 с. .... 90              |              |
| <b>В. Н. Корж, Ю. С. Попиль.</b> Обработка металлов<br>водородно-кислородным пламенем. 2010. — 194 с. ... 50                                   |              |

\* Цены на книги указаны без учета стоимости доставки

Редакция журнала «Сварщик»: 03150, Киев, а/я 337  
тел./факс: (044) 200-80-14, 200-80-18  
e-mail: welder.kiev@gmail.com, trofimits.welder@gmail.com  
www.welder.stc-paton.com

**Подписка-2016  
на журнал «Сварщик»  
в каталоге «Укрпочта»  
Подписной индекс  
22405**

# Сервисная карточка читателя

Без заполненного  
формуляра  
недействительна

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

- обведите в Сервисной карточке индекс, соответствующий интересующей Вас продукции/услуге (отмечен на страницах журнала после символа «#»);
- заполните Формуляр читателя;
- укажите свой почтовый адрес;
- отправьте Сервисную карточку с Формуляром по адресу: **03150, Киев-150, а/я 337, «Сварщик».**

|      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1593 | 1594 | 1595 | 1596 | 1597 | 1598 | 1599 | 1600 |
| 1601 | 1602 | 1603 | 1604 | 1605 | 1606 | 1607 | 1608 |
| 1609 | 1610 | 1611 | 1612 | 1613 | 1614 | 1615 | 1616 |
| 1617 | 1618 | 1619 | 1620 | 1621 | 1622 | 1623 | 1624 |
| 1625 | 1626 | 1627 | 1628 | 1629 | 1630 | 1631 | 1632 |
| 1633 | 1634 | 1635 | 1636 | 1637 | 1638 | 1639 | 1640 |

Заполняется печатными буквами

Ф. И. О. \_\_\_\_\_

Должность \_\_\_\_\_

Тел. ( \_\_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_

Предприятие \_\_\_\_\_

Подробный почтовый адрес: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016 г.

\_\_\_\_\_

подпись

## Формуляр читателя

Ф. И. О. \_\_\_\_\_

Должность \_\_\_\_\_

Тел. ( \_\_\_\_\_ ) \_\_\_\_\_

Предприятие \_\_\_\_\_

Виды деятельности предприятия \_\_\_\_\_

Выпускаемая продукция / оказываемые услуги \_\_\_\_\_

Руководитель предприятия (Ф. И. О.) \_\_\_\_\_

Тел. \_\_\_\_\_ Факс \_\_\_\_\_

Отдел маркетинга / рекламы (Ф. И. О.) \_\_\_\_\_

Тел. \_\_\_\_\_ Факс \_\_\_\_\_

Отдел сбыта / снабжения (Ф. И. О.) \_\_\_\_\_

Тел. \_\_\_\_\_ Факс \_\_\_\_\_

## Тарифы на рекламу в 2016 г.

| На внутренних страницах            |                                       |       |
|------------------------------------|---------------------------------------|-------|
| Площадь                            | Размер, мм                            | Грн.* |
| 1 полоса                           | 210×295                               | 4000  |
| 1/2 полосы                         | 180×125                               | 2000  |
| 1/4 полосы                         | 88×125                                | 1000  |
| На страницах основной обложки      |                                       |       |
| Страница                           | Размер, мм                            | Грн.* |
| 1 (первая)                         | 215×175                               | 9000  |
| 8 (последняя)                      | 210×295<br>(после обрезки<br>205×285) | 6000  |
| 2 и 7                              |                                       | 5500  |
| На страницах внутренней обложки    |                                       |       |
| Стр. (площадь)                     | Размер, мм                            | Грн.* |
| 3 (1 полоса)                       | 210×295                               | 5000  |
| 4 (1 полоса)                       | 210×295                               | 4800  |
| 5-6 (1 полоса)                     | 210×295                               | 4500  |
| 5-6 (1/2 полосы)                   | 180×125                               | 2300  |
| Визитка или микромодульная реклама |                                       |       |
| Площадь                            | Размер, мм                            | Грн.* |
| 1/16                               | 90×26                                 | 360   |

\* (все цены в грн. с НДС):  
Рекламно-техническая статья: 1 полоса (стр.) — 1500 грн.

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

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

**Строчные ч-б позиции**

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

### Прогрессивная система скидок

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

### Требования к оригинал-макетам

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

**Файлы принимаются в форматах:** PDF, AI, INDD, TIF, JPG, PNG, WMF, PSD, EPS, CDR, QXD с прилинкованными изображениями и шрифтами. Изображения должны быть качественными, не менее 300 dpi, цветные палитру CMYK, текст в кривых, если нет шрифтов.  
**Носители:** CD, DVD, или флэш-диск.

Подача материалов в очередной номер — до 15-го числа нечетного месяца (например, в № 5 — до 15.09)

Зам. гл. ред., рук. ред. **В.Г. Абрамшвили**, к.ф.-м.н.:  
тел./факс: (044) **200-80-14**, моб. (050) **413-98-86**  
e-mail: welder.kiev@gmail.com

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