



5 (135) 2020

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^{НТК}

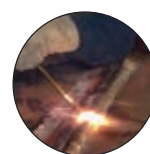
Производственно-технический журнал

№ **5** 2020
сентябрь-октябрь

ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВО
РЕМОНТ

СОДЕРЖАНИЕ

Памяти Б.Е. Патона	
Борис Евгеньевич Патон – внес непревзойденный вклад в научно-технический прогресс, в организацию науки, в развитие страны и благосостояние общества	4
Поздравляем	
Леониду Михайловичу Лобанову исполнилось 80 лет!	8
Технологии и сварочное оборудование	
Новые конвертеры для высокоэффективных многопостовых сварочных систем. <i>Л.М. Лобанов, А.Е. Коротынский, Н.М. Махлин, В.Е. Водолазский, В.Ю. Буряк, Л.П. Муценко, А.В. Степахно, В.А. Корицкий, Е.В. Жовтяк</i>	10
Оборудование для производства	
Газокислородный резак Р1Ш-Сп для работы в труднодоступных местах. <i>В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко</i>	16
Газопламенная резка и термическая правка	
Воздушно-дуговые процессы в машиностроительном производстве. <i>В.И. Панов</i>	21
Технологии ремонта в судоремонтном производстве	
Ильчевский судоремонтный завод: технологические решения бюро сварки при проведении ремонта деталей и узлов из высоколегированных сталей, коррозионностойких, жаростойких и жаропрочных сплавов. <i>В.К. Пустомельник, С.М. Хачик, В.Г. Левицкий, О.В. Игнатенков</i>	24
Охрана труда	
Сравнительный анализ производственных стандартов по нормированию ультрафиолетового излучения, действующих в Украине и других странах. <i>О.Н. Гончарова, А.Т. Малахов</i>	26
Новости техники и технологий	30
Роботизация промышленного производства	
«Мы делаем мир более технологичным, создавая умные производства» – миссия компании Триада Лтд Ко	33
Новинки сварочного оборудования	
TransSteel Pulse – идеальное решение для сварки сталей и цветных сплавов	37
Стандартизация	
Исследование влияния источников рисков на техническую безопасность сварных конструкций при эксплуатации и внедрении стандарта ДСТУ ISO 9001: 2015. <i>Ю.К. Бондаренко, О.В. Ковальчук, Ю.В. Логинова</i>	41
Интеллектуальная собственность для науки и промышленности	
Патентная информация - уникальный источник технической, правовой и коммерческой информации. <i>И.В. Бернадская</i>	49
Страницы истории ИЭС им. Е.О. Патона.	
К 150-летию Е.О. Патона. Памяти Б.Е. Патона	
Евгений Оскарович Патон – выдающийся ученый в области мостостроения и сварки, основатель Института электросварки. Часть 3. <i>А.Н. Корниенко, А.П. Литвинов</i>	51
Все для сварки. Торговый Ряд	58



СВАРЩИК

Производственно-технический журнал

№ 5 2020

сентябрь - октябрь

ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВО
РЕМОНТСвидетельство 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:

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

Главный редактор В. Д. Позняков

Зам. главного редактора

Редакционная коллегия

Редакционный совет

Редактор

Верстка

Адрес редакции

Тел./факс

E-mail

URL

Представительство в Беларуси

Представительство в России

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

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

Подписано в печать 13.10.2020. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная. Бумага офсетная. Гарнитура PetersburgC. Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 5,2. Зак. № 36363 от 12.10.2020. Тираж 900 экз. Печать: ЧП «ИТЕК СЕРВИС», 2020. Киев, ул. Шахтерская, 9. Тел./ф. (044) 591 1012, 591 1013.

© НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» НАНУ, 2020

Подписка-2020
на журнал «Сварщик»
в каталоге «Укрпочта»
Подписной индекс
22405

Пам'яті Б.Є. Патона

- Борис Евгеньевич Патон – внёс неперевершённый вклад в научно-технический прогресс, в организацию науки, в развитие страны на доброту суспільства. 4

Вітаємо

- Леоніду Михайловичу Лобанову виповнилося 80 років! 8

Технології та зварювальне обладнання

- Нові конвертори для високоефективних багатопостових зварювальних систем.
Л.М. Лобанов, А.Е. Коротинський, Н.М. Махлін, В.Є. Водолазський, В.Ю. Бурак,
Л.П. Муценко, А.В. Степакно, В.А. Корицький, Е.В. Жовтяк. 10

Обладнання для виробництва

- Газокисневий різак Р1Ш-Сп для роботи у важкодоступних місцях.
В.М. Литвинов, Ю.М. Лисенко. 16

Газополум'яне різання і термічна правка

- Повітряно-дугові процеси в машинобудівному виробництві. В.І. Панов. 21

Технології ремонту в судоремонтному виробництві

- Ільчівський судоремонтний завод: технологічні рішення бюро зварювання при проведенні ремонту деталей і вузлів з високолегованих сталей, корозійностійких, жаростійких і жароміцних сплавів.
В.К. Пустомельник, С.М. Хачик, В.Г. Левицький, О.В. Ігнатенков. 24

Охорона праці

- Порівняльний аналіз виробничих стандартів по нормуванню ультрафіолетового випромінювання, що діють в Україні та інших країнах.
О.Н. Гончарова, А.Т. Малахов. 26

Новини техніки та технологій

- Роботизація промислового виробництва. 30

Роботизація промислового виробництва

- «Ми робимо світ технологічнішим, створюючи розумні виробництва» – місія компанії Triada Ltd Co. 33

Новинки зварювального обладнання

- TransSteel Pulse – ідеальне рішення для зварювання сталей та кольорових сплавів. 37

Стандартизація

- Дослідження впливу джерел ризиків на технічну безпеку зварних конструкцій при експлуатації та впровадженні стандарту DSTU ISO 9001:2015.
Ю.К. Бондаренко, О.В. Ковальчук, Ю.В. Логінова. 41

Інтелектуальна власність для науки та промисловості

- Патентна інформація – унікальне джерело технічної, правової та комерційної інформації. І.В. Бернадська. 49

Сторінки історії ІЕС ім. Є.О. Патона. До 150-річчя Є.О. Патона.**Пам'яті Б.Є. Патона**

- Євген Оскарович Патон – видатний вчений в галузі мостобудування і зварювання, засновник Інституту електрозварювання. Частина 3.
А.М. Корнієнко, А.П. Литвинов. 51

- Все для зварювання. Торговий Ряд. 58

CONTENT**In memory of B.E. Paton**

- Boris Evgenievich Paton – made an unsurpassed contribution to scientific and technological progress, to the organization of science, to the development of the country and the welfare of society. 4

Congratulations

- Leonid Mikhailovich Lobanov received 80 years! 8

Technologies and welding equipment

- New converters for highly efficient multi-station welding systems.
L.M. Lobanov, A.E. Korotynskiy, N.M. Makhlin, V.E. Vodolazskiy, V.Yu. Buriak,
L.P. Mutsenko, A.V. Stepanko, V.A. Koritskiy, E.V. Zhovtyak. 10

Equipment for the production

- Oxy-fuel cutter R1SH-Sp for work in hard-to-reach places.
V.M. Litvinov, Yu.N. Lysenko. 16

Gas-flame cutting and thermal fixing

- Air-arc processes in mechanical engineering production. V.I. Panov. 21

Repair technologies in ship repair production

- Ilichivsk shipyard: technological solutions of the welding bureau during the repair of parts and assemblies made of high-alloy steels, corrosion-resistant and heat-resistant alloys.
V.K. Pustomelnik, C.M. Khachik, V.G. Levitskiy, O.V. Ignatenkov. 24

Labor protection

- Comparative analysis of production standards for the regulation of ultraviolet radiation in force in Ukraine and other countries. O.N. Goncharova, A.T. Malakhov. 26

News of engineering and technology

- Robotization of industrial production. 30

Robotization of industrial production

- «We make the world more technological by creating smart factories» – is the mission of Triada Ltd Co. 33

New welding equipment

- TransSteel Pulse is the ideal solution for welding steels and non-ferrous alloys. 37

Standardization

- Investigation of the influence of risk sources on the technical safety of welded structures during operation and implementation of the DSTU ISO 9001: 2015 standard.
Yu.K. Bondarenko, O.V. Kovalchuk, Yu.V. Loginova. 41

Intellectual property for science and industry

- Patent information is a unique source of technical, legal and commercial information.
I.V. Bernadskaya. 49

Pages of history of the E.O. Paton EWI. To the 150-th anniversary of E.O. Paton.**In memory of B.E. Paton**

- Evgeniy Oskarovich Paton is an outstanding scientist in the field of bridge building and welding, the founder of the Electric Welding Institute. Part 3.
A.N. Kornienko, A.P. Litvinov. 51

- All for welding. Trading row. 58

Новые конверторы для высокоэффективных многопостовых сварочных систем.

Л.М. Лобанов, А.Е. Коротинский, Н.М. Махлин, В.Е. Водолазский, В.Ю. Буряк, Л.П. Муценко, Анат.В. Степахно, В.А. Корицкий, Е.В. Жовтяк

Описаны результаты глубокой модернизации в 2020 г. для использования в горно-металлургическом комплексе и др. отраслях экономики, разработанных еще в 2001-2003 гг. (впоследствии успешно внедренных на предприятиях атомной отрасли Украины) в ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ совместно с ГП «Научно-инженерный центр сварки и контроля в отрасли атомной энергетики Украины ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины» электронных регуляторов сварочного тока (сварочных конверторов (СК)) РДЭ-251 УЗ.1 и РДГ-201 УЗ.1 для многопостовых сварочных систем MMA и TIG соответственно. Представлены внешние вольтамперные характеристики и приведены структурно-функциональные схемы, основные параметры и особенности модернизированных регуляторов сварочного тока - РДЭ-401 УЗ.1 и РДГ-402 УЗ.1 для высокоэффективных многопостовых сварочных систем MMA и TIG. Показаны энергетические и технологические преимущества электронных регуляторов сварочного тока (СК) по сравнению с используемыми по сей день балластными реостатами.

Газокислородный резак Р1Ш-Сп для работы в труднодоступных местах.

В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко

Для кислородной резки листового и сортового металлопроката толщиной до 100 мм используются стандартные резаки Р1, работающие как на ацетилене, так и на газах - заменителях. Однако существует обширный перечень работ, где использовать эти резаки затруднительно, например, при удалении заклепок и болтов, при ремонте корня сварного шва в узкой разделке и т. д. Разработан газокислородный резак специального назначения Р1Ш-Сп и налажено его серийное производство. Резак предназначен для работы в труднодоступных местах. Приведены технические характеристики резака, описаны его устройство и работа, представлены чертежи основных узлов и деталей. Показана работа резака, она проиллюстрирована фотографиями.

Воздушно-дуговые процессы в машиностроительном производстве.

В.И. Панов

Воздушно-дуговые процессы являются одним из звеньев обработки металлов в высокотехнологичных металлургических, металлообрабатывающих и сварочных производствах. Технологический процесс воздушно-дуговой обработки широко применяется в металлургическом и сварочном производстве, в ремонтной сварке. Эти процессы имеют свои физико-химические особенности, вызывающие определенные затруднения, они также описаны в статье.

Ильичевский судоремонтный завод: технологические решения бюро сварки при проведении ремонта деталей и узлов из высоколегированных сталей, коррозионностойких, жаростойких и жаропрочных сплавов.

В.К. Пустомельник, С.М. Хачик, В.Г. Левицкий, О.В. Игнатенков

Статья посвящена процессам сварки высоколегированных нержавеющей сталей с использованием различных видов сварки и с применением разных сварочных материалов. Рассмотрены разновидности нержавеющей сталей, их классификация; различные способы сварки, применяемые в сварочной лаборатории бюро сварки и в производственных цехах на ЧАО «Ильичевский судоремонтный завод».

Исследование влияния источников рисков на техническую безопасность сварных конструкций при эксплуатации и внедрении стандарта ДСТУ ISO 9001: 2015.

Ю.К. Бондаренко, О.В. Ковальчук, Ю.В. Логинова

Объект исследования статьи – интегрированные системы управления на предприятиях сварочного производства. Предмет исследования статьи – процессы разработки, внедрения и функционирования интегрированной системы управления качеством сварных конструкций на предприятиях. Цель работы - разработка предложений по совершенствованию процессов управления качеством сварочной техники на основе международных стандартов ISO 9000, ISO 14000, OHSAS 18000, SA 8000; рекомендации по их интеграции и гармонизации. Методы исследования – комплекс общенаучных методов (анализ, синтез, сравнение, обобщение), статистических методов (диаграмма Исикавы, контрольные листы), метод SWOT-анализа, экспертных оценок, прогнозирования.

Нові конвертори для високоєфективних багатопостових зварювальних систем.

Л.М. Лобанов, А.Е. Коротинський, Н.М. Махлін, В.Є. Водолазський, В.Ю. Буряк, Л.П. Муценко, Анат.В. Степахно, В.А. Корицький, Е.В. Жовтяк

Описано результати глибокої модернізації в 2020 р. для використання в гірничо-металургійному комплексі та ін. галузях економіки, розроблених ще в 2001-2003 рр. (і згодом успішно впроваджених на підприємствах атомної галузі України) в ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ спільно з ДП «Науково-інженерний центр зварювання та контролю в галузі атомної енергетики України ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України» електронних регуляторів зварювального струму (зварювальних конверторів (ЗК)) РДЕ-251 УЗ.1 і РДГ-201 УЗ.1 для багатопостових зварювальних систем MMA і TIG відповідно. Представлені зовнішні вольтамперні характеристики і приведені структурно-функціональні схеми, основні параметри і особливості модернізованих регуляторів зварювального струму - РДЕ-401 УЗ.1 і РДГ-402 УЗ.1 для високоєфективних багатопостових зварювальних систем MMA і TIG. Показано енергетичні та технологічні переваги електронних регуляторів зварювального струму (ЗК) в порівнянні з використовуваними донині баластними реостатами.

Газокисневий різак Р1Ш-Сп для роботи у важкодоступних місцях.

В.М. Литвинов, Ю.М. Лисенко

Для кисневого різання листового і сортового металопрокату товщиною до 100 мм використовуються стандартні різак Р1, що працюють як на ацетилені, так і на газах - заміниках. Однак існує великий перелік робіт, де використовувати ці різакі важко, наприклад, при видаленні заклепок і болтів, при ремонті кореня зварного шва в вузькому обробленні і т.д. Розроблено газокисневий різак спеціального призначення Р1Ш-Сп і налагоджено його серійне виробництво. Різак призначений для роботи у важкодоступних місцях. Наведено технічні характеристики різак, описані його пристрій і робота, представлені креслення основних вузлів і деталей. Показана робота різак, вона проілюстрована фотографіями.

Повітряно-дугові процеси в машинобудівному виробництві.

В.І. Панов

Повітряно-дугові процеси є одним з ланок обробки металів в високотехнологічних металургійних, металообробних і зварювальних виробництвах. Технологічний процес повітряно-дугової обробки широко застосовується в металургійному та зварювальному виробництві, в ремонтному зварюванні. Ці процеси мають свої фізико-хімічні властивості, що викликають певні труднощі, вони також описані в статті.

Ільичевський судоремонтний завод: технологічні рішення бюро зварювання при проведенні ремонту деталей і вузлів з високолегованих сталей, корозійностійких, жаростійких і жаропрочних сплавів.

В.К. Пустомельник, С.М. Хачик, В.Г. Левицький, О.В. Ігнатенков

Стаття присвячена процесам зварювання високолегованих нержавіючих сталей з використанням різних видів зварювання і з застосуванням різних зварювальних матеріалів. Розглянуто різновиди нержавіючих сталей, їх класифікація; різні способи зварювання, що застосовуються в зварювальній лабораторії бюро зварювання і в виробничих цехах на ПрАТ «Ільичевський судоремонтний завод».

Дослідження впливу джерел ризиків на технічну безпеку зварних конструкцій при експлуатації та впровадженні стандарту ДСТУ ISO 9001:2015.

Ю.К. Бондаренко, О.В. Ковальчук, Ю.В. Логінова

Об'єкт дослідження статті – інтегровані системи управління на підприємствах зварювального виробництва. Предмет дослідження статті – процеси розробки, впровадження та функціонування інтегрованої системи управління якістю зварних конструкцій на підприємствах. Мета роботи – розробка пропозицій щодо удосконалення процесів управління якістю зварювальної техніки на основі міжнародних стандартів ISO 9000, ISO 14000, OHSAS 18000, SA 8000; рекомендацій по їх інтеграції та гармонізації. Методи дослідження – комплекс загальнонаукових методів (аналіз, синтез, порівняння, узагальнення), статистичних методів (діаграма Ісикави, контрольні аркуші), метод SWOT-аналізу, експертних оцінок, прогнозування.



ПАТОН Борис Євгенович

19 серпня 2020 року на 102 році пішов з життя Борис Євгенович Патон, видатна Людина: вчений, організатор науки, громадський діяч, директор Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона, Герой Соціалістичної Праці (двічі – 1969, 1978 рр.), Герой України (1998 р.), заслужений діяч науки і техніки України (1968 р.), академік Національної академії наук України (з 1958 р.), її президент (з 1962 р.), академік АН СРСР (з 1962 р.), АН РФ, депутат Верховної Ради УРСР (1959–1988 рр.) і Верховної Ради СРСР (1962–1991 рр.), член ЦК КПРС.

Борис Євгенович Патон – вніс неперевершений вклад у науково-технічний прогрес, в організацію науки, в розвиток країни та добробут суспільства



Борис Євгенович Патон – учений в галузі зварювання, металургії, матеріалознавства, нових технологій, організатор науки, державний і громадський діяч, академік НАН України (1958), АН СРСР (1962), президент НАНУ (з 1962), народився 27.11.1918 у Києві у родині професора Є.О. Патона.

У 1941 р. закінчив Київський індустріальний інститут (НТТУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського»), почав працювати у 1941 р. на заводі «Красне Сормово» в м. Горькому (Нижній Новгород, РФ).

Б.Є. Патон з 1942 р. до останніх днів працював в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України.

Наукову діяльність Б.Є. Патон розпочав у Нижньому Тагілі (РФ), де Інститут перебував під час війни СРСР з Німеччиною і її сателітами. Тут він виконав фундаментальні дослідження процесів зварювання під флюсом і вперше експериментально встановив наявність дугового розряду (співавтор А.М. Макара), о сприяло створенню нових зварювальних матеріалів і удосконаленню обладнання і технології зва-

рювання броньових сталей. З 1946 р. Б.Є. Патон – завідувач відділом. Він розробляє нову зварювальну техніку, встановлює незалежність ефективності саморегулювання зварювальної дуги від густини струму на електроді, закладає основи теорії автоматів для різних видів дугового зварювання, розробляє вимоги до джерел живлення та систем керування зварювальними головками. Дослідив процеси у зварювальних ланцюгах, нагрівання й плавлення металів, на основі яких розробив системи регулювання режимів зварювання, спростив конструкцію зварювальних автоматів. Вивчаючи динаміку процесів плавлення електродів, встановив умови, при яких можливо напівавтоматичне дугове зварювання і запропонував обладнання для механізації зварювання складних конструкцій. На основі цих досліджень було розроблено нові технології виробництва труб і будівництва трубопроводів, виробництва і ремонту залізничного транспорту та ін.

У 1949 р. Б.Є. Патон з Г.З. Волошкевичем вперше в світі створив електрошлакове зварювання металевих конструкцій з вузлів необмеженої товщини. Цей новий вид зварювання відкрив новий етап світового науково-технічного прогресу, уможливив виготовлення потужних енергетичних установок, ковальсько-пресового обладнання, устаткування для хімічної, атомної та інших галузей промисловості. Його розвиток став підґрунтям нової галузі промисловості – спеціальної електрометалургії.

У 1950–1953 роках Б.Є. Патон – заступник директора, з 1953 р. – директор ІЕЗ ім. Є.О. Патона. Б.Є. Патон веде пошук нових методів прискорення впровадження наукових досягнень у виробництво. У 1959 р. конструкторський відділ і експериментальні майстерні інститут перетворений в Дослідне конструкторсько-технологічне бюро і Дослідний завод електрозварювального устаткування, в 1978 р. організований Дослідний завод зварювальних матеріалів, а в 1981 р. – Дослідний завод спеціальної електromеталургії. В результаті ІЕЗ ім. Є.О. Патона в 1981 р. отримав статус науково-технічного комплексу. Так, під керівництвом Бориса Євгеновича інститут виріс в найбільший світовий центр по зварюванню.

Широкий науковий кругозір, здатність охоплювати весь комплекс проблем, розроблюваних інститутом, визначати тенденції і перспективи розвитку, постійний контакт із співробітниками дозволили Борисові Євгеновичу налаштувати колектив інституту на розв'язування великих, практично значимих завдань. Що дня директор проводив десяток нарад, де обговорювалися актуальні питання, оцінювалися пропозиції, результати досліджень і надавалися нові доручення. Був тісний контакт з міністрами, керівниками НДІ і КБ.

З середини 1950-х рр. Б.Є. Патон організував дослідження нових джерел енергії та особливостей металургійних процесів, започаткував нові напрямки розвитку зварювання та споріднених технологій, організував розробку технологій виготовлення відповідальних високонавантажених конструкцій нової техніки зі спеціальних сталей, міді, алюмінію, титану, цирконію, ніобію, ванадію та інших металів і їх сплавів. Вперше в світі досліджено контурний трансформатор і розроблено контактне автоматичне зварювання безперервним оплавленням магістральних трубопроводів, залізничних рейок, прокату великого перерізу, елементів ракет, низки інших відповідальних конструкцій зі сплавів на основі алюмінію, магнію, титану, нержавіючих і жароміцних сталей (спільно з В.К. Лебедевим, В.О. Сахарновим, С.І. Кучуком-Яценком). Під його керівництвом досліджено зварювання особливо високоміцних сталей (А.М. Макара); розроблено леговані сталі високої міцності для зварних конструкцій (Б.С. Касаткін); методи ефективного використання прокату металів (О.А. Казимиров) і наплавленого металу та підвищення опору втомі зварних конструкцій (В.І. Труфяков), створено матеріали і технологія підводного зварювання відкритою дугою (І.М. Савич), нові покоління покритих електродів, порошкових дрітків і стрічок різного призначення (І.І. Фрумін, І.К. Походня). Використання електронного променя вирішило проблеми зварювання виробів ракетобудування, хімічної промисловості, суднобудування та конструкцій інших галузей із спеціальних сталей, високоміцних сплавів на основі алюмінію і титану (Б.О. Мовчан, О.К. Назаренко, А.А. Бондарев, В.М. Нестеренков).

У 1960–1980-х рр. під керівництвом Б.Є. Патона проводилися дослідження хіміко-металургійних процесів у рідкому і твердому металі, результати яких використано для розширення можливостей зварювання та родинних технологій. Зокрема, створено і розвинуто техніку дугового, плазмового і мікроплазмового зварювання в інертних газах (Д.А. Дудко, В.С. Гвоздецький, С.П. Лакиза), зварювання вольфрамовим електродом по шару активного флюсу-пасти (Б.М. Кушніренко, К.А. Ющенко), зварювання та різання лазерним променем, енергією вибуху (В.М. Кудінов), магнітно-імпульсного (К.К. Хренов, В.А. Чудаков), дифузійного (Г.К. Харченко) зварювання, зварювання під водою (І.М. Савич, В.Є. Патон) тощо. Крім нових способів зварювання, створюються нові технології наплавлення і переплавлення, він досліджує процеси переплаву, розробляє технологію електрошлакового лиття, керує створенням устаткування і технологій для нових методів зварювання та родинних технологій.

Б.Є. Патон очолив дослідження особливостей взаємодії зварювальних джерел нагрівання з металом, розробляє нові способи одержання металів високої якості, створює нову металургійну галузь – спеціальну електromеталургію у складі електрошлакового переплаву (1952, з Б.І. Медоваром), електронно-променевої плавки (1959, з Б.О. Мовчаном), плазмо-дугового переплаву (1960, з В.Й. Лакомським, Г.М. Григоренком та ін.). З групою співробітників (Б.І. Медоваром, Ю.Д. Гупалом та ін.) Б.Є. Патон відкрив у 1963–1964 рр. явище утворення вакууму в герметичному об'ємі, між металевими поверхнями, що нагріваються, та розробив нову технологію виробництва біметалевого прокату. У 1980-х р. на основі нагрівання електронним променем створено гібридні нанотехнології твердотельного синтезу заданої послідовності структур, технології нанесення покриттів на метали, кераміки, з метою одержання виробів з різноманітними якостями, підвищення ресурсу експлуатації тощо (разом з Б.О. Мовчаном). Під керівництвом Б.Є. Патона з кінця 1960-х р. почалося створення нового покоління зварювального обладнання, зокрема – зварювальних роботів (Г.О. Спину, Ф.А. Киселевський). Інвестиція цих та багато інших проривних технологій була вирішальною в економічному розвитку країни, значним внеском у світовий науково-технічний прогрес.

У ХХІ столітті під керівництвом Б.Є. Патона було поглиблено дослідження з метою створення нових сплавів з особливими експлуатаційними якостями і розробки технологій їх з'єднання, методів зниження деформацій і напруг, контроль якості і ресурсу зварних конструкцій і машин (Л.М. Лобанов, М.Л. Жадкевич, А.Я. Недосека, В.О. Троїцький та ін.). Значну увагу директор інституту приділяв створенню нових технологій паяння (В.Ф. Хорунів та ін.), нових ефективних технологій, зокрема на основі гібридного ла-

зерно-плазмового (І.В. Кривцун) та плазмово-індукційного нагрівання (В.О. Шаповалов). Було вивчено процеси формування структури при зварюванні, властивості та опір руйнуванню зварних з'єднань із високоміцних конструкційних сталей; на підґрунті яких розроблено технології виготовлення і ремонту машин та інженерних споруд тривалого терміну експлуатації (В.Д. Позняков). В останні роки розпочато освоєння технології виготовлення складних металевих виробів із застосуванням 3D-принтерного друкування (Є.В. Шаповалов), нанесення наночасток срібла на ліки (Б.О. Мовчан, К.Ю. Яковчук) та інші актуальні напрямки.

У 1963 р. Б.Є. Патон започаткував і очолив розробку обладнання і технологій зварювання, паяння, термічного різання й наплення в умовах космосу. В результаті було проведено перший в світі експеримент з електронно-променевого, дугового і плазмового зварювання і термічного різання на пілотованому космічному кораблі «Союз-6» на установці «Вулкан» (1969 р.), доведено можливість застосовувати зварювання та споріднені технології при монтажі металоконструкцій у космічному просторі та проведення необхідних ремонтних робіт. Керував експериментами за бортом орбітальної станції, в якому ручним електронно-променевим інструментом виконано зварювання, паяння, різання й наплення (1984 р.); багатоплановими металургійними дослідженнями і створенням нових композиційних матеріалів; комплексними експериментами розкриття конструкцій з ферм, по їх зварюванню і паянню на орбітальній станції «Мир» (1985–1996 рр.).

З 1990 р. Б.Є. Патон ініціював і керував зварювання у медицині, дослідженнями процесів коагуляції. Було доведено можливість використання струму високої частоти для з'єднання розрізів тканин, створено особливі медичні інструменти і джерела живлення, способи зварювання живих м'яких тканин людини, які широко застосовують в загальній хірургії, гінекології, отоларингології та ін. галузях (з В.К. Лебедевим, І.В. Кривцуном та ін.).

Б.Є. Патон є автором багатьох наукових, науково-популярних праць і винаходів. При ньому активного розвитку дістала наукова школа, започаткована його батьком Є.О. Патоном.

В другій половині XX ст. у світі розгорнулася науково-технічна революція. Академія наук України вимагала в якості її очільника керівника нового типу. Б.Є. Патон мав значний досвід організації робіт зі створення інноваційних технологій, керівництва великим науковим колективом, глибоке розуміння ролі науки в суспільстві, її мету і завдання, був відданий науці, відомий невичерпною енергією та високими моральними якостями. Ці та чимало інших чинників стали вирішальними при виборі у 1962 р. Б.Є. Патона на посаду президента Академії наук УРСР. Новий президент відразу розпочав її реконструкцію.

У 1963 р. в СРСР почалася велика реформа, яка стосувалася всієї академічної науки країни. Головною її метою була централізація керівництва наукою. Відповідно до постанови ЦК КПРС і Ради Міністрів СРСР, Президії АН СРСР надавалися права загального керівництва і контролю за роботою республіканських академій наук, галузевих НДІ, вищих навчальних закладів. Під керівництвом Б.Є. Патона було розроблено нову структуру Академії наук УРСР, її новий статут, спрямований на найраціональніше використання наукових сил і засобів, концентрацію їх на вирішенні науково-технічного прогресу та економіки країни.

Б.Є. Патона 11 разів обирали Президентом Академії наук УРСР – НАН України. Під його керівництвом було розроблено нову структуру Академії, новий її Статут. З 1965 р. за його ініціативою в ній створено десятки нових інститутів і організацій, в Донецьку – академічний науковий центр і відкрито університет, згодом створено також інші наукові центри АН УРСР – Західний (Львів), Південний (Одеса), Північно-Східний (Харків), Придніпровський (Дніпропетровськ) і Кримський (Сімферополь) для координації наукової діяльності в регіонах. Важливу роль відіграв Б.Є. Патон у справі координації діяльності державних академій наук в Україні, співпраці з вузами, розширення їх взаємодії в інтересах розвитку науки і держави в цілому.

Знання промисловості та перспектив розвитку її окремих галузей дозволило Б.Є. Патону організувати підготовку пропозицій щодо розвитку зварювання в СРСР. В червні 1958 р. керівництво СРСР прийняло постанову «Про подальше впровадження у виробництво зварювальної техніки». У 1959 р. при ІЕЗ було створено Координаційну раду СРСР зі зварювання на чолі з Б.Є. Патоном. У 1970 р. ІЕЗ доручено роботу з координації подальшого розвитку зварювальної науки і техніки з головними зварювальними інститутами країн-членів Ради Економічної Взаємодопомоги. За пропозиціями Б.Є. Патона приймалися інші урядові постанови, міждержавні угоди.

Під керівництвом Б.Є. Патона великі колективи вчених академії виконали прогнозне оцінювання негативних екологічних і соціально-економічних наслідків великомасштабної осушувальної та зрошувальної меліорації в Україні, інтенсивної хімізації сільського господарства, перекидання частини стоку річок Дунаю та Дніпра.

Особисто і від учених України він виступав проти будівництва атомної електростанції в районі Чорнобиля. У 1986 р., з перших днів аварії на ЧАЕС, колективи багатьох інститутів Академії наук УРСР, її Президія під його керівництвом взяли активну участь у роботі з ліквідації наслідків катастрофи.

На початку перебудови, розпочатої М.С. Горбачовим в СРСР, Б.Є. Патон одним із перших забив на сполох, звернувши увагу на недостатність дер-

жавного фінансування наукових досліджень і створення інноваційних технологій. У 1989 р. Б.Є. Патон зазначав: «За нинішніх умов наука приречена грати роль служниці всесильних монополістів – відомств і міністерств. Принизливе безправ'я – одна з причин аморальності. Адже сутність нашої професії – пошук істини. Боротьба за них – основа нашої моралі. Але сьогодні знайдені вченими істини відторгаються як чужорідне тіло, якщо не вигідні відомствам. Треба зрозуміти: нехтування правдою розбещує не лише тих, хто внаслідок групових інтересів проштовхує в народне господарство багатомільярдні антинаукові проекти, а й вчених, оскільки їхній професіоналізм виявляється непотрібним. Щоразу життя переконує молодих: дуже зручно бути конформістом, повертатися за вітром, обґрунтовуючи псевдонауковими фразами спущений зверху проєкт. Так виростають флюгери і епігони. Їм простіше жити, ніж першопрохідникам. Це було завжди, але зараз стало ще й вигідним. Відверта недооцінка науково-технічного прогресу, на тлі якої здійснюється економічна реформа, становить серйозну загрозу самій перебудові. У гонитві за миттєвим ефектом, отриманням прибутку багато підприємств відмовляються від впровадження досягнень НТП, розривають договірні відносини. Це може зробити відставання в галузі сучасних технологій незворотнім» (газета Известия, 1989, 8 марта, стр. 2).

Найбільшим випробуванням для Бориса Євгеновича стали 1990-ті р. Тільки залізна витримка й розуміння, чим загрожує Україні розвал академічної науки, дозволили йому в умовах нехтування ролі науки новими керівниками України, стрімкого зубожіння Академії, від'їзду багатьох молодих талантів на Захід, третирування його та Академії з боку особливо завзятих псевдореформаторів і «демократів» знайти шляхи збереження основного вітчизняного наукового потенціалу, надихнути своєю невгамовною діяльністю вчених України.

Після розпаду СРСР, у перші роки існування України в умовах її економічної кризи Б.Є. Патон зумів зберегти академію, принципи її академічного самоуправління та основні наукових шкіл. Б.Є. Патон посилив співробітництво НАН України, її наукових інститутів з вузами, розвинув науковий та економічний зв'язок із закордонними колегами і партнерами. Відповідно до нових умов, було перебудовано структуру НАН України, діяльність академічних установ спрямовано на найраціональніше використання наукових сил і засобів, сконцентровано на вирішенні найважливіших фундаментальних проблем науки, які мають особливе значення для потреб країни та науково-технічного прогресу. В НАН України здійснюються масштабні дослідження з актуальних проблем природничих, технічних і соціогуманітарних наук. Утриматися академії допомогли колишні і нові досягнення.

Сотні проривних інноваційних рішень, винаходів високого рівня скуповували провідні фірми США, Великої Британії, ФРН, Японії та ін. країн. На розроблення наукових тем і створення нових технологій вони почали надавати гранти. За рядом напрямків математики, інформатики, механіки, фізики та астрономії, матеріалознавства, хімії, молекулярної і клітинної біології, фізіології вдалося зберегти світовий рівень досліджень.

Б.Є. Патон завжди підкреслював інтернаціональний характер науки. Вчені України беруть участь у виконанні багатьох міжнародних програм, проводяться спільні конкурси наукових проєктів. У 1993 р. за ініціатииви Б.Є. Патона створено Міжнародну асоціацію академій наук, яка об'єднала національні академії 15 країн Європи та Азії і яку він очолював протягом 1993–2016 рр.

Б.Є. Патон був депутатом Верховної Ради УРСР (1959–1988) і Верховної Ради СРСР (1962–1989), народним депутатом СРСР (1989–1991), членом ЦК КПРС і Президії Комітету з Ленінських премій у галузі науки і техніки (1964–1991).

Б.Є. Патон був почесним Президентом Міжнародної інженерної академії (1991), членом Європейської академії (1992), членом Міжнародної академії технологічних наук, почесним членом Міжнародної академії наук, освіти, індустрії та мистецтва, Міжнародної астронавтичної академії, Римського клубу (1989), почесним та іноземним членом академій та наукових і технічних товариств багатьох країн. Десятки вітчизняних і зарубіжних університетів обрали академіка Б.Є. Патона почесним професором і доктором наук, в їх числі Київський національний університет ім. Т.Г. Шевченка, НТТУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського».

Діяльність видатного ученого, організатора науки, громадського діяча відмічена Ленінською та Державною преміями СРСР і України, званням Героя Соціалістичної Праці (двічі – 1969, 1978), Героя України (1998), заслуженого діяча науки і техніки України (1968). Б.Є. Патона нагороджено орденами і медалями СРСР, орденами України: князя Ярослава Мудрого V ст. (1997), IV ст. (2003), I ст. (2008), орденами Держави (1998) і Свободи (2012) та ін. Він нагороджений золотими медалями ім. М.В. Ломоносова, С.І. Вавилова, С.П. Королева, В.І. Вернадського та багатьма іншими нагородами та відзнаками.

19 серпня 2020 року на 102 році пішла з життя Людина, що на весь світ прославила Україну.

Д.ін., к.т.н. О.М. Корнієнко

● #1947

Леоніду Михайловичу Лобанову виповнилося 80 років!



29 вересня 2020 р. виповнилося 80 років **Лобанову Леоніду Михайловичу**, доктору технічних наук (1984), професору (1991), академіку НАН України (1997), академіку-секретарю Відділення фізико-технічних проблем матеріалознавства НАНУ, заступнику директора з наукової роботи Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ.

Леонід Михайлович Лобанов народився 29 вересня 1940 року у Саратові (РФ). У 1962 р. закінчив факультет промислового та цивільного будівництва Київського інженерно-будівельного інституту, а в 1968 р., без відриву від роботи, вечірнє відділення механіко-математичного факультету Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка. З 1963 р. працює в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України. З 1985 р. – завідувач відділу оптимізації зварних конструкцій нової техніки та заступник директора з наукової роботи інституту.

У 1969 р. захистив кандидатську дисертацію, а в 1984 р. – дисертацію на здобуття вченого ступеня доктора технічних наук. У 1991 р. Леоніду Михайловичу надано звання професора. У 1990 р. Л.М. Лобанова обрано членом-кореспондентом Академії наук УРСР, в 1997 р. – академіком Національної академії наук України, а в 2015 р. – академіком-секретарем відділення фізико-технічних проблем матеріалознавства НАН України.

Л.М. Лобанов – відомий вчений у галузі матеріалознавства, міцності матеріалів і зварних конструкцій, його праці присвячені дослідженню поведінки матеріалів при зварюванні, розвитку теорії зварювальних напружень і деформацій, розробці методів дослідження і регулювання напружено-деформованих станів зварних з'єднань, створенню високоефективних зварних конструкцій нової техніки та розробленню методів і засобів їх діагностики.

Широке визнання дістали його праці, присвячені розробці методів оптичного моделювання, голографії, електронної і лазерної інтерферометрії для дослідження напруженого стану та контролю якості зварних з'єднань в конструкціях з металевих, композиційних та полімерних матеріалів. Створені методологічні підходи і прилади відзначаються високою точністю та інформативністю. Вони знайшли застосування в науково-дослідних організаціях і підприємствах колишнього Радянського Союзу, України, Китаю, Південної Кореї.

Велике наукове і практичне значення мають роботи Л.М. Лобанова з підвищення міцності, якості і точності виготовлення зварних конструкцій в аерокосмічній промисловості, суднобудуванні, енергетичному машинобудуванні, будівництві. Була створена велика база даних, розроблені надійні методи розрахунку, що дозволяють звести до мінімуму зварювальні деформації і напруги при індивідуальному підході до кожного конкретного завдання. Завдяки працям Л.М. Лобанова та його учнів сформовано новий науковий напрямок – бездеформаційне зварювання конструкцій, який базується на регулюванні теплових процесів під час зварювання з метою зменшення тепловкладення і надання попередніх напружено-деформованих станів, оптимізованих до зварювальних напружень і деформацій.

Результати фундаментальних досліджень використані для створення інноваційних технологій будівництва зварних великогабаритних конструкцій з термічно зміцнених алюмінієвих сплавів, де до дотримання форми, розмірів і міцності висуваються жорсткі вимоги. При створенні ракет-носіїв завдяки новим технологіям вдалося виконати всі умови, підвищити надійність виробів, зменшити стартову вагу, досягти ампулзації паливних баків і на багато років збільшити тривалість перебування їх в бойовій готовності. Розроблені засоби усунення зварювальних деформацій були використані при створенні комплексу «Енергія-Буран» та інших ракетно-космічних систем. Принципово новою є технологія бездеформаційного зварювання стрингерних

панелей та оболонок із високоміцних алюмінієвих і титанових сплавів.

Прикладом успішного подолання технічних труднощів щодо запобігання деформацій в суднобудуванні є застосування методу Л.М. Лобанова при проектуванні конструкції і розробці технології виготовлення швидкісної океанської яхти з легким звареним великогабаритним корпусом, складної форми двоякою криvizни і різною товщиною елементів набору.

Під його науковим керівництвом виконано комплекс фундаментальних досліджень в галузі міцності конструкційних матеріалів і зварних з'єднань, розвинуті наукові підходи для забезпечення надійності і довговічності зварних конструкцій та оцінки їх залишкового ресурсу, створені нові типи високоефективних зварних конструкцій, включаючи легкі будівельні конструкції, важконавантажені конструкції із високоміцних сталей, унікальні конструкції перетворюваного об'єму космічного призначення.

Під його науковим керівництвом в ІЕЗ ім. Є.О. Патона виконується комплекс фундаментальних досліджень в галузі статичної й динамічної міцності зварних з'єднань з урахуванням їх механічної неоднорідності та наявності дефектів, подібних до тріщин, опору зварних з'єднань крихким і шаруватим руйнуванням та руйнуванню від втоми, наукових підходів щодо забезпечення надійності та довговічності зварних конструкцій при виконанні вимог щодо зниження їх металоємності, методів неруйнівного контролю якості та діагностики зварних з'єднань і конструкцій, оцінки та подовження ресурсу зварних конструкцій відповідального призначення. Створено нові типи високоефективних зварних конструкцій, до яких належать легкі будівельні металоконструкції, прогони мостів, важконавантажені конструкції з високоміцних сталей, унікальні конструкції перетворювального об'єму.

За його активної участі розроблено та введено в практику Державні стандарти України, що регламентують вимоги до якості зварних конструкцій і технологій їх виготовлення, організовано систему сертифікації зварювальних технологій, матеріалів, обладнання і конструкцій, розроблено концепцію Державної програми із забезпечення технологічної безпеки для основних галузей економіки України. Він зробив визначальний внесок у створення тритомного видання „Сварные строительные конструкции”, в якому узагальнено досвід з дослідження й розробок в галузі проектування та виготовлення конструкцій, визначення їх технічного стану і реконструкції. Л.М. Лобанов керував розробкою Державного стандарту України з термінології зварювання і родинних технологій, редагує монографії і довідники з робіт НАНУ, зокрема – ІЕЗ ім. Є.О. Патона.

Л.М. Лобанов проводить велику науково-організаційну роботу як голова Українського і Міжнародного технічних комітетів із стандартизації в галузі зварювання і споріднених технологій; він є членом

Міжвідомчої ради з питань науково-технологічної безпеки при Раді національної безпеки та оборони України, заступником голови наукової ради з цільової комплексної програми НАН України „Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин”; він голова секції «Зварні конструкції» вченої ради ІЕЗ ім. Є.О. Патона; головний редактор журналу «Технічна діагностика і неруйнівний контроль», член редколегії низки науково-технічних вітчизняних і закордонних журналів, у т.ч. «Автоматичне Зварювання» і «Сварщик», заступник голови Українського товариства з механіки руйнування конструкцій, член Національного комітету України з технічної та прикладної механіки та Європейського товариства з цілісності конструкцій (ESIS), член Американського зварювального товариства (AWS), член Комітету державних премій в галузі науки і техніки України.

Л.М. Лобанов – автор понад 800 наукових праць, серед яких 8 монографій та книжок, більше 90 авторських свідоцтв і патентів. Він створив визнану наукову школу в галузі зварних конструкцій. Підготував 10 докторів та 17 кандидатів технічних наук.

За розроблення і впровадження нових фізичних методів дослідження й вдосконалення металургійних процесів і конструкцій нової техніки Л.М. Лобанову присуджено премію Ради міністрів СРСР за 1981 р. У 1994 р. за цикл наукових праць «Теорія розрахунку просторових конструкцій будівель і споруд на статичні та динамічні навантаження» йому присуджено Державну премію України в галузі науки і техніки. Нагороджений орденами: «Знак пошани» (1982), «За заслуги» ІІІ (1997), ІІ (2009), І (2014) ступенів, «Ярослава Мудрого V ст.» (2018); відзнакою НАН України «За наукові досягнення» (2007), а також медалями, зокрема за участь у космічній діяльності – медаллю Ю.В. Кондратюка (1997). За цикл робіт з питань міцності, діагностики та подовження ресурсу зварних конструкцій відзначений премією ім. Є.О. Патона (2004), почесним золотим знаком Польського науково-технічного товариства (2014), Заслужений діяч науки і техніки України (2004).

Від щирого серця поздоровляємо Леоніда Михайловича із славним ювілеєм і бажаємо йому міцного здоров'я, творчого довголіття, благополуччя, нових наукових досягнень, успіхів, плідній діяльності на благо ІЕЗ, науки і країни!

*Колективи: ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ,
НТК ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ,
Редакція і редколегія журналу «Сварщик»*

●#1948

Новые конверторы для высокоэффективных многопостовых сварочных систем

Л.М. Лобанов, акад. НАНУ, д.т.н., **А.Е. Коротынский**, д.т.н., ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ,
Н.М. Махлин, **В.Е. Водолазский**, **В.Ю. Буряк**, **Л.П. Муценко**, ГП «НИЦ СКАЭ ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ»,
Анат.В. Степахно, **В.А. Корицкий**, к.т.н., ООО «ОЗСО ИЭС им. Е.О. Патона» (Киев),
Е.В. Жовтяк, ЧАО «Полтавский ГОК» (Горишни Плавни, Полтавская обл.)

В сварочном производстве крупных машиностроительных предприятий, в судостроении, при монтаже и ремонте объектов энергетики, металлургии и других отраслей экономики, широко используются многопостовые сварочные системы (МСС) для ручной дуговой сварки и наплавки (ММА) покрытыми электродами, ручной аргонодуговой сварки (TIG) неплавящимся электродом в среде инертных газов и механизированной сварки (MIG/MAG) электродной проволокой в среде защитных газов. Наибольшее распространение получили МСС постоянного тока, содержащие централизованный источник питания – мощный нерегулируемый многопостовой выпрямитель с «жесткой» внешней вольтамперной характеристикой (ВАХ), индивидуальные сварочные посты (ИСП) и соединяющие эти ИСП и централизованный источник питания разветвленные электрические сети – магистральные шиннопроводы. Каждый ИСП подключен к многопостовому выпрямителю или к магистральным шиннопроводам через выполненный на линейных или нелинейных резисторах балластный реостат, с помощью которого осуществляется ступенчатое регулирование параметров режима сварки (наплавки). Основным недостатком подобных МСС (кроме ограничений их технологических возможностей) – высокая энергозатратность, что обусловлено значительными потерями мощности в балластных реостатах, достигающими (50–80)% мощности, потребляемой ИСП. В 2001–2003 гг. в ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ совместно с НИЦ СКАЭ были разработаны электронные регуляторы сварочного тока (сварочные конверторы) для МСС постоянного тока для ММА и TIG – РДЭ-251 УЗ.1 и РДГ-201 УЗ.1 соответственно на номинальный ток 250 А, которые в 2006–2010 гг. были успешно внедрены в атомной энергетике Украины, где их опытные образцы функционируют по сей день. В 2020 г. эти сварочные конверторы по предложению ЧАО «Полтавский ГОК» были подвергнуты в НИЦ СКАЭ глубокой модернизации, в результате чего существенно вырос (с 250 до 400 А) их номинальный сварочный ток, расширились их технологические и эксплуатационные возможности, значительно повысилась их ремонтпригодность. В предлагаемой работе показаны преимущества электронных регуляторов сварочного тока (сварочных конверторов) по сравнению с балластными реостатами при сварке (наплавке) способами ММА, TIG и MIG/MAG, приведены основные результаты упомянутой модернизации, а также основные параметры модернизированных сварочных конверторов.

Преимущества существующих МСС постоянного тока заключаются в рациональном использовании производственных площадей, сокраще-

нии капитальных затрат и эксплуатационных расходов в сравнении с эквивалентным количеством однопостовых выпрямителей, сокращении номенклатуры необходимого сварочного оборудования, отсутствии необходимости прокладки временных цепей электропитания промышленной частоты с напряжением 380 или 220 В. Помимо энергозатратности и ограниченных технологических возможностей к недостаткам МСС с балластными реостатами следует также отнести ярко выраженную зависимость сварочного тока каждого ИСП от колебаний напряжения питания централизованного источника питания и изменений длины дугового промежутка, неизбежное взаимное влияние ИСП друг на друга при их одновременной работе, затруднения, возникающие при попытках поддерживать неизменными заданные технологические режимы сварки (наплавки), а также программировать циклы сварки (наплавки), осуществлять прогрессивные режимы сварки – шаго-импульсную сварку и сварку модулированным током.

Коэффициент полезного действия (КПД) ИСП в МСС с балластными реостатами определяется как [1, 2]:

$$\eta_{\pi} = \frac{U_d}{U_{\text{ном}}} = \frac{U_0 + kI_{\text{св}}}{U_{\text{ном}}}, \quad (1)$$

где U_d – номинальное напряжение сварочной дуги, В; $U_{\text{ном}}$ – номинальное выходное напряжение централизованного источника питания – мощного многопостового выпрямителя, В; U_0 , k – константы, зависящие от способа сварки; $I_{\text{св}}$ – номинальный сварочный ток ИСП, А.

В соответствии с линейными зависимостями $U_d = f(I_{\text{св}})$, установленными ДСТУ ІЕС 60974-1: 2003, выражение (1) для различных способов дуговой сварки может быть представлено в виде:

$$\begin{aligned} \eta_{\pi \text{ ММА}} &= \frac{20 + 0,04I_{\text{св}}}{U_{\text{ном}}}, \\ \eta_{\pi \text{ TIG}} &= \frac{10 + 0,04I_{\text{св}}}{U_{\text{ном}}}, \\ \eta_{\pi \text{ MIG/MAG}} &= \frac{14 + 0,05I_{\text{св}}}{U_{\text{ном}}} \end{aligned} \quad (2)$$

Исходя из (2) при типовом значении для МСС

с балластными реостатами $U_{НОМ} = 60$ В в диапазоне сварочных токов до 250 А:

$$\begin{aligned}\eta_{п\text{ MMA}} &\leq 0,5, \\ \eta_{п\text{ TIG}} &\leq 0,3, \\ \eta_{п\text{ MIG/MAG}} &\leq 0,41\end{aligned}\quad (3)$$

Поскольку КПД централизованного источника питания – мощного многопостового выпрямителя составляет (0,91 - 0,93) - без учета потерь в магистральных шинпроводах - то КПД МСС с балластными реостатами при ММА составляет не более 0,34, при TIG - 0,28, при MIG/MAG - 0,37.

В то же время номинальное значение КПД электронного регулятора сварочного тока (сварочного конвертора) значительно выше и может быть рассчитано по выражению [6 – 8]:

$$\eta_{п} = \frac{U_d I_{св}}{f \left(0,5 C_{сн} U_{п}^2 + E_{св(ОН)} + E_{св(ОФФ)} \right) + I_{св}^2 \left[R_0 + Y(1-Y^2) R_{ЕСР} + P_{СС} \right]} + I_{св} \left(U_d + \sqrt{Y} U_{св(САТ)} + \sqrt{1-Y} U_{FVD} + Y U_{FVS} \right) \quad (4)$$

где $I_{св}$ – номинальный сварочный ток ИСП, А; f – частота преобразования, Гц; $C_{сн}$ – емкость конденсатора снабберной цепочки; $U_{п}$ – напряжение питания (входное напряжение) ИСП, В; $E_{св(ОН)}$, $E_{св(ОФФ)}$ – энергия потерь на включение и выключение силового транзисторного ключа, отнесенная на единичный импульс, Дж; Y – относительная длительность открытого состояния силового транзисторного ключа, равная $U_d/U_{п}$; $U_{св(САТ)}$ – прямое падение напряжения на силовом транзисторном ключе в его открытом состоянии, В; U_{FVD} и U_{FVS} – прямое падение напряжения на обратном диоде и тиристоре входной цепи соответственно в их открытом состоянии; R_0 – активное сопротивление силовой обмотки выходного дросселя электронного регулятора сварочного тока (сварочного конвертора (СК)), Ом; $R_{ЕСР}$ – эквивалентное активное сопротивление буферного конденсатора в последовательной схеме его замещения, Ом; $P_{СС}$ – мощность, потребляемая системой управления электронного регулятора сварочного тока (СК), Вт.

Экспериментально установлено [5 – 8], что КПД электронного регулятора сварочного тока (СК) при номинальном сварочном токе в случае TIG составляет не менее 0,82, а в случае ММА – не менее 0,84.

Внешние ВАХ, структурно – функциональные схемы и основные параметры разработанных 2001 - 2003 гг. электронных регуляторов сварочного тока (СК) приведены в [5 – 8].

Кроме энергетических преимуществ, электронные регуляторы сварочного тока (СК) обеспечивают независимость функционирования ИСП друг

от друга при их одновременной работе, плавное регулирование сварочного тока во всем диапазоне его регулирования, возможность осуществления прогрессивных способов дуговой сварки (в т.ч. сварки модулированным током), предварительной установки основных параметров режима сварки, автоматическую защиту от недопустимых значений сварочного тока, напряжения питания (входного напряжения), температуры охладителей полупроводниковых компонентов силовой части, благоприятный (мелкокапельный) перенос электродного металла, «горячий старт», «arcforce» и «antystick» при ММА, плавное нарастание сварочного тока в начале цикла сварки и его плавный спад в завершающей стадии при TIG (это предотвращает электродинамический удар на неплавящийся электрод, т.е. «шок» электрода и гарантирует возможность «заварки кратера» - что невозможно реализовать при использовании в качестве основного оборудования ИСП МСС балластных реостатов.

Модуляция сварочного тока при ММА позволяет не только осуществлять мелкокапельный перенос электродного металла, но и сузить зону термического влияния (ЗТВ), улучшить структуру и механические свойства наплавленного металла за счет измельчения первичного зерна, упростить технику сварки плавящимся электродом аустенитного и переходного классов во всех пространственных положениях, повысить на (25–40)% производительность процесса, а при TIG – облегчить сварку с увеличенным зазором, практически устранить или свести к минимуму образование «утяжин» при сварке деталей из сталей аустенитного класса, упростить выполнение корневых швов, достичь при этом качественного формирования обратных валиков, уменьшить тепловложение в основной металл. По данным А.К. Царюка и Л.С. Захарова (ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ) использование модулированного тока при ММА жаропрочных высокохромистых сталей позволяет положительно влиять на формирование наплавленного металла, его структуру и размеры ЗТВ, а также избегать образования - феррита.

Опыт внедрения электронных регуляторов сварочного тока (СК) РДЭ -251 УЗ.1 и РДГ-201 УЗ.1 на объектах атомной энергетики Украины подтвердил их существенные энергетические и технологические преимущества по сравнению с балластными реостатами. В апреле-мае 2020 г. опытный образец регулятора сварочного тока РДЭ-251 УЗ.1 прошел производственные испытания в ЧАО «Полтавский ГОК». Этими испытаниями подтверждены перспективность применения и конкурентноспособность, а также высокие энергетические и технологические показатели сварочного конвертора РДЭ-251 УЗ.1, однако был выдвинут ряд новых технических требований для использования электронных регуляторов сварочного тока в горно-металлургической отрасли

Украины, вызвавших необходимость глубокой модернизации ранее разработанных электронных регуляторов сварочного тока для МСС. Основные задачи такой модернизации заключаются в:

- увеличении номинального сварочного тока ИСП, в частности для ММА, с целью обеспечения возможности использования штучных покрытых электродов с номинальным диаметром электродного металлического стержня 6,0 мм;
- улучшении потребительских и эксплуатационных свойств за счет уменьшения количества органов управления, упрощения и удешевления технического обслуживания и повышения ремонтпригодности сварочных конвертеров.

Кроме сохранения свойств, присущих ранее разработанным электронным регуляторам сварочного тока РДЭ-251 УЗ.1 и РДГ-201 УЗ.1, выдвинуты требования автоматического обеспечения перехода в «ждущий» режим и отключения напряжения холостого хода при отсутствии тока в сварочной цепи ИСП, а также замены в сварочном конвертере для ММА стрелочного индикатора сварочного тока на цифровой.

Следует отметить, что одновременно с разработкой и началом внедрения первых МСС предпринимались попытки создания взамен балластных реостатов электронных регуляторов сварочного тока. Однако, широкому их применению в сварочном производстве препятствовала их недостаточная надежность и высокая стоимость из-за отсутствия производства силовых полупроводниковых приборов, имеющих значительные мощности в диапазоне сверхзвуковых частот [1 - 5]. Созданию современных электронных сварочных конвертеров (СК) много внимания уделяют в США (в частности, СК фирмы «Lincoln Electric»), в РФ (в частности, СК фирмы «СЭЛМА», входящей в состав концерна НПО «ИТС») и в ряде др. стран. Создание современных электронных сварочных конвертеров и их глубокая модернизация стали возможными лишь в последние десятилетия, когда было

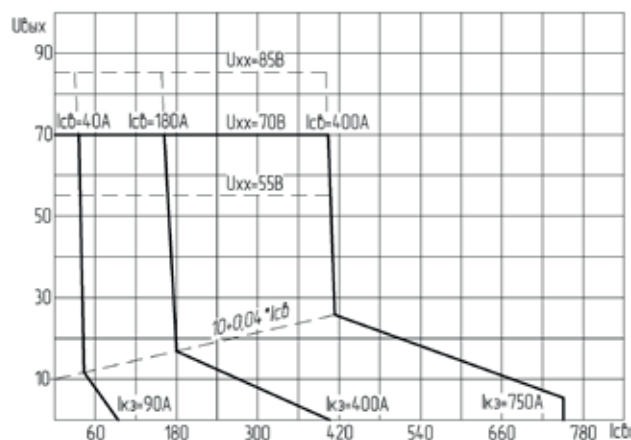


Рис. 1. Внешние статические вольтамперные характеристики (ВАХ) модернизированного электронного регулятора сварочного тока (СК) РДЭ-401 УЗ.1 для ММА

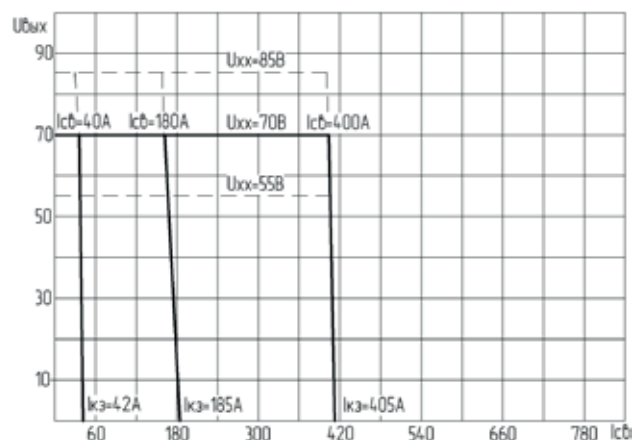


Рис. 2. Внешние статические ВАХ модернизированного электронного регулятора сварочного тока (СК) РДГ-402 УЗ.1 для ТIG

освоено промышленное производство дискретных силовых полупроводниковых полевых транзисторов MOSFET с положительным температурным коэффициентом (ПТК) и приемлемыми значениями сопротивления каналов «исток – сток» в открытом состоянии этих транзисторов.

Отмеченные достижения современной силовой электроники и средств управления современными силовыми полупроводниковыми приборами позволили существенно модернизировать силовую часть электронных регуляторов сварочного тока (СК), в частности, заменить ранее использовавшиеся в качестве силового транзисторного ключа модули 3-го и 4-го поколений на дискретные, соединенные в параллель силовые MOSFET – транзисторы с ПТК,

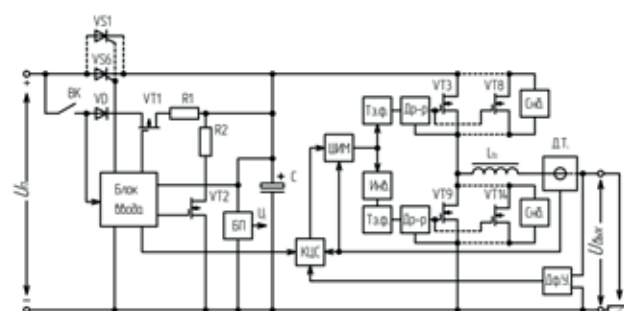


Рис. 3. Структурно - функциональная схема модернизированного электронного регулятора сварочного тока (СК) РДЭ - 401 УЗ.1 для ММА: U_G - напряжение питания (входное напряжение) регулятора сварочного тока (СК) РДЭ-401 УЗ.1; $U_{\text{вых}}$ - выходное напряжение регулятора сварочного тока (СК) РДЭ-401 УЗ.1; VS1 - VS6 - блок входных силовых шунтирующих тиристоров; Блок ввода – блок контроля и ограничения входного напряжения; VT3 - VT8 – блок силового («чопперного») транзисторного ключа; VT9 - VT14 – блок «обратного» (синхронного) тока; C - блок буферных конденсаторов; БП – вспомогательный блок питания; R1 и R2 – зарядный и разрядный резисторы; $L_{\text{др}}$ - дроссель силовой; Др-р – драйверы блока силового («чопперного»), транзисторного ключа и блока «обратного» тока; Снб – снабберная цепочка; Д.Т. – датчик сварочного тока; Д.У. – усилитель дифференциальный; КЦС - контроллер цикла сварки; $T_{\text{з.ф.}}$ – узел задержки фронтов управляющих импульсов; ШИМ – ШИМ – контроллер; Инв - инвертор сигнала управления; ВК - выключатель системы управления регулятора

что предоставило возможность их самовыравнивания и удешевления силового транзисторного ключа, а также использования их вместо диодного модуля в качестве «обратного» диода силового синхронного транзисторного выпрямителя [7, 9]. Это позволило не только увеличить номинальный сварочный ток ранее разработанных электронных регуляторов сварочного тока, но и на (3-5)% повысить их КПД и довести его реально достижимые значения до (84–92)% при MMA и MIG/MAG и до (82-86)% при TIG.

Анализ выражения (4) показывает, что в электронных регуляторах сварочного тока (СК) в диапазоне приемлемых частот преобразования (25-40)% общих потерь, подводимой к сварочному конвертору мощности, зависит от этой частоты преобразования f , а также от Y – относительной длительности открытого состояния силового транзисторного ключа. Чем меньше значение Y , тем меньше КПД и наоборот.

На *рис. 1* приведены внешние ВАХ модернизированного электронного регулятора сварочного тока (СК) РДЭ-401 УЗ.1 для MMA, на *рис. 2* – внешние ВАХ модернизированного электронного регулятора сварочного тока РДГ-402 УЗ.1 для TIG, на *рис. 3, 4* – структурно-функциональные схемы этих электронных регуляторов сварочного тока, а в *табл. 1* – основные параметры электронных регуляторов сварочного тока (СК).

К особенностям модернизированных электронных регуляторов сварочного тока можно отнести отсутствие в них (по сравнению с ранее разработанными электронными регуляторами) каких-либо электро-механических элементов, замену тиристорно-диодного модуля входной цепи на соединенные в параллель тиристоры с ПТК, выполненные в стандартных транзисторных корпусах, что существенно упрощает их охлаждение. Другой важной особенностью модернизированных электронных регуляторов сварочного тока является то, что длина свароч-

Таблица 1. Основные параметры электронных регуляторов сварочного тока

№ п.	Наименование показателя	Значение			
		Марка электронного регулятора сварочного тока			
		РДГ-201 УЗ.1	РДЭ-251 УЗ.1	РДЭ-401 УЗ.1	РДГ-402 УЗ.1
1.	Назначение	для TIG	для MMA	для MMA	для TIG
2.	Номинальный сварочный ток, А	250		400	
3.	Пределы регулирования сварочного тока: нижнее значение, не более, А	8	20	30	8
	верхнее значение, не менее, А	255	265	405	
4.	Продолжительность нагрузки (ПН): при номинальном сварочном цикле $T_{ц} = 5$ мин и сварочном токе до 200А включительно, %	-	100	-	-
	при номинальном сварочном цикле $T_{ц} = 10$ мин и сварочном токе от 201 до 255 А, %	60	-	-	-
	при номинальном сварочном цикле $T_{ц} = 5$ мин и сварочном токе до 315 А, %	-	-	100	-
	при номинальном сварочном цикле $T_{ц} = 10$ мин и сварочном токе до 315 А, %	-	-	-	100
	при номинальном сварочном цикле $T_{ц} = 5$ мин и сварочном токе от 316 до 400 А включительно, %	-	-	60	-
	при номинальном сварочном цикле $T_{ц} = 10$ мин и сварочном токе от 316 до 400 А включительно, %	-	-	-	60
5.	Наибольшее (пиковое) значение тока короткого замыкания в нагрузке, А	270	380	740	440
6.	Ограничение тока пикового значения в нагрузке, А	260- 290	360 - 380	740 - 760	440- 460
7.	Пределы регулирования длительности «стартового» импульса сварочного тока, с	-	0,5 - 1,5	0,5 - 2,0	-
8.	Длительность импульсов (пауз) сварочного тока (регулирование ступенчатое и независимое, с погрешностью не более $\pm 7,5\%$), с	0,10; 0,12; 0,14; 0,16; 0,18; 0,20; 0,25; 0,30; 0,35; 0,40; 0,45		0,08; 0,10; 0,12; 0,14; 0,16; 0,18; 0,20; 0,25; 0,30; 0,35; 0,40; 0,45; 0,50	
9.	Множитель длительности импульсов (пауз) сварочного тока	5	2	2	5
10.	Коэффициент полезного действия (КПД) при номинальном сварочном токе, не менее, %	79	82	86	82
11.	Габаритные размеры, не более, мм	576 × 291 × 60		-	-
12.	Масса, не более, кг	25,3		-	-

Примечание. Габаритные размеры и масса модернизированных электронных регуляторов уточняется в процессе изготовления и испытаний их опытных образцов, при этом следует учитывать неминуемое возрастание в сравнении с ранее разработанными электронными регуляторами сварочного тока массы и габаритных размеров охладителей полупроводниковых компонентов силовой части из-за возрастания номинального сварочного тока.

Таблица 2. Нагрузочная способность наиболее распространенных многопостовых выпрямителей

№ п/п	Наименование показателя	Значение		
		Марка многопостового выпрямителя		
		ВДМ-1001	ВДМ-1601	ВМГ-5000
1.	Номинальный сварочный ток выпрямителя, А	1000	1600	5000
2.	Номинальное рабочее напряжение, В	60		
3.	Номинальная первичная мощность, кВт×А	74	120	317
4.	Количество постов (ММА/ТIG), в варианте: балластных реостатов, шт.	7/10	9/14	51/60
4.1				
4.2	электронных регуляторов сварочного тока	9/14	18/24	66/88

ного контура ИСП (включая «обратный» провод) может достигать 100 м, при этом, в случае ММА автоматически корректируется переход от стадии образования капли до стадии ее переноса в сварочную ванну. Кроме силовой части модернизации подверглись и основные узлы системы управления электронных регуляторов сварочного тока, вследствие чего удалось уменьшить количество входящих в состав регуляторов печатных плат и сократить количество органов управления. На *рис. 5* приведен внешний вид панели управления электронного регулятора сварочного тока РДЭ-401 УЗ.1 для ММА.

Реализация энергетических преимуществ МСС с электронными регуляторами сварочного тока возможна двумя путями. Первый из них предусматривает повышение эффективности использования существующих и находящихся в эксплуатации многопостовых выпрямителей, второй же заключается в оптимизации мощности, рабочего напряжения и сечения магистральных или радиальных шинпроводов.

Нагрузочную способность многопостового выпрямителя при использовании электронных регуляторов сварочного тока может быть определена, как:

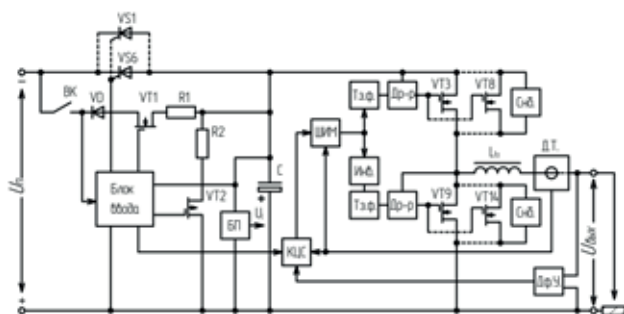
$$N = \frac{\eta I_{2\text{ном}} U_{2\text{ном}}}{K_0 I_{d\text{ном}} U_{d\text{ном}} \sqrt{\frac{\text{ПН}}{100}}}, \quad (5)$$

где N - наибольшее количество ИСП (сварочных конверторов), которое может быть подключено к многопостовому выпрямителю, шт.; η - КПД электро-

нного регулятора сварочного тока, в долях единицы; $I_{2\text{ном}}$ и $U_{2\text{ном}}$ - номинальные значения вторичного тока, А, и вторичного рабочего напряжения, В, многопостового выпрямителя; k_0 - коэффициент одновременной работы ИСП, в долях единицы; $I_{d\text{ном}}$ и $U_{d\text{ном}}$ - номинальные значения сварочного тока, А, и напряжения дуги (напряжения сварки), В, ИСП.

Сравнительные характеристики нагрузочной способности наиболее распространенных многопостовых выпрямителей с использованием балластных реостатов и электронных регуляторов сварочного тока приведен в *табл. 2*. При этом, сварочный ток ИСП в варианте балластных реостатов принят равным 315 А, а варианте электронных регуляторов сварочного тока - 400 А, ПН = 60%, $k_0 = 0,65$.

Оснащение действующих МСС модернизированными электронными регуляторами сварочного тока (СК) позволяет не только увеличить количество одновременно работающих ИСП, но и в (1,8–2,7) раза уменьшить сечение проводов, соединяющих каждый ИСП с магистральным шинпроводом [6]. Наиболее ощутимый выигрыш может быть получен при радиальной схеме МСС.



Второй путь реализации энергетических преимуществ МСС с электронными регуляторами сварочного тока базируется на фиксированном количестве подключаемых ИСП. Наиболее весомая в этом случае характеристика - мощность входящего в состав МСС многопостового выпрямителя. Необходимое значение этой мощности можно определить по выражению:

$$P_{\text{МВ}} = \frac{k_0 N I_{\text{дном}} \sqrt{\frac{\text{ПН}}{100}}}{\eta_{\text{МВ}}}, \quad (6)$$

где $P_{\text{МВ}}$ - необходимая мощность многопостового выпрямителя, Вт; $\eta_{\text{МВ}}$ - КПД многопостового выпрямителя ($\eta_{\text{МВ}} = 0,91-0,93$).

Этот (второй) путь особо актуален для мобильных МСС и наиболее эффективен при монтаже и ремонте магистральных и промышленных трубопроводов и резервуаров.

На основании приведенного выше можно сделать следующие выводы.

1. В модернизированных электронных регуляторах сварочного тока (сварочных конверторах (СК)) использованы достижения современной силовой электроники и средств управления силовыми полупроводниковыми приборами.

2. Замена традиционных балластных реостатов в МСС при различных способах дуговой сварки (наплавки) на электронные регуляторы сварочного тока (СК) не только значительно повышает энергоэффективность дуговой сварки (наплавки), но и существенно расширяет технологические возможности ИСП.

3. Модернизированные электронные регуляторы сварочного тока (СК) полностью соответствуют требованиям сварочного производства горно-металлургического комплекса и др. отраслей промышленности Украины.

4. Дальнейшим развитием электронных регуляторов сварочного тока (СК) является расширение их технологических возможностей за счет регистрации в энергонезависимой памяти оптимальных значений параметров режима сварки (наплавки) и банка типовых режимов.

5. Расширение промышленного применения МСС с электронными регуляторами сварочного тока (СК) значительно улучшит технико-экономические показатели сварочного производства как в горно-металлургическом комплексе, так и в др. отраслях экономики.

В заключение авторы выражают свою признательность докт. техн. наук А.М. Жерносекову, инженерам Н.П. Драченко, И.В. Вертецкой и М.И. Скопюку (ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ), инженерам В.Е. Попову и Д.С. Олияненко (НИЦ СКАЭ), инженеру Д.А. Блинкову (ЧАО «Полтавский ГОК») за ценную помощь в подготовке данной работы.

Литература

1. Бункин П.Я., Донской А.В. Многопостовые сварочные системы. – Л.: Судпромгиз, 1985. – 228 с.
2. Оборудование для дуговой сварки. Справочное пособие. /Под ред. В.В. Смирнова. – Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 656 с.
3. Дравович Ю.И., Лебедев А.В., Кравченко В.В. и др. Регулирование режимов механизированной сварки в CO_2 при использовании многопостовых источников тока //Автомат. сварка. – 1987. – № 10. – С. 70–71.
4. Патон Б.Е., Лебедев А.В. Управление плавлением и переносом электродного металла при сварке в углекислом газе.//Там же. – 1988. – № 11. – С. 1–5.
5. Гладков Э.А., Фетисов Г.П., Синельников Н.Г. Совершенствование управления процессами дуговой сварки на базе высокочастотных преобразователей энергии (Обзор) //Сварочное производство. – 1984. – № 3. – С. 13–16.
6. Коротынский А.Е., Махлин Н.М., Богдановский В.А. К расчету электронных регуляторов сварочного тока для многопостовых сварочных систем.//Автомат. сварка. – 2002. – № 12. – С. 19–27.
7. Богдановский В.А., Махлин Н.М., Полосков С.И. Высокоэкономичные многопостовые сварочные системы с расширенными технологическими возможностями. Труды международной научно-практической конференции «Экология окружающей среды – 2008», «Энерго и ресурсосбережение в промышленности, энергетике и на транспорте». – К. – 2008. – С. 53–59.
8. Коротынский А.Е., Махлин Н.М., Полосков С.И. Высокоэффективные многопостовые сварочные системы с расширенными технологическими возможностями. //Сварка и диагностика. – 2009. – № 1. – С. 5–8.
9. Готтлиб И.М. Источники питания. Инверторы, конверторы, линейные и импульсные стабилизаторы. – М.: Пост маркет, 2002. – 544 с.

●#1949

Газокислородный резак Р1Ш-Сп для работы в труднодоступных местах

В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, ООО «НИИПТмаш-Опытный завод» (Краматорск)

Для кислородной резки листового и сортового металлопроката толщиной до 100 мм используются стандартные резаки Р1, работающие как на ацетилене, так и на газах-заменителях. Однако, существует обширный перечень работ, где использовать эти резаки затруднительно. Конкретные примеры приведены ниже.

При демонтаже отслуживших свой срок металлоконструкций шляпки заклепок и головки болтов срезают кислородными резаками, т.к. удаление их другими способами затруднительно. Резаком Р1 в силу особенностей его конструкции качественно выполнить эту работу невозможно. После кислородной резки шляпок или головок остается значительная их часть на заклепках и болтах, что не позволяет разъединить части металлоконструкций, или получаются зарезы и выхваты на теле металлоконструкций, что снижает их прочность и товарный вид. Другой пример: при многослойной сварке в разделку различной конфигурации сначала формируют корень шва, который обязательно подвергают контролю, выявленные дефекты удаляют и подготовленное место повторно заваривают. Удаление дефектов корня шва стандартными резаками Р1 затруднительно из-за больших размеров мундштука и неудобного для данного вида работ угла между головкой и стволом резака (90°). Нужен резак специального назначения.

Газокислородный инжекторный резак Р1Ш-Сп расширяет технологические возможности ручных резаков для кислородной резки заготовок толщиной до 100 мм и предназначен для ручной разделительной резки заготовок из углеродистых и низколегированных сталей в труднодоступных местах.

Резак работает как на природном газе, так и на пропан-бутановых смесях.

Технические характеристики резака Р1Ш-Сп представлены в табл. 1.

Регулировка давлений рабочих газов в цехах с централизованным газоснабжением осуществляется редукторами газораздаточных постов, при отборе рабочих газов из баллонов – редукторами, установленными на баллонах. Наружный мундштук резака по форме и размерам выбран таким же, как и мундштук сварочных горелок. Это позволяет удалять выступы на поверхностях металлоконструкций заподлицо без повреждения этих поверхностей. Форма и размеры мундштука позволяют вводить его глубоко в разделку сварочного шва и качественно удалять дефекты в корне шва и в др. местах.

Продольная ось внутреннего мундштука расположена к оси ствола под углом 45°, а не 90° как у резака Р1 – это удобней при выполнении специальных операций, описанных выше.

При выполнении специальных операций имеют место зашлакованные или грязные, покрытые краской, поверхности, по которым необходимо производить кислородную резку. Поэтому используется более мощное, чем у резаков Р1, пламя, однако пятно нагрева в виде сплошного круга меньше, а температура факела внутри этого круга выше. Это позволяет выжигать краску и другую грязь на поверхности по линии реза быстро, локально и аккуратно.

Пространство между внутренним и наружным мундштуками, через которые горючая смесь попадает в зону горения, разбито на 3 разгонных участка, причем первые 2 участка образованы цилиндрической поверхностью отверстия наружного мундштука и шлицевой наружной поверхностью внутреннего мундштука, а 3-й выходной участок имеет

Таблица 1. Технические характеристики резака Р1Ш-Сп

Толщина разрезаемого металла, мм		3-10	10-30	30-50	50-100
Мундштук внутренний, №		0	1	2	3
Мундштук наружный, №		1			
Давление на входе, не более, МПа	кислорода	0,8			
	горючего газа	0,02-0,08			
Расход, не более, м³/час	кислорода	1,9	3,2	4,7	7,6
	природного газа	0,75	0,9	1,1	1,3
	пропан-бутана	0,43	0,53	0,65	0,77
Присоединительная резьба на штуцерах	для кислорода	М16 х 1,5			
	для горючего газа	М16 х 1,5LH			

форму кольцевой щели. Площадь поперечного сечения 3-го кольцевого выходного разгонного участка меньше площади поперечного сечения 2-го шлицевого разгонного участка, которая, в свою очередь, меньше площади поперечного сечения 1-го шлицевого разгонного участка.

Горячая смесь разгоняется на 2-х шлицевых участках и, проскакивая радиальную кольцевую щель, попадает в осевой кольцевой выходной канал 3-го участка, где разбивается на 2 потока: основной высокоскоростной и высокотемпературный, горящий на расстоянии от торца мундштука, и дополнительный с низкой скоростью, привязывающий основной факел к торцу мундштука. В результате достигается высокая концентрация и температура основного факела, надежная его привязка к торцу мундштука и уменьшается вероятность перегрева мундштуков резака собственным факелом. Относительная скорость между потоками основного факела и режущей струей значительно уменьшается, при этом тормозящее действие факела на режущую струю также уменьшается, а режущая способность кислородной струи увеличивается. Справедливость этих выводов доказали сравнительные испытания, проведенные в отделе Главного сварщика НКМЗ [1].

Сравнительные испытания резаков Р1 и Р1Ш-Сп показали, что при одинаковом давлении кислорода на редукторе, равном 0,8 МПа, и диаметре канала режущей струи, равном 1,0 мм, т.е. при одних и тех же расходах режущего кислорода максимально разрезаемая резак Р1 толщина заготовки составила 55 мм, а резак Р1Ш-Сп – 95 мм, т.е. выросла в 1,73 раза.

Конструкция газокислородного резака специального назначения Р1Ш-Сп защищена патентом Украины [2]. Организован серийный выпуск этих резаков на ООО «НИИПТмаш – Опытный завод».

Ствол резака Р1Ш-Сп аналогичен стволу резака Р1, ниппельное соединение комплектуется под рукава Дуб или Ду9 по желанию заказчика.

Газокислородный резак специального назначения Р1Ш-Сп состоит из 3-х основных узлов: наконечник 1, ствол 2 и ниппельное соединение 3 (рис. 1).

В наконечнике образуют горячую смесь, формируют факел подогревающего пламени и режущую струю кислорода.

Ствол предназначен для включения (выключения) рабочих газов и регулирования их расходов.

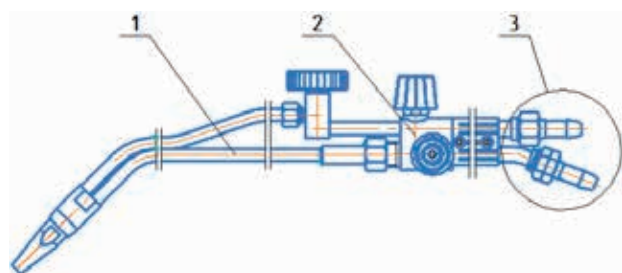


Рис. 1. Газокислородный резак Р1Ш-Сп

На стволе предусмотрена рукоятка резака и штуцера для подключения ниппельного соединения.

Ниппельное соединение служит для подключения резака к системе газоснабжения с помощью резиноканевых рукавов.

Подробно устройство основных узлов резака Р1Ш-Сп рассмотрено ниже вместе с чертежами узлов и деталей, входящих в состав этих узлов.

Наконечник резака Р1Ш-Сп (рис. 2) состоит из головки в сборе 1, к которой припаяны трубки для подвода горячей смеси 7 и режущего кислорода 8.

С противоположной стороны трубка для подвода режущего кислорода развальцована и на ней расположена накидная гайка 2 для крепления наконечника к стволу.

С другой стороны к трубке для подвода горячей смеси припаяна смесительная камера 3, в которую ввернут по резьбе инжектор 4.

Смесительная камера имеет 2 кольцевые проточки: для упорного кольца 6 и уплотнительного кольца 9. Упорное кольцо 6 удерживает на наконечнике накидную гайку 5, предназначенную вместе с накидной гайкой 2 для крепления наконечника к стволу.

Главным узлом наконечника резака Р1Ш-Сп является головка в сборе (рис. 3), которая состоит из корпуса 1, в который коаксиально вкручены мундштуки внутренний 2 и наружный 3.

На чертеже головки в сборе представлены поперечные сечения 3-х разгонных участков – 1-го кольцевого (площадь поперечного сечения F_1), располо-

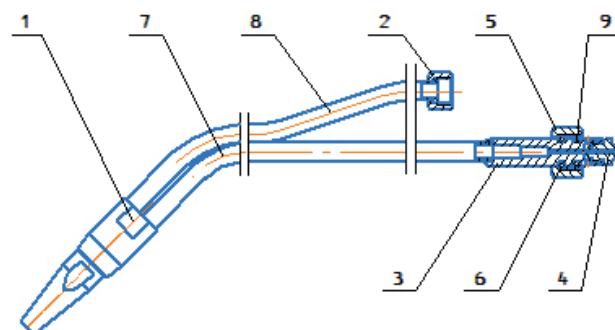


Рис. 2. Наконечник резака Р1Ш-Сп

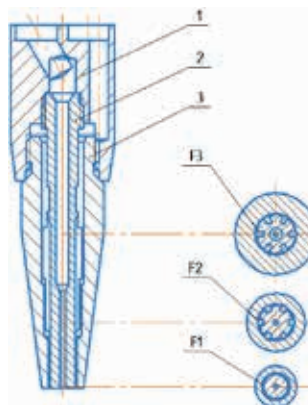


Рис. 3. Головка в сборе резака Р1Ш-Сп

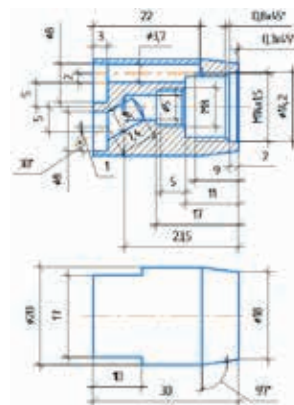


Рис. 4. Корпус резака Р1Ш-Сп

женного на выходе из резака, 2-го шлицевого (площадь сечения F_2) в центре, и 3-го шлицевого (площадь сечения F_3) на входе в мундштуки. Видно, что F_1 меньше F_2 , а F_2 меньше F_3 . Это позволяет разогнать потоки горючей смеси в шлицах до максимальных значений.

Головка в сборе укомплектована одним наружным мундштуком (№ 1) и 4-мя внутренними мундштуками (№ 0, № 1, № 2 и № 3), технические характеристики которых приведены в табл. 2.

Ниже приведены чертежи основных деталей наконечника резака Р1Ш-Сп (рис. 4–8).

Базовой деталью ствола (рис. 9) является главный корпус 2, к торцевой части которого припаяна трубка для подвода горючего газа 13 со штуцером 9 (М12х1,25 LH) или 11 (М16х1,5 LH) в зависимости от исполнения. Перпендикулярно к продольной оси главного корпуса припаян к нему корпус вентиля подогревающего кислорода 1, к боковым поверхностям которого с одной стороны припаяна трубка для под-

Таблица 2. Технические характеристики внутренних мундштуков № 0, № 1, № 2 и № 3

Рисунок	Мундштук, №	Наименование	d, мм	Кол-во, шт.
5	0	Мундштук внутренний	0,8	1
	1		0,9	1
	2		1,0	1
	3		1,2	1

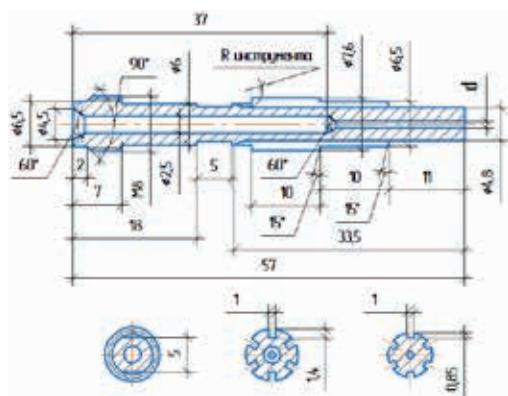


Рис. 5. Мундштук внутренний

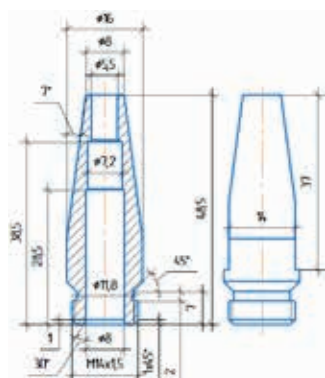


Рис. 6. Мундштук наружный

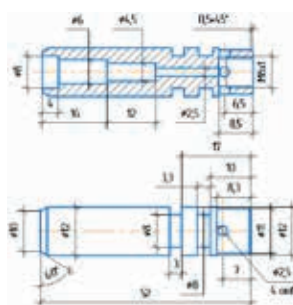


Рис. 7. Смесительная камера резака Р1Ш-Сп

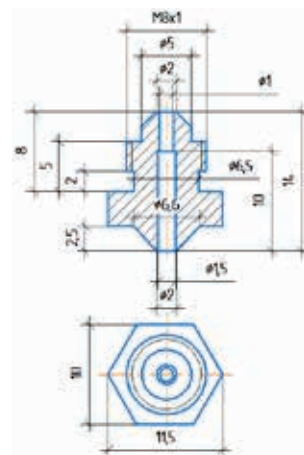


Рис. 8. Инжектор резака Р1Ш-Сп

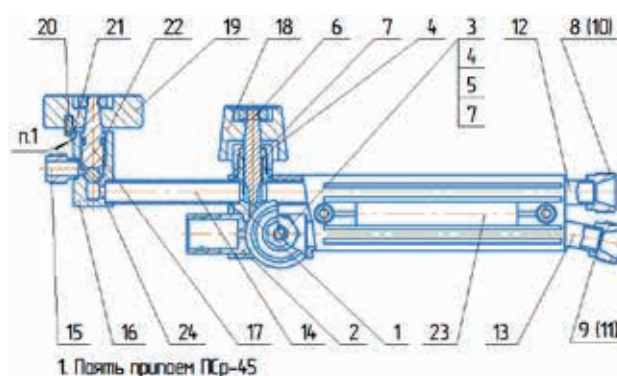


Рис. 9. Ствол резака Р1Ш-Сп

вода кислорода 12 со штуцером 8 (М12х1,25) или 10 (М16х1,5) в зависимости от исполнения, а с другой стороны припаяна трубка для подвода режущего кислорода 14, к противоположному концу которой припаян корпус вентиля режущего кислорода 16, а с другой стороны этого корпуса к нему припаян штуцер вентиля режущего кислорода 15.

Все упомянутые выше детали образуют каркас ствола, к которому различным способом крепятся остальные детали ствола.

В корпус вентиля подогревающего кислорода 1 ввернут шпindel этого вентиля 6, а в корпус вентиля горючего газа 3 ввернут шпindel указанного вентиля 5. Уплотнительные кольца 7 этих вентиля поджаты сальниковыми гайками 4. На шпиндели вентиля подогревающего кислорода и горючего газа надеты барашки 18, зафиксированные гайками М5. Гайка на вентиле подогревающего кислорода прикрыта синим колпачком, а на вентиле горючего газа – красным колпачком. В корпусе вентиля режущего кислорода 16 свободно расположен стальной шарик 24, поджатый шпинделем 17. В кольцевой проточке шпинделя предусмотрено уплотнительное кольцо 22. На хвостовую часть шпинделя надет барашек вентиля режущего кислорода 19, зафиксированный гайкой М5. Гайка прикрыта синим колпачком.

В верхней части к корпусу вентиля режущего кислорода припаян стопор 21, а в нижней части барашка

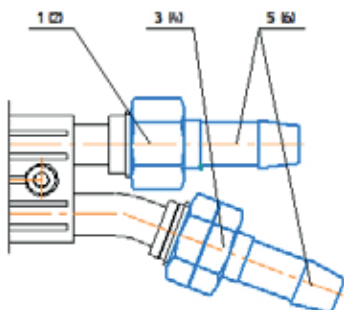


Рис. 10. Ниппельное соединение

этого вентиля предусмотрен фиксатор 20. Их взаимное расположение не дает проворачиваться барашку больше, чем на один оборот.

Трубки для подвода к вентилям кислорода 12 и горючего газа 13 прикрыты 2-мя накладками рукоятки 23, соединенными между собой 2-мя винтами М4 с гайками. Для увеличения жесткости рукоятки предусмотрен шуруп.

Ниппельное соединение (рис. 10) служит для подключения резака Р1Ш-Сп к источникам газов – энергоносителей посредством резиноканевых рукавов. Если заказчик использует рукава Ду6, резак комплектуется ниппельным соединением с накидными гайками – для кислорода 1 (М12х1,25) и горючего газа 3 (М12х1,25 LH), и 2-мя ниппелями 5 Ду6. Если заказчик использует резиноканевые рукава Ду9, ниппельное соединение – с накидными гайками – для кислорода 2 (М16х1,5) и горючего газа 4 (М16х1,5 LH), и 2-х ниппелей 6 Ду9.

Внешний вид газокислородного резака для работы в труднодоступных местах Р1Ш-Сп представлен на рис. 11.



Рис. 11. Газокислородный резак Р1Ш-Сп



Рис. 12. Испытание резака Р1Ш-Сп на режущие свойства. Толщина заготовки – 80 мм. Материал – Сталь 20. Врезание



Рис. 13. Испытание резака Р1Ш-Сп на режущие свойства. Толщина заготовки – 80 мм. Материал – Сталь 20. Процесс резки



Рис. 14. Испытание резака Р1Ш-Сп на режущие свойства. Толщина заготовки – 80 мм. Материал – Сталь 20. Поверхность реза

Испытания резака на режущие свойства показаны на рис. 12–14. Параметры резака, используемые при испытаниях, размещены на поле фотографий.

О процессе резки стальной заготовки толщиной 100 мм с помощью внутреннего мундштука № 2 (диаметр отверстия для режущего кислорода 1 мм) можно судить по рис. 15.

Процесс вырезки дефектов в корне сварного шва на металлоконструкции коробчатого сечения резаком Р1Ш-Сп показан на рис. 16, 17.



Рис. 15. Процесс резки образца толщиной 100 мм резаком Р1Ш-Сп



Рис. 16. Вырезка дефектов в корне сварного шва на металлоконструкции коробчатого сечения



Рис. 17. Ремонт разделки под сварной шов на металлоконструкции коробчатого сечения



Рис. 18. Ремонт железнодорожного вагона с помощью резака Р1Ш-СП. Срезка заклепок

Ремонт железнодорожного вагона с помощью резака Р1Ш-СП, заключающийся в удалении заклепок, головок болтов и гаек, а также поврежденных участков металлоконструкций представлен на рис. 18.

Литература

1. Литвинов В. М., Лысенко Ю. Н. Кислородная резка и внепечной нагрев в тяжелом машиностроении. / Киев: НТК «ИЭС им. Е.О. Патона» НАНУ, 2017. – 368 с.
2. Патент 29654 UA, МПК В 23 К 7/00. Газокисневый різак / Ю.М. Лисенко, В.М. Литвинов, С.А. Чумак, Є.К. Цвентух, С.Л. Василенко, О.І. Коровченко, С.Г. Красільніков. – № u200709167; заявл. 10.08.2007; опубл. 25.01.2008, Бюл. № 2.

●#1950

Воздушно-дуговые процессы в машиностроительном производстве*

В.И. Панов, УрФУ им. Б.Н. Ельцина (Екатеринбург)

Воздушно – дуговым процессом (ВДП) называется такой способ, при котором металл, расплавленный открытой прямой электрической дугой, непрерывно удаляется струей сжатого воздуха [1 - 5].

Этот технологический процесс, выполняемый вручную или механизированным способом, используется для строжки металла (ВДС) – поверхностной резки, либо для его разделительной резки (ВДР). ВДП возможны в любом пространственном положении, при этом наблюдается устойчивое горение дуги (как правило, нормальной длины), но она очень чувствительна к ветру, магнитному дутью. Комплект оборудования (аппаратура) для этого технологического процесса состоит из воздушно-дугового резака (строгача), специальных электродов (угольных и т. п.), источника питания током, источника сжатого воздуха и проводов (кабель - шлангов).

Любой резак для воздушно-дуговой резки представляет собой электрододержатель с жесткой или поворотной головкой, оборудованный системой подачи воздуха. Держатель с жесткой головкой позволяет работать с более мощной дугой, держатель с поворотной головкой более удобен при обработке изделий сложной конфигурации.

Дуга горит между обрабатываемым металлом и электродом, зажатым в резаче (строгаче), который может быть местного производства, конструкции ВНИИАВТОГЕНМАШ-а, импортным. Типоразмеры ручных воздушно-дуговых резаков установлены ГОСТ 10796. Пример технической характеристики одного из строгачей приведен в таблице 1.

Ниже представлена техническая характеристика резака РВД – 1:

Максимальный рабочий ток, А, 500
 Часовой расход воздуха, м³, 20
 Диаметр электродов, мм, 6 – 14
 Вес резака, г, 775
 Длина резака, мм, 340

Кабель – шланг представляет собой резиноканевый рукав, в воздушном канале которого прокладывают гибкий провод, подводящий ток.

Замеры показали, что наибольшая производительность получается на постоянном токе обратной полярности. Некоторые рекомендации по применению тока для ВДС или ВДР различных металлов и их сплавов приведены в таблице 2.

Сжатый воздух поступает от заводской магистрали или от передвижного компрессора с часовым расходом 20 - 50 м³/ч при давлении на выходе около 6 атм. с обязательной установкой водомаслоотделителя. Снижение давления может повысить содержание углерода на кромках реза и влиять на выдувание расплава из реза. При ВДС (ВДР) осуществляются как осевая, так и боковая подача сжатого воздуха. Опыт Уралмашзавода показывает, что боковая подача выдувающего газа лучше. При концентричной подаче сжатого воздуха цилиндрические электроды очень быстро обгорают и становятся карандашеобразными. Строгач, разработанный на УЗТМ, соответствует ГОСТ 10976, рассчитан на силу тока от 300 до 1300 А.

Воздушный поток выбрасывает выплавляемый металл вперед и частично в стороны. Вдоль кромок канавки или реза может откладываться небольшое количество застывших шлаков, легко удаляемых по окончании операции.

Таблица 1. Техническая характеристика воздушно-дугового резака

№ п/п	Параметр	РВД - 1
1	Тип по ГОСТ 10796 – 74	РВДу – 500 - 1
2	Номинальный ток, А	500
3	Расход воздуха, м ³ /ч	20 ±3
4	Диаметр (сечение) электрода, мм	6 – 12
5	Длина, мм: резака кабель-шланга	285 5 000
6	Масса, кг резака кабель-шланга	0.9 3.0

Таблица 2. Род тока и его полярность для воздушно-дуговой резки (строжки) при обработке различных материалов

Наименование обрабатываемого металла	Ток	Полярность
Низкоуглеродистые, низколегированные, средне и высокоуглеродистые, легированные и т.д. стали	Как постоянный, так и переменный	Обратная
Алюминий и его сплавы, медь и ее сплавы (бронза, латунь), сплавы никеля и другие цветные металлы	постоянный	прямая
Чугун, никель	переменный	обратная

* Часть 3, части 1, 2 – «Сварщик» № 3, 4 – 2020

Для ВДП применяются угольные электроды, изготавливаемые из аморфного электротехнического угля в виде стержней круглого сечения (цилиндрические) диаметром от 6 до 12 мм (ГОСТ 10720 – 75). Омедненные угольные электроды обладают перед неомедненными рядом преимуществ. Среди них: возрастает скорость строжки (резки), снижается расход электродов, повышается чистота простроганной канавки, что уменьшает трудозатраты на зачистку поверхности после строжки (резки). В литературе упоминается использование квадратных графитизированных электродов (сечением от 4×4 до 14×14 мм²), которые имеют ряд преимуществ перед угольными электродами.

За рубежом применяют угольно-графитовые электроды. Графитовые электроды изготавливают из кристаллического углерода, они – мягкие, легко режутся, имеют более высокие электропроводность и стойкость против окисления. Они медленнее испаряются и более стойки против растрескивания.

На Уралмашзаводе практическое применение нашли пластинчатые графитизированные электроды сечением от 5×15 до 12×25 мм² по той причине, что они имеют стойкость выше, чем у угольных электродов, устойчиво сохраняют размеры и медленно расходуются. Использование графитизированных пластин позволяет повышать силу тока, они более дешевые, чем угольные, т.е. более доступны.

Длина электродов для ВДП колеблется от 250 до 300 мм.

Как видно, рекомендуемые электроды имеют сплошное сечение, т.е. без канала внутри. Электроугли, применяемые в киноустановках, не годятся, т.к. они значительно короче и имеют внутри фитиль. И тот и иной факторы вызывают их значительный расход.

Работа с использованием ВДП выполняется тем же электросварщиком и на том же электросварочном оборудовании (трансформаторе, выпрямителе, генераторе), на котором производится сварка (с пюлого падающей или жесткой вольтамперной характеристикой), при этом используются балластные реостаты типа РБ 300 [6 – 8].

Вылет электрода из зажимов строгача обычно не превышает 150 мм, по мере обгорания его периодически выдвигают на рекомендуемую величину, иначе материал электродов будет плавиться и кипеть.

При выполнении ВДП наклон электрода выполняют в сторону, противоположную направлению его выполнения (углом вперед). Угол наклона угольного электрода (графитизированной пластины) по отношению к обрабатываемой поверхности определяется способностью сжатого воздуха удалять из зоны реза расплавленный металл. Его величина составляет:

при ВДР – $45^\circ - 60^\circ$;
при ВКС – $20^\circ - 45^\circ$.

При резке электрод перемещают сверху вниз от верхней кромки до нижней. Продукты выдуваются сквозь образующуюся полость. Максимальная толщина разрезаемой детали из низколегированной стали – 40 мм, высоколегированной – 25 мм, при большей толщине процесс идет неустойчиво. Расходные характеристики ВДП являются ориентировочными, они зависят от большого числа факторов (от скорости процесса, опыта рабочего и пр.) и составляют при силе тока до 500 А [3]: расход воздуха (м³) на 1 кг выплаваемого металла (диаметр электродов от 6 до 12 мм) – от 1 до 2.3; расход электроэнергии на 1 кг выплавленного металла от 2.5 до 2.8 кВт-ч; часовой расход электроэнергии в кВт-ч – от 22 до 49; расход электрода на 1 кг выплавленного металла от 0.052 до 0.07; часовой расход электрода, кг/ч – от 0.5 до 1.0.

О неправильно выбранной силе тока (завышенной) может свидетельствовать плавление медного покрытия более быстрое, чем угольный электрод.

Диаметр электрода выбирают соответственно заданной ширине канавки. Глубину канавки регулируют крутизной наклона электрода и скоростью его перемещения. При строжке в зависимости от вида применяемого электрода (имеющего вид цилиндра) получают полукруглую канавку (с ориентировочными размерами глубина 3 – 12 мм, ширина 10 – 30 мм) или U - образную канавку глубиной 1.5 – 12 мм и шириной 12 – 50 мм. Широкие канавки выплавливают, придавая концу электрода поперечные колебания или пользуясь пластинчатыми электродами. Считается, что обычная ширина канавки превышает диаметр электрода (его ширину) на 1 – 3 мм. Глубокие канавки могут выплавливать за несколько проходов.

Резак во время выполнения ВДП должен перемещаться равномерно. Электрод не должен касаться металла, т.к. это приводит к местному науглероживанию.

Качество поверхностей канавок удовлетворительное: получается чистый рез (без грата и натеков на поверхности реза), что позволяет сделать ровные края канавок, достаточно обработать их металлической щеткой. Качество поверхностей разделительной резки высоколегированных сталей может быть хуже – появляются неровности, покрытые пленкой оплавленного металла. Поэтому основным видом контроля является визуальный.

К достоинствам этого технологического процесса следует отнести его высокую эффективность (количество выплаваемого металла составляет от 20 до 30 кг/ч) и др. Для процессов ВДС и ВДР не требуется предварительный (сопутствующий, послесварочный) нагрев. При ВДП наблюдается низкий водородный показатель, поэтому прокатка сварочных материалов не требуется.

Процесс воздушно-дуговой обработки металлов является конкурентом кислородно-флюсовой резки высоколегированных сталей типа X18H9

(отсутствуют горючие газы и кислород, флюсы и пр.). Сила тока при работе на высоколегированных сталях больше на 100 – 150 А, скорость резки меньше на 20 – 30 %.

К недостаткам ВДП относятся:

- науглероживание кромок;
- большой расход цилиндрических электродов.

Науглероживания кромок вызывает много вопросов. С нашей точки зрения, необходимость операции механической обработки кромок надо рассматривать с точки зрения основного обрабатываемого материала. При обработке низкоуглеродистых и низколегированных сталей содержание углерода на кромках после ВДП составляет 0.25 - 0.35%, что не вызывает осложнений при сварке. При последующей сварке науглероженная зона поглощается швом без заметного ухудшения его качества.

Иное дело средне-, высокоуглеродистые и легированные стали (со значением химического эквивалента углерода свыше 0.75%). Повышение содержания углерода на поверхности реза может ухудшить пластические свойства. Для предупреждения образования хрупких структур науглероженный слой необходимо удалять.

В металлургическом производстве процесс воздушно-дуговой обработки широко применяется при отделке поверхностей отливок и поковок (удаление металлизированного пригара; облоев, наплывов заусениц, устранение дефектов и др.) (рис.).

ВДР применяются при вырезке отверстий (когда не предъявляются особые требования к поверхности).

Технологический процесс воздушно-дуговой обработки нашел свое место и в сварочном производстве для удаления корня многопроходного шва, снятия вогнутости (усиления) швов, удаления лопнувших прихваток и др. Этот процесс широко применяется в ремонтной сварке (устранение дефектов, возникших в процессе монтажа крупногабаритных конструкций или их эксплуатации; резке металла).

При выполнении этого технологического процесса необходимо принять меры по предупреждению поражением электрическим током (удары и травмы), воздействия световой радиации дуги и вредными веществами (дымами и газами). Возмож-



Рис. Применение ВДС для отделки поверхности изделия

ны тепловые ожоги, воздействие электромагнитных полей и другие опасные и вредные факторы [9 - 11]. Поэтому при выполнении ВДС или ВДР требования по охране труда и технике безопасности должны соответствовать системе стандартов труда при электросварочных работах. Персонал, выполняющий ВДС или ВДР, обеспечивается средствами индивидуальной защиты (очками, респираторами, перчатками, защитными касками и т.д.).

Для защиты окружающих от действия светового излучения и брызг расплавленного металла рабочее место должно быть ограждено переносными металлическими щитами или ширмами. При проведении этого технологического процесса внутри помещения рабочие места должны быть оборудованы общей обменной вентиляцией и местными отсосами. Не допускается выполнение воздушно-дуговой строжки или резки на рабочих местах, незащищенных от атмосферных осадков.

На месте выполнения работ должна быть аптечка.

Литература

1. Полевой Г.В., Сухинин С.Г. Газопламенная обработка материалов: учебн. - М.: ИЦ «АКАДЕМИЯ», 2005. - 333 с.
2. Соколов И.И. Газовая сварка и резка металлов: учебн., 2 изд., испр. и доп. - М.: Высшая школа, 1981. - 320 с.
3. Сварка в машиностроении в 4-х томах. Т. 4 / под ред. к.т.н. Ю.Н. Зорина / М.: Машиностроение, 1979. - 512 с.
4. Сварка и резка в промышленном строительстве. Справочник монтажника / под ред. к.т.н. Б.Д. Малышева / М.: Стройиздат, 1977. - 780 с.
5. Бондарь В.Х., Шкуратовский Г.Д. Справочник сварщика – строителя: 3-изд. перераб. и доп. - Киев.: «Будивельник», 1982. - 240 с.
6. Лихачев В.Л. Электросварка. Справочник. - М.: СОЛОН-Пресс, 2004. - 672 с.
7. Браткова О.Н. Источники питания: учебн. - М.: Высшая школа, 1982. - 179 с.
8. Разоренов Ю.Н. Оборудование для электрической сварки плавлением: учебн. пос. - М.: Машиностроение, 1989. - 208 с.
9. Межотраслевые правила при охране труда при производстве ацетилена, кислорода, процессе напыления и газопламенной обработке металлов. ПОТР. - М-019. - 2001. - 48 с.
10. Межотраслевые правила по охране труда при электро- и газосварочных работах в вопросах и ответах. Пособие для изучения и подготовки к проверке знаний. - М.: Издательство НИЦ ЭНАС, 2005. - 67 с.
11. Пособие по безопасному проведению сварочных работ. - М.: Издательство НИЦ ЭНАС, 2005. - 67 с.

Ильичевский судоремонтный завод: технологические решения бюро сварки при проведении ремонта деталей и узлов из высоколегированных сталей, коррозионностойких, жаростойких и жаропрочных сплавов

В.К. Пустомельник, глав. инженер, **С.М. Хачик**, нач. судоремонтного производства, **В.Г. Левицкий**, глав. сварщик, **О.В. Игнатенков**, нач. лабор. сварки, ЧАО «ИСПЗ» (Черноморск, Одесская обл.)

В судостроении широко применяются черные металлы, в первую очередь углеродистые стали, обладающие пластичностью, хорошей свариваемостью, а также стали высоколегированные (нержавеющие), противостоящие воздействию от коррозии кислот, щелочей и соленой морской воды. Соответствуют ГОСТ 5632: «Стали высоколегированные и сплавы коррозионностойкие, жаростойкие и жаропрочные».

Стандарт распространяется на деформируемые стали и сплавы на железной, железно-никелевой и никелевой основе, предназначенных для эксплуатации (работы) в коррозионно-активных средах и при высоких температурах.

К высоколегированным сталям отнесены сплавы с содержанием железа более 45%, а суммарное содержание легирующих элементов должно быть не менее 10%.

Нержавеющая сталь в морском судостроении используется как заменитель цветных металлов и сплавов для изготовления облицовок гребных валов, лопаток турбин, судовых трубопроводов, емкостей и резервуаров для транспортировки щелочесодержащих и кислотных растворов.

Нержавеющая сталь была открыта в 1913 г. ученым Гарри Брерли, обнаружившим, что стали с вы-

соким процентным содержанием хрома (более 12%), лучше противостоят кислотной коррозии. В судостроении (из-за высокой стоимости) применяются три наиболее распространенные группы сталей:

Аустенитные – немагнитные стали с основными составляющими содержания: 15–20 % хрома и 5–15% никеля, которые увеличивают сопротивление коррозии. Они хорошо подвергается тепловой обработке и сварке.

Мартенситные – в связи с большим содержанием углерода, значительно более твердые, чем аустенитные и ферритные стали. Могут обладать магнитными свойствами. Содержат: 11,5–17 % хрома и 0,75–2,5 % никеля.

Ферритные – стали содержат меньшее количество углерода, поэтому более мягкие, чем мартенситные. Они обладают магнитными свойствами. Содержание хрома: 12–18%, никель – отсутствует.

Марки отечественных и зарубежных аналогов наиболее часто используемых нержавеющей сталей в судостроении (судоремонте) приведены в таблице.

Сварку нержавеющей сталей на Ильичевском судоремонтном заводе выполняют:

1. Ручной дуговой сваркой штучными электродами ММА (111) – 10–15% от общего объема сварки.

Для аустенитных сталей используются электроды: ЭСАБ ОК 61.25, ОК 61.35; BOHLER FOX

Таблица. Используемые в судоремонте нержавеющей стали

Структура	Европейская /Норма	AISI США	ГОСТ	Cr %	Ni %	Mo %	Ti %
Аустенитные	1.4301	304	08X18H10	17-19	8-10,5		
	1.4306	304L	03X18H11	18-20	10-12		
	1.4401	316		16,5-18,5	10-13	2,0-2,5	
	1.4541	321	12X18H10T	17-19	9-12		≤ 0,7
	1.4571	316 Ti	10X17H13M2T	16,5-18,5	10,5-13,5	2,0-2,5	≤ 0,7
Мартенситные	1.4006	410	12X13	11,5-13,5	≤ 0,75		
	1.4057	431	20X17H2	15-17	1,5-2,5		
Ферритные	1.400	403,410S	08X13	12-14			
	1.4016	430	12X17	16-18			

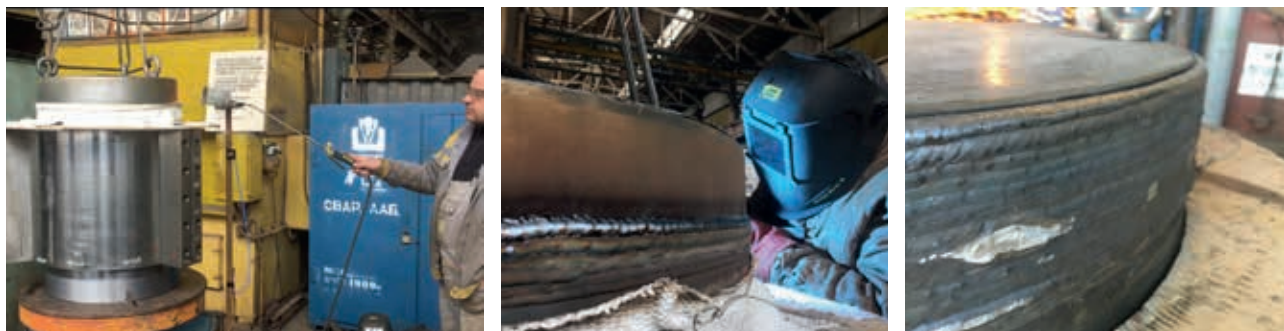


Рис. 1. Наплавка поверхностей МИГ/МАГ сваркой



а



б

Рис. 2. Наплавка нержавеющей стали: а) до наплавки, б) после наплавки

EAS 2-A; ГОСТ 10052: ЦЛ-11, ЭА 400/10У, ЦТ-15, ОЗЛ-8 и др. Ток постоянный обратной полярности $I_{св.}$ от 60 до 160 А, в прямой зависимости от диаметра электрода и положения сварки в пространстве.

Для мартенситных сталей применяются электроды: ЭСАБ ОК 68.15, ОК 68.17; BOHLER FOX CN 13/4 и CN 13/1; по ГОСТ 10052 - ЦЛ-51, ЦЛ-41.

2. Аргонно-дуговой сваркой неплавящимся электродом ТИГ (141) – 25-30 % от общего объема сварки.

Для мартенситных сталей применяются: сварочная проволока и присадочные прутки марок: ЭСАБ ОК АУТРОД 16.53, BOHLER FOX 23/12 IG; по ГОСТ 2246: Св.07Х25Н12Г2Т;

3. Полуавтоматической сваркой в среде защитных газов МИГ/МАГ (131-135):

используются: ОК АУТРОД 16.53, BOHLER

FOX 23/12 IG; по ГОСТ 2246: Св.07Х25Н12Г2Т.

Защитный газ: Аргон 100%, допускается смесь газов – Аргон + 20-25% CO_2 .

Для ферритных сталей применяются: BOHLER KW 10 IG; по ГОСТ 2246: Св.12Х13.

Для исключения в сварных соединениях нержавеющей сталей цветов побежалости, превышающих нормативам DIN 25410 «Температурные окраски на поверхностях аустенитных CrNi и хромистых сталей», сварку нержавеющей сталей производят на минимально допустимых значениях сварочного тока. Для обеспечения защиты обратного формирования сварных швов (особенно трубных соединений) во внутрь трубы или емкости закачивается инертный газ, который исключает (минимизирует) окисление сварочной ванны с кислородом во время сварки.

В судоремонте широко применяется наплавка (рис. 1, 2) шеек стальных гребных валов, баллеров и других деталей, работающих (контактирующих) в морской воде, высоколегированными, коррозионно-стойкими сварочными материалами.

●#1952



Рис. 3. Обработка на токарном станке. После ремонта. Март 2019 г.

Сравнительный анализ производственных стандартов по нормированию ультрафиолетового излучения, действующих в Украине и других странах

О.Н. Гончарова, канд. техн. наук, А.Т. Малахов, ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ (Киев)

Повышенный уровень ультрафиолетового излучения (УФИ) является одним из основных вредных и опасных производственных факторов воздействия на рабочий персонал при выполнении работ, связанных с электродуговой сваркой, резкой и наплавкой металлов. Поэтому вопросам нормирования воздействия УФИ при сварке уделяется повышенное внимание с целью обеспечения безопасных условий труда сварщиков и вспомогательного персонала, а также для создания эффективных средств и методов защиты.

Специфическими чертами УФ излучения при электродуговой сварке являются его высокая интенсивность и относительно большая спектральная доля жёсткого УФ-С излучения с длиной волны 200–280 нм, обладающего сильным вредным воздействием на органы зрения и кожные покровы человека. Уместно отметить, что в спектре солнечного излучения на земной поверхности УФ-С лучи практически отсутствуют, поскольку интенсивно поглощаются в атмосфере (в основном – в верхнем озоновом слое).

Отметим, что рассмотренные ниже нормативные документы разработаны не только для сферы сварочного производства. Они охватывают и другие области производства, в которых возможно воздействие УФИ на персонал.

1. В **Украине** воздействие УФИ регламентируется санитарными нормами (СН 4557–88. «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения в производственных помещениях»), введенными в СССР в 1988 г. Эти нормы были отменены в 2014 г (відповідно до Розпорядження Кабінету Міністрів України № 1163-р від 26.11.2014 р.) наряду с другими стандартами Советского Союза, разработанными до 1992 г. Поскольку на тот момент времени не был разработан национальный стандарт, заменяющий СН 4557–88, и он не разработан до сих пор, соответствующими органами государственного регулирования (Мінекономрозвитку, ДП «УкрНДНЦ») действие СН 4557–88 неоднократно продлевалось и на данный момент времени продлено до 01.01.2022 г. В 2022 г. возможны различные варианты введения новых нор-

мативов, но не исключается и продление срока действия СН 4557–88.

Остановимся кратко на основных нормативных положениях, приведённых в СН 4557–88, и проанализируем их:

1.1. Настоящие нормы устанавливают допустимые величины ультрафиолетового излучения на постоянных и непостоянных рабочих местах (облученность) от производственных источников с учетом спектрального состава излучения для областей:

- длинноволновой – 400–315 нм – УФ-А,
- средневолновой – 315–280 нм – УФ-В,
- коротковолновой – 280–200 нм – УФ-С,

и содержат требования к методам контроля и оценки.

1.2. Нормативы распространяются на излучение, создаваемое источниками, имеющими температуру выше 2000 °С (электрические дуги, плазма, расплавленный металл, кварцевое стекло и т.п.), люминесцентными источниками, используемыми в полиграфии, химическом и деревообрабатывающем производстве, сельском хозяйстве, при кино- и телестемках, дефектоскопии и других отраслях производства, а также в здравоохранении.

1.3. Нормативы не распространяются на ультрафиолетовое излучение, генерируемое лазерами, используемое для обеззараживания сред при отсутствии обслуживающего персонала, а также применяемое в лечебных и профилактических целях.

1.4. Нормативы интенсивности излучения установлены с учетом продолжительности воздействия на работающих, обязательного ношения спецодежды, защищающей от излучения, головных уборов и использования средств защиты глаз (ГОСТ ССБТ 12.4.080–79 «Светофильтры стеклянные для защиты глаз от вредных излучений на производстве»).

В п. 1.2 косвенно указано, что эти нормативы распространяются и на область сварки и родственных технологий (электрические дуги, плазма, расплавленный металл).

2.1.1. Допустимая интенсивность облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более 0,2 м² и периода облучения до 5 мин., длительности пауз между ними не менее

30 мин. и общей продолжительности воздействия за смену до 60 мин. не должна превышать:

- 50,0 Вт/м² – для области УФ-А,
- 0,05 Вт/м² – для области УФ-В,
- 0,001 Вт/м² – для области УФ-С.

2.1.2. Допустимая интенсивность ультрафиолетового облучения работающих при наличии незащищенных участков поверхности кожи не более 0,2 м² (лицо, шея, кисти рук и др.), общей продолжительности воздействия излучения 50 % рабочей смены и длительности однократного облучения свыше 5 мин. и более не должна превышать:

- 10,0 Вт/м² – для области УФ-А,
- 0,01 Вт/м² – для области УФ-В.

Излучение в области УФ-С при указанной продолжительности не допускается.

2.2. При использовании специальной одежды и средств защиты лица и рук, не пропускающих излучение (спилк, кожа, ткани с пленочным покрытием и т.п.), допустимая интенсивность облучения в области УФ-В + УФ-С (200–315 нм) не должна превышать 1 Вт/м².

2.3. В случае превышения допустимых интенсивностей облучения, приведенных в разд. 2 должны быть предусмотрены мероприятия по уменьшению интенсивности излучения источника или защите рабочего места от облучения (экранирование), а также по дополнительной защите кожных покровов работающих.

Отметим, что для сварщиков, находящихся в непосредственной близости от места сварки, обычно актуальны ограничения и предписания по п. 2.2 и 2.3. Остальные ограничения актуальны для вспомогательного и иного персонала, находящегося на значительных расстояниях от места (или мест) сварки без специальной одежды и средств защиты лица и рук.

Часто у специалистов по охране труда возникает вопрос: «Что делать, если на рабочем месте сварщика измерена интенсивность УФ-С излучения выше 1 Вт/м²?». В принципе, ответ дан в п. 2.3. Правда, здесь четко и конкретно не указано, например, в какой мере должны быть осуществлены мероприятия по «дополнительной защите кожных покровов работающих».

3.3. Для измерения интенсивности излучения следует использовать приборы типа спектрорадиометров с известной спектральной чувствительностью. Погрешность измерений не должна превышать 10 %.

Здесь нужно заметить, что для измерения УФ-И при сварке пригодны не все приборы, предназначенные для измерения интенсивности УФ излучения, генерируемого различными источниками. Поток излучения при сварке не стабилен во времени – происходят быстрые колебания даже при неизменных заданных параметрах, определяющих сварочный процесс (сила сварочного тока, длина дуги, скорость сварки и др.). В этом случае необходимо определять среднюю величину интенсивности излучения, что доволь-

но трудно сделать на выпускаемых приборах с цифровой индикацией. Большинство приборов снабжено функцией удержания максимума показаний, но это не позволяет определить среднюю величину. Среди выпускаемых приборов определить среднюю величину интенсивности УФ-И при сварке можно на радиометрах-дозиметрах Аргус-06/1 (пр-во Россия) и Тензор-53, Тензор-71 (пр-во Украина, Черновцы).

2. В **России** ранее тоже действовали санитарные нормы СН 4557–88. С начала 2017 г. они были заменены без всяких изменений, только введены не в виде отдельного нормативного документа, а вошли в виде раздела «IX. Ультрафиолетовое излучение» в общий документ – санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.2.4.3359–16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах».

В **Белоруссии** ранее действовавшие санитарные нормы СН 4557–88 с 1 марта 2006 г. заменены нормативным документом «Санитарные нормы ультрафиолетового излучения производственных источников» № 2.2.4.13–45–2005. Эти новые нормы базируются на основе СН 4557–88, поэтому многие положения вошли в этот документ без изменений или с незначительными изменениями и уточнениями. Затем с 10.01.2013 г. введен новый нормативный документ – СанПиН от 14.12.2012 № 198 «Требования к обеспечению безопасности и безвредности воздействия на работников производственных источников ультрафиолетового излучения». Он заменяет СН № 2.2.4.13–45–2005, но несущественно отличается по содержанию. Например, Глава 5 (Нормативные величины интенсивности ультрафиолетового излучения) заменена дополнением – Гигиенический норматив «Допустимые значения показателей ультрафиолетового излучения производственных источников».

Рассмотрим некоторые значимые моменты, отличающие СН № 2.2.4.13–45–2005 и СанПиН № 198 от СН 4557–88.

1) Новшеством является введение понятия «доза облучения».

Интенсивность излучения (облученность, поверхностная плотность потока) – отношение потока излучения, падающего на участок поверхности, к площади этого участка (Вт/м²).

Энергетическая экспозиция (доза облучения) – произведение облученности на время воздействия (Вт×с/м² или Дж/м²).

2) В нормативной части (Глава 5) добавлен пункт:

35. Допустимая доза УФ-С, получаемая обслуживающим персоналом, должна составлять не более 3,6 Дж/м². При производственной необходимости более длительного пребывания персонала необходимо использование средств индивидуальной защиты (очки, лицевые маски и перчатки), защищающих глаза и кожу от ультрафиолетового излучения.

На наш взгляд, он не совсем чётко сформулирован. Здесь не указаны временные характеристики периода облучения. В то же время, такая же доза 3,6 Дж/м², подсчитанная по данным в п. 31 (п. 2.1.1 в СН 4557–88), допускается при чётко сформулированных временных условиях и ограничениях на общее время воздействия и интенсивность излучения.

3. В странах *Европейского Союза (ЕС)* основой для нормирования воздействия УФИ в производственных условиях является введённая в действие в 2006 г. директива – DIRECTIVE 2006/25/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 5 April 2006 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to risks arising from physical agents (artificial optical radiation). Этой директивой регулируется воздействие оптического излучения от искусственных источников в диапазоне длин волн от 180 до 3000 нм, включающем в себя УФ, видимое и инфракрасное излучение. В документе нет прямого указания на излучение при сварке, но в разъяснениях (A Non-Binding Guide to the Artificial Optical Radiation Directive 2006/25/EC) оно указывается. Отмечено, что здесь устанавливаются минимальные ограничения и государства вправе устанавливать у себя более строгие обоснованные ограничения на уровни безопасного воздействия.

Рассмотрим и проанализируем основные положения и ограничения, приведённые в этой директиве и относящиеся к воздействию УФИ от некогерентных (не лазерных) источников.

1) Основными параметрами для оценки воздействия УФИ являются эффективная облучённость (effective irradiance) E_{eff} [Вт/м²; Дж/м²] и эффективная экспозиция облучения (effective radiant exposure) H_{eff} [Дж/м²; Дж/м²].

В общем случае эти величины выражаются в виде интегралов, но для практического применения – в виде конечных сумм значений в дискретных точках:

$$E_{\text{eff}} = \sum_{180\text{nm}}^{400\text{nm}} E_{\lambda} \cdot S(\lambda) \cdot \Delta\lambda ;$$

$$H_{\text{eff}} = E_{\text{eff}} \times \Delta t.$$

Здесь: E_{λ} [Вт/(м²×нм); Дж/(м²×нм)] – спектральная облучённость (spectral irradiance or spectral power density), получаемая обычно в результате спектральных измерений; $S(\lambda)$ – безразмерный спектральный коэффициент воздействия (spectral weighting) УФ-излучения на глаза и кожу, зависящий от длины волны излучения λ (дискретные значения $S(\lambda)$ приведены в табл. 1.2 Директивы); $\Delta\lambda$ [нм; нм] – шаг по длине волны, применяемый при суммировании и измерениях (в табл. 1.2 значения $S(\lambda)$ даны с шагом 1 нм, но обычно применяется шаг 5 нм); Δt [с; с] – время (длительность) воздействия излучения.

Для краткости и сравнения с принятыми в СН 4557–88 и СанПиН № 198 параметрами контроля,

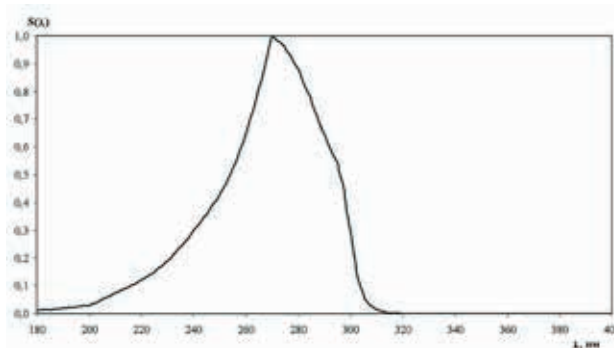


Рис. 1. График зависимости $S(\lambda)$ от длины волны излучения будем называть в дальнейшем E_{eff} – эффективная интенсивность излучения, H_{eff} – эффективная доза облучения.

Отметим, что принятые в СН 4557–88 и СанПиН № 198 параметры E – интенсивность излучения и H – доза облучения вычисляются по похожим формулам.

$$\text{Например, в диапазоне УФ-А} - E_A = \sum_{315\text{nm}}^{400\text{nm}} E_{\lambda} \cdot \Delta\lambda ;$$

$$H_A = E_A \times \Delta t.$$

Предоставим значения $S(\lambda)$, приведённые в Директиве в табл. 1.2, в графическом и табличном виде.

Видно, что величина $S(\lambda)$ в диапазоне УФ-С (180–280 нм) сначала монотонно возрастает от 0,012 до максимального значения 1 ($\lambda = 270$ нм), затем монотонно спадает до 0,88 на верхней границе диапазона; в диапазоне УФ-В (280–315 нм) – монотонно спадает до 0,003 на верхней границе диапазона; в диапазоне УФ-А (315–400 нм) – монотонно спадает от 0,003 до практически нулевого значения. Значения $S(\lambda)$ сильно различаются даже внутри этих диапазонов, пропорционально им отличается и спектральная эффективность воздействия УФИ. Например, в диапазоне УФ-С излучение с интенсивностью 1 Вт/м² и длиной волны 270 нм по степени воздействия на кожные покровы и глаза эквивалентно действию излучения с интенсивностью $1/0,03 = 33$ Вт/м² и длиной волны 200 нм.

По всей вероятности, столь большие относительные различия коэффициентов $S(\lambda)$ и привели к тому, что во многих странах для более точной оценки степени воздействия УФИ были введены нормативы, базирующиеся на применении эффективных параметров E_{eff} и H_{eff} .

В СН 4557–88 полагается, что внутри диапазонов УФ-А, УФ-В и УФ-С эффективность воздействия УФИ одинакова, независимо от длины волны. Так, в отличие от приведённого выше примера, УФ-С излучение с интенсивностью 1 Вт/м² и длиной волны

Таблица 1. Значения коэффициента $S(\lambda)$ в характерных точках спектра УФИ

λ , нм	180	200	220	270	280	315	400
$S(\lambda)$	0,012	0,030	0,120	1,000	0,880	0,003	0,000

270 нм эквивалентно действию излучения с такой же интенсивностью, но длиной волны 200 нм. В то же время, между этими диапазонами учитывается значительное различие в эффективности воздействия УФИ одинаковой интенсивности. Косвенно это отражено в существенных различиях допустимых пределов интенсивности УФИ в УФ-А, УФ-В и УФ-С диапазонах (например, 50–0,05–0,001 Вт/м²).

В таблице 1.1 Директивы даны предельные значения воздействия некогерентного оптического излучения. Воздействие на глаза и кожу УФ излучения, в спектре которого представлены излучения всех трёх диапазонов (УФ-А + УФ-В + УФ-С), лимитируется всего одним предельным значением эффективной дозы облучения – $H_{\text{eff}} = 30 \text{ Дж/м}^2$ за время до 8 ч.

Это означает, что эффективная доза облучения, полученная один раз в сутки за время до 8 ч (рабочая смена), не должна превышать 30 Дж/м². Ежедневное воздействие с такой дозой не приносит вреда и необратимых изменений для глаз, кожи и всего организма в целом.

Отметим основные отличия ограничений, налагаемых на воздействие УФИ, в Директиве и СН 4557–88:

1) В СН 4557–88 ограничения устанавливаются отдельно в каждом из диапазонов спектра (УФ-А,

УФ-В, УФ-С), в Директиве – во всём диапазоне спектра УФИ (180–400 нм).

2) В СН 4557–88 ограничиваются интенсивность излучения в зависимости от длительности его воздействия, в Директиве – эффективная доза облучения.

Если сравнивать ограничения по степени их строгости, то СН 4557–88 налагают более строгие ограничения на воздействие УФ-С излучения. Например, в Директиве допускается воздействие на глаза и кожу УФ-С излучения интенсивностью 2 Вт/м², но не более 15 с. В СН 4557–88 допускается воздействие излучения со значительно меньшей интенсивностью – 0,001 Вт/м² при определённых временных ограничениях. Интересно, что в норму $H_{\text{eff}} \leq 30 \text{ Дж/м}^2$ укладывается воздействие в течение 8 ч УФ-С излучения с $E = 0,001 \text{ Вт/м}^2$.

4. В других промышленно развитых странах (**США, Япония, Великобритания, Канада и др.**) действуют нормативные документы в своей основе схожие с нормами ЕС. В частности, применяется такая же зависимость эффективности воздействия УФ излучения от длины волны. Также применяется нормативное ограничение эффективной дозы излучения до 30 Дж/м².

● #1953

XII Міжнародна спеціалізована виставка

КИЇВСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ЯРМАРОК



IEC МІЖНАРОДНИЙ
ВИСТАВКОВИЙ ЦЕНТР

Україна, м. Київ, Броварський пр-т, 15
тел.: (044) 201-11-58, 201-11-65, 201-11-56
e-mail: alexk@iec-expo.com.ua,
plast@iec-expo.com.ua
www.iec-expo.com.ua, www.tech-expo.com.ua

24–27 листопада 2020

Генеральний
інформаційний партнер:

**Експлуатаційний
ІНСТРУМЕНТ**

Ексклюзивний
медіа партнер:

**ГОЛОВНОГО
ІНЖЕНЕРА**

Технічний
партнер:

**Велика
7m**

Восстановление сваркой уникальных базовых деталей промышленного оборудования

В промышленном комплексе Украины более 70% уникального металлургического, горно-обогатительного, кузнечно-прессового и другого технологического оборудования изготовлено в 1980-е годы XX столетия и эксплуатируется более 35 лет. Истечение назначенного срока службы, интенсивная эксплуатация, конструкторские и монтажные ошибки приводят к закономерному выходу из строя базовых деталей этих машин. Основной вид отказа – усталостное разрушение в наиболее нагруженных и несущих узлах со сложными сечениями и повышенной концентрацией напряжений. Общеизвестно, что поддержание работоспособности металлоконструкций представляется возможным на основе использования сварочных технологий.

Как правило, базовые детали такого оборудования, работающего в условиях динамического нагружения, изготавливаются из литых углеродистых сталей (0,3-0,5% С) в литом или литосварном вариантах, из поковок в кованом или ковано-сварном вариантах. Это могут быть сварные металлоконструкции из толстолистового низколегирован-

ного проката повышенной или высокой прочности. Сложные базовые детали редукторов отливаются из конструкционных серых чугунов.

На основании нашего многолетнего опыта и принимая во внимание такой спектр применяемых конструкционных материалов, характеризующихся ограниченной или неудовлетворительной свариваемостью, накопленные необратимые структурные и механические макро и микроповреждения металла, связи в закреплениях, толщины стенок (40-350 мм), пространственные положения мест разрушения, утверждаем, что использование технологий изготовительной сварки в ремонтных целях не результативно и снижает шансы на восстановление работоспособности в проектом режиме хоть на какой-то прогнозируемый период времени.

Сегодня Институт электросварки предлагает научно-обоснованные разработки, направленные на продление ресурса базовых деталей уникального оборудования. Ученые и специалисты Института оказывают услуги в разработке технических решений и технологических процессов в ремонтной сварке.

В рамках оказываемых услуг Институт командировывает своих специалистов для оценки фактического состояния ремонтируемого объекта, установления причин отказа, осуществления неразрушающе-



Восстановление сваркой рамы автосамосвала САТ 785С (стали 10ГС, 20ГС, 25Л), ОАО «НК ГОК», г.Кривой Рог. Сварка соединений при вставке новой центральной поперечной опоры



Ремонт бандажа окомкователя (масса 30 т, Сталь 50), ОАО «Полтавский ГОК», г. Горишни Плавни



Станина пресса 10000 тс (масса 108 т, сталь 35Л), место ремонта Нижнеднепровский трубный завод, г. Днепр. Характерные повреждения станины пресса 10000 тс



Ремонт корпуса насоса (сталь 35Л), ОАО «Укргазнафта», г. Кременчуг

го контроля, отбора проб металла для комплексных исследований. Выполняет анализ состояния металла и конструкции в целом, дает заключение о ремонтно-пригодности базовой детали и только после этого разрабатывает технологический процесс его восстановления. Разработка технологических рекомендаций и процесса ремонтной сварки базируется на моделировании технических приемов выполнения восстановительных работ. При этом производится выбор наиболее оптимального, для каждого конкретного изделия и условий выполнения работ, способа удаления дефектов и формирования кромок сварного соединения, а также процесса сварки, сварочных материалов и метода неразрушающего контроля ремонтных соединений. С учетом этого разрабатывается технологический процесс проведения ремонта, производится

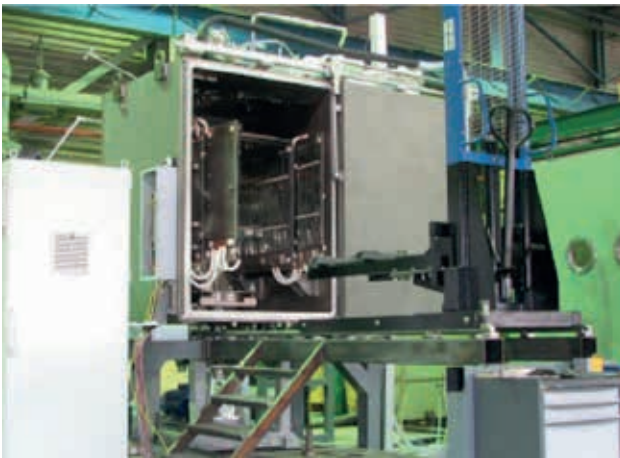
обучение рабочего персонала и формируются специализированные ремонтные бригады. После выполнения ремонтных работ дается заключение о техническом состоянии восстановленной конструкции и рекомендации по ее обследованию при последующей эксплуатации. В процессе восстановления конструкции специалистами Института электросварки осуществляется авторский надзор за ходом выполнения ремонтных работ.

Затраты на восстановление базовых деталей не превышает 35% от их первоначальной стоимости. После ремонта оборудование может эксплуатироваться в проектом режиме. Некоторые характерные примеры ремонтов проиллюстрированы выше.

www.stc-paton.com

●#1954

Установки ЭПС для гранульной металлургии – разработано в ИЭС



Институт электросварки им. Е.О. Патона выпускает три типоразмера установок для гранульной металлургии: KL168, KL114 и KL139.

Установки для гранульной металлургии предназначены для дегазации, наполнения и вибрационного уплотнения гранул в капсулах с последующей герметизацией с помощью электронно-лучевой сварки.

В установках выполняются следующие технологические операции:

- нагрев и дегазация изделий (капсул) для удаления из внутренней и внешней поверхностей адсорбированной влаги и газов;
- дегазация гранул при заполнении изделия;
- виброуплотнения гранул в изделии в процессе заполнения;
- электронно-лучевая сварка пробки, которая устанавливается в горловину изделия;
- охлаждения заполненного и герметизированного в вакууме.

www.tzu.com.ua

●#1955

Завідувач відділу зварювання пластмас № 80 в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ Максим Юрженко, доктор технічних наук, розробив з колегами пластмасу легше і міцніше металів, які використовують в будівництві літаків і ракет.

Цей пластик – це композитний матеріал на основі високотехнологічних полімерів, армованих вуглецевими волокнами. Вчені знайшли спосіб, як зробити так, щоб пластмаса була міцніше за метали, які використовуються в авіаційній галузі.

Максим Юрженко зазначає: «Ми виявили, що під дією різних фізичних полів, наприклад теплового, магнітного або електромагнітного полів, матеріали та вироби отримують поліпшення якості. Характеристики таких матеріалів вище, ніж у композитах, які зараз використовуються в авіаційній галузі, в ракетобудуванні та інших промисловостях.

«Для КБ «Південне» ми розробили матеріал і технологію впливу температурного поля для фор-

мування обтічників для ракетноносіїв. А для КБ «Антонова» я розробив технологію зварювання полімерних матеріалів під дією електромагнітного поля», – говорить Юрженко.

Нові матеріали українських вчених використовуватимуть конструкторські бюро «Південне» і «Антонов».

Схожу технологію використовує Airbus. Компанія випустила літак A380, який на 55% складається з композитних полімерних матеріалів, які в свою чергу замінили металеві, що дозволило створити двопалубний літак.

www.nas.gov.ua

●#1956

Василію Степановичу Гвоздецькому виповнилося 90 років!



Гвоздецький Василь Степанович народився 16 серпня 1930 р. в селі Шура-Копіївська, Вінницька обл. Батько воював на фронті, а син був розвідником партизанського загону. Семирічку закінчив у 18 років на «відмінно», Тульчинське педагогічне училище – з червоним дипломом. У 1960 р. Василь Степанович з відзнакою закін-

чив Київський державний університет ім. Т.Г. Шевченка за спеціальністю «Радіофізика і електроніка» і приступив до роботи в ІЕЗ ім. Є.О. Патона.

Першу пошукову роботу по використанню високочастотного розряду для зварювання металів малої товщини у старшого інженера В.С. Гвоздецького приймав сам Б.Є. Патон. І доручив «створити самий малоамперний дуговий розряд, здатний зварювати всі метали». В.С. Гвоздецький розробив теорію катодних процесів в зварювальній дузі, засновану на іонно-електронній емісії з катода. Ці фундаментальні дослідження стали основою для створення нових способів мікроплазмового зварювання металів і сплавів товщиною 0,1–1 мм, оптимізації енергетичних характеристик плазмово-дугових джерел живлення. ІЕЗ ім. Є.О. Патона вже прославився на весь світ тим, що тут був створений спосіб зварювання плавленням необмеженої товщини (електрошлакове зварювання), а тепер – техніка отримала спосіб зварювання металів мінімальної товщини.

Мікроплазмове зварювання було затребувано ракетобудуванням, медичною технікою, приладобудуванням, ювелірами, для ремонту прецизійної техніки. У перші роки тільки в СРСР було виготовлено і впроваджено у виробництво понад 15 тис. апаратів. Мікроплазмове зварювання запатентували не тільки в СРСР, а й в США, Швейцарії, ФРН, Великобританії та ін. країнах. В.С. Гвоздецькому довелося впроваджувати свій винахід на підприємствах СРСР, Японії, Швеції, в країнах РЕВ.

У 1968 р. В.С. Гвоздецький захистив кандидатську дисертацію. Новий вид зварювання описаний в науковій монографії (Б.Є. Патон, В.С. Гвоздецький, Д.А. Дудко і ін. Мікроплазменная сварка. – Київ: Наук. думка, 1979). За результатами фундаментальних досліджень дугових процесів В.С. Гвоздецький захистив в 1975 р. докторську дисертацію.

У 1977 р. в ІЕЗ ім. Є.О. Патона був заснований відділ фізики газового розряду і техніки плазми, яким В.С. Гвоздецький керував до 2003 р. Головний науковий співробітник продовжував досліджувати і розробляти нові способи, технології та обладнання для зварюван-

ня і термічної обробки, як металів, так і живих тканин. Василь Степанович розробив термоструйні пристрої: для коагуляції і руйнування пухлин і метастазів струменем водяної пари; зручний в маніпулюванні, компактний і безконтактний хірургічний прилад для зупинки кровотеч, стерилізації травматичних відкритих інфікованих ран, в т.ч. вогнепальних, як в польових, так і стаціонарних умовах.

Займаючись фізикою плазми, В.С. Гвоздецький провів оригінальний експеримент, що візуально доводить існування радіаційних поясів Землі. В якості моделі була використана мідна куля, що обертається. Вона заряджається негативним електричним зарядом в газорозрядній плазмі, що генерує магнітосферу в навколишньому просторі. В процесі експерименту вчений отримав незвичайні явища – 4 плазмових кільцевих пояса. Пізніше, вже на пенсії, він описав зроблене ним відкриття в книзі «Необыкновенные явления в обыкновенной плазме» (2015).

В.С. Гвоздецький опублікував понад 200 наукових праць, з яких 2 монографії, отримав 53 авторських свідоцтва СРСР і 22 патенти України, Росії та ін. країн. Професор, заслужений діяч науки і техніки України, підготував 3 докторів і 5 кандидатів наук.

В.С. Гвоздецький лауреат Держпремії УРСР (1972) та премії Ради Міністрів СРСР (1985), нагороджений орденом «Знак Пошани» (1981). За внесок в розвиток народного господарства СРСР нагороджений срібною (1971) і золотими (1972, 1987) медалями ВДНГ СРСР, медаллю «За доблесну працю в ознаменування 100-річчя від дня народження В.І. Леніна» (1970). Серед інших нагород, медалі: «В пам'ять 1500-річчя Києва (1982), «Ветеран праці» (1984), «Захисник Вітчизни» (1999), «60 років Перемоги у Великій Вітчизняній війні 1941–1945 рр.» (2005), «65 років Перемоги у Великій Вітчизняній війні 1941–1945 рр.» (2010). Він нагороджений Почесною грамотою Кабінету Міністрів України (2004), дипломом і знаками НАНУ «За підготовку наукової зміни» (2009) і Товариством зварників України «За особистий внесок у розвиток зварювального виробництва».

Від щирого серця вітаємо Василя Степановича зі славним ювілеєм і бажаємо йому міцного здоров'я, довголіття, благополуччя і всього найкращого!

*Колективи: ІЕЗ ім. Є.О. Патона,
НТК ІЕЗ ім. Є.О. Патона
Редакція і редколегія журналу «Сварщик»*

●#1957

«Ми робимо світ технологічнішим, створюючи розумні виробництва» – місія компанії Тріада Лтд Ко

Автоматизація, впровадження цифрових технологій і пов'язаних з ними бізнес-процесів мають потужний вплив на технологічний розвиток підприємств промислової галузі, економічну ефективність виробництва, екологічні норми і безпеку та ін. Індустрія 4.0 – один з магістральних напрямків розвитку нової технологічної революції. В українській промисловості, хоч і дуже повільно, зараз відбуваються процеси трансформації. Об'єднання зусиль мобільних підприємств-інтеграторів, представників industry engineering, і сучасних виробничих майданчиків, дозволяють налаштувати виробництво ефективно і швидко. А у довгостроковій перспективі призведуть до досягнення спільної мети: переходу української економіки на більш високий технологічний рівень розвитку і появи «розумних» виробництв системно і масово.

Компанія ТОВ «ТРИАДА Лтд Ко» (заснована у 1992 р.) – сучасна інжинірингова компанія, системний інтегратор промислових зварювальних роботів, має власний центр R&D, орієнтований на промисловий сектор, розвиває адитивні технології. Тріада Лтд Ко - офіційний інтегратор промислових роботів YASKAWA (Японія) в Україні. Спеціалізується у проектуванні та розробках технологій із застосуванням промислових роботів для автоматизації зварювальних процесів, у т. ч. контактного зварювання, наплавки, переміщення виробів. Інженери компанії пройшли спеціальне фахове навчання, що підтверджено сертифікатами. Компанія має великий багаторічний досвід в області зварювальних технологій.

З початку 2020 р. компанія здійснила кілька цікавих проектів з роботизації, одним з яких є співпраця із запорізьким металургійним підприємством ТОВ «ЗЛМЗ». Проект був виконаний «під ключ» і, починаючи з бетонних робіт, включив у себе проектні роботи, виготовлення, встановлення та інтеграцію роботизованого технологічного комплексу (РТК) в уже існуючий виробничий цикл.

Справка: Запорізький ливарно-механічний завод (ЗЛМЗ) входить до групи МЕТІНВЕСТ, займається виробництвом чавуну, сталі та феросплавів, виробництвом порожнистих труб і фітінгів зі сталі; виробництвом будівельних металоконструкцій і частин конструкцій, готових металовиробів; механічною обробкою металовиробів; ремонтом і технічним обслуговуванням машин і устаткування промислового призначення.

Даний роботизований зварювальний комплекс створювався для виробництва серійної продукції, а саме: зварювання шпал металевих і компенсаторів для гірничо-збагачувальних комбінатів, він був спроектований і впроваджений у вже існуюче виробництво.

Усі роботи по встановленню і запуску РТК були виконані в строк. Проект включає комплексне сервісне обслуговування як гарантійне, так і після гарантійне. Також для роботи РТК були підібрані зварювальні матеріали, спроектовані та виготовлені захисні зварювальні системи. Усі технології зварювання були відпрацьовані у власному техцентрі компанії Тріада Лтд Ко. Також для фахівців ЗЛМЗ було проведено спеціальні навчання програмуван-





ню і управлінням РТК.

Проект дозволяє ЗЛМЗ працювати в безперервному режимі і нарощувати виробництво деталей на вимогу замовника. Робот працює в 3 зміни цілодобово, вже досягнуто продуктивність 200 т металу на місяць. Проект показав найсучасніші підходи до процесу зварювання і вже дозволив заводу-виробнику розширити асортимент виробів. Також завдяки введенню РЗК оптимізований технологічний процес виробництва: так, вдалося уникнути зайвих переміщень деталей по цеху завдяки унікальному оснащенню, встановленому на комплексі, уникнули зачистки, тепер операція вальцовки деталі ведеться прямо на кондукторі, тут же відбувається наступний етап - зварювання деталі.

Ще один цікавий проект реалізований із ТОВ «Агромаш-Калина» (Вінницька обл., м. Калинівка). Проект включив у себе розробку і впровадження РТК в технологічний цикл підприємства ТОВ «Агромаш-Калина».

Справка: ТОВ «Агромаш-Калина» є виробником сучасної сільсько-господарської техніки, мета якої виробляти, розробляти, реалізовувати продукцію високої якості, яка складається з самих важких вимог фермерів і агрономів компаній. Агрегати своїм конструктивним рішенням призначені для сучасного агрономічного методу господарювання, який допомагає сільськогосподарським суб'єктам при мінімальних затратах коштів досягти високих врожаїв.

Задачею проекту було розробити і впровадити, інтегрувати у працююче виробництво сільгоспмашин, технологію зварювання ряду елементів сіль-





ського господарської техніки.

Технологічний відділ компанії Тріада Лтд Ко вивчив і дослідив особливості зварювання деталей, створив та випробував у власному техцентрі технологію зварювання. Проектний відділ спроектував та розробив РТК з урахуванням особливостей виробничої потужності ТОВ «Агромаш-Калина». Також була спроектована та виготовлена унікальна зварювальна оснастка та кондуктори, захисні зварювальні системи. Проведено навчання фахівців ТОВ «Агромаш-Калина» з програмування та управління роботом та усіма системами РТК. Проект включає також комплексне сервісне обслуговування РТК як гарантійне, так і після гарантійне.

Технології зварювання були відпрацьовані у власному техцентрі компанії ТОВ «Тріада Лтд Ко» у тестовому режимі. Комплекс встановлений та введений в експлуатацію вчасно. Фахівці компанії «Агромаш-Калина» повністю оволоділи навичками керування роботизованим комплексом.

Світ змінюється; виробництво неминуче трансформується: впроваджуються нові технології, приходять нові ідеї, програми, пов'язані з їх розвитком та реалізацією. Розвиток цифрових технологій – світова тенденція, яка вимагає переосмислення підходів до виробничого циклу. Пошук нових шляхів використання технологій для зміни існуючих систем виробництва є активною позицією компанії ТОВ «ТРИАДА Лтд Ко», така позиція надає можливість розвитку компанії в цілому у напрямі концепції «Індустрія 4.0» в Україні і світі.

Під час виконання проектів, компанія ТРИАДА Лтд Ко тісно спілкується з керівниками та фахівцями промислових підприємств і бачить, усі сторони висловлюють переконання – потрібно міняти ментальність і поведінку учасників промислового сектора, думати про розумне наповнення виробничих процесів.

В 2019 р. компанія ТОВ «ТРИАДА Лтд Ко» отримала Грант на виконання проекту, пов'язаного



з розвитком і впровадженням адитивних технологій «цифрового» виробництва. Проект зараз успішно ведеться і розвивається завдяки фінансовій підтримці Агентства США з міжнародного розвитку USAID на впровадження Програми USAID «Конкурентоспроможна економіка України» (КЕУ).

Проект дуже цікавий, вже укладені договори з підприємствами авіакосмічної галузі, ведуться дослідження нових адитивних технологій зварювання. Проект розрахований на рік активних робіт з можливим продовженням.

Компанія ТОВ «ТРИАДА Лтд Ко» має активну позицію щодо розвитку ідей промислової революції 4.0 в Україні і світі. Як учасник національного руху «Індустрія 4.0» в Україні (АППАУ), член Запорізької ТПП, разом з іншими сучасними компаніями, що прагнуть змін, ініціювала створення у Запорізькому регіоні першого кластеру ІАМ (інжиніринг-автоматизація-машинобудування) в Україні, закладаючи в основу принципи співробітництва і спільного вирішення загальних проблем для трансформації як виробничих процесів так і суспільства. Компанія прагне позначати критичні проблеми розвитку і пропонувати рішення для них, налагодити стійкий діалог між усіма учасниками різних галузей і інституцій, у тому числі, державного рівня. Компанія ТОВ «ТРИАДА Лтд Ко» вірить, що тільки у співпраці з іншими промисловими підприємствами регіону і країни можна прискорити розвиток і трансформацію промисловості, мати вплив на показники галузі, а також проектувати її розвиток у русі концепції «Індустрія 4.0» в Україні.

● #1958



ТОВ «ТРИАДА Лтд Ко»
т.: (067) 333-10-58, (050) 322-95-53
e-mail: sales@triada-welding.com
www.triada-welding.com

ООО «САММИТ» с 1999 года – надежный поставщик промышленных решений для реализации технологических задач в области сварки, лазерной и плазменной резки материалов на Вашем производстве. Компания **«САММИТ»**, как официальный представитель чешского производителя **VANAD**, предлагает Вам рассмотреть вариант поставки портальных машин с ЧПУ для высокоточной лазерной, плазменной/газоокислородной резки на Ваше производство.

Машины с ЧПУ для термической и лазерной резки от европейского производителя

Мы предлагаем Вам:

индивидуальные, профессиональные проекты решений для оптимального результата
предварительные консультации, проекты режущих рабочих мест
проекты расположения компонентов рабочего места, включая приводные кабели
обеспечение подготовки компонентов рабочего места
обеспечение доставки станка к заказчику
шеф-монтажные и пусконаладочные работы



Портальные машины с ЧПУ для лазерной резки



Портальные машины с ЧПУ для плазменной и газоокислородной резки



Украина, г. Днепр, ул. Суворова, 35 | +38 (056) 767-15-77, +38 (067) 561-32-24
E-mail: dnepr@kemppl.in.ua | www.kemppl.in.ua




НАУКОВО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ЦЕНТР
«ПРОМАВТОСВАРКА»

**Виробляємо обладнання для
електродугової металізації**

ЗАСТОСУВАННЯ:

- Нанесення антикорозійного покриття;
- Відновлення зношених поверхонь;
- Декоративне оздоблення.



(044) 222-90-26; (0629) 37-97-31
(067) 627-41-51; (099) 743-18-43

379731@promavtosvarka.com.ua
WWW.PROMAVTOSVARKA.COM.UA


ПВКП
«СЕВІД»
засновано в 1997 р.

ОМАХ – світовий лідер
гідроабразивного різання




Обладнання для
гідроабразивного різання

ПВКП «Севід» - офіційний представник:

- концерну **ESAB** в Україні з 2002 р.;
- концерну **«PLYMOTH»** - промислові витяжні пиловоси і системи рециркуляції повітря;
- корпорації **OMAX** - обладнання для гідроабразивного різання

- Якісне гарантійне і післягарантійне обслуговування
- Принцип лояльності
- Доставка транспортом продавця (від 1 т)

Приватне виробничо-комерційне підприємство «СЕВІД»
Код ЄДРПОУ 24757872, м. Херсон, вул. Корабельний узвіз, 2
Тел./факс: +38 (067) 657-71-37, 356-83-43, 551-92-05, www.sevid.com.ua, info@sevid.com.ua
Офіційний представник компаній: «ESAB», «Plymoth», «Omax», «Gedik» в Україні



TransSteel Pulse – ідеальне рішення для зварювання сталей та кольорових сплавів

Компанія Fronius оновила серію TransSteel, додавши функцію імпульсного зварювання. Функція імпульсної зварювальної дуги не лише прискорює зварювання листів значної товщини, але й знижує необхідність у наступних доопрацюваннях враховуючи меншу кількість зварювальних бризок.

В імпульсному режимі можна не використовувати проміжну дугу, яка створює бризки та важко піддається контролю. Через меншу кількість бризок на 70 % зменшується й обсяг наступної додаткової обробки деталей. Крім того, з імпульсною дугою швидкість зварювання підвищується на 30 %. Усі ці переваги тепер доступні також у моделях Fronius TransSteel 3000 Compact, TransSteel 4000 та TransSteel 5000.

Зварювальна система TransSteel розроблена спеціально для роботи зі сталлю. Розширений спектр функцій, до яких, зокрема входить функція імпульсного зварювання, дозволяє виконувати різноманітні операції і робить ці джерела струму дійсно універсальними. Функція точкового зварювання допомагає отримувати однакові зварювальні точки для ідеального прихоплювання деталей. Зварювання з інтервалами не лише забезпечує створення ідеального хвилястого шва. Менший тепловий вплив знижує ризик деформації матеріалу під час роботи з тонкими листами.

Спеціальні налаштування забезпечують ідеальні властивості дуги. Універсальні характеристики функції Steel чудово підходять для простих і швидких зварювальних робіт. Функція Steel Root призначена для виконання кореневих проходів. Вона також створює м'яку та стабільну дугу короткого замикання для надійного перекриття широких зазорів. А от жорстка концентрована дуга програми Steel Dynamic забезпечує швидке зварювання

та глибоке проплавлення. Якщо потрібне глибоке проплавлення з мінімальною кількістю бризок, ідеальним вибором стане модель TransSteel Pulse із функцією Pulse Controlled Spray Arc. У режимі SynchroPulse струм зварювання проходить між двома робочими точками з частотою до 5 Гц. Постійне чергування високого і низького струму полегшує зварювання у вертикальному положенні і допомагає отримати чіткий хвилястий шов на алюмінієвих сплавах.

Завдяки інтуїтивно зрозумілому принципу роботи TransSteel можна використовувати без попереднього навчання. Усі необхідні параметри зварювання регулюються на передній панелі. До того ж, пристрій оснащений зручною функцією протоколювання параметрів зварювання. До роз'єму на задній панелі блоку живлення можна підключити USB-накопичувач і зберегти на ньому всі важливі відомості, зокрема час виконання операцій, характеристики пристроїв, а також значення струму, напруги та швидкість подачі дроту.

Компанія Fronius додала функцію імпульсного зварювання до трьох моделей. TransSteel 3000 Compact Pulse – це багатофункціональна система, яка забезпечує високоякісне виконання усіх трьох зварювальних процесів. Завдяки компактній конструкції вона ідеально підходить для ремонтних робіт та виконання широкого спектру зварювальних операцій на будівельному майданчику і в майстерні. Функція імпульсного зварювання на TransSteel 4000 Pulse і TransSteel 5000 Pulse забезпечує більше можливостей і вищу швидкість для повторюваних зварювальних робіт або дрібно-серійного виробництва. Від версії Compact ці пристрої відрізняються підвищеною потужністю та наявністю окремого механізму подачі дроту.

Публікується на правах реклами

● #1959



Мал. 1. Компанія Fronius додала функцію імпульсного зварювання до пристроїв серії TransSteel, спростивши процес зварювання



Мал. 2. Завдяки зрозумілому принципу роботи TransSteel можна використовувати без попереднього навчання



Мал. 3. Імпульсне зварювання допомагає отримати охайний хвилястий шов та мінімізувати деформацію матеріалу під час прихоплювання



ТОВ «ФРОНІУС УКРАЇНА»
тел.: +38 0 44 277-21-41, 277-21-44
e-mail: sales.ukraine@fronius.com
www.fronius.ua



**Качество.
Безопасность.
Профессионализм.**

для работы на рынке



**Сертификация продукции
в соответствии с требованиями:**

ТР ТС(ЕАЭС) 010/2011 «О безопасности машин и оборудования»

**ТР ТС(ЕАЭС) 032/2013 «О безопасности оборудования,
работающего под избыточным давлением»**

**Аккредитованная по ISO 17025
лаборатория неразрушающего контроля
и технической диагностики**

Инспекция третьей стороны

Унитарное предприятие «БЕЛГАЗПРОМДИАГНОСТИКА»
220073, Беларусь, г. Минск, ул. Гусовского, 10, 2-й этаж

Тел./факс +375 17 316-02-00, 316-02-05. Сот. тел.: +375 29 653-08-68
e-mail: info@diag.by, osp@diag.by, www.diag.by



ЦИФРОВЫЕ РЕШЕНИЯ ЭТО:

КАЧЕСТВО
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ
СОКРАЩЕНИЕ ПРОСТОЕВ
ОБРАБОТКА ДОКУМЕНТАЦИИ

ESABDIGITAL
SOLUTIONS

МЫ ОПРЕДЕЛЯЕМ БУДУЩЕЕ СВАРКИ И РЕЗКИ!

01024, г. Киев, ул. Шелковичная, 42-44, эт. 9, оф. 9А

Тел.: +38 044 568 53 68, ф.: 568 55 67. e-mail: Oleksandr.Zdorenko@esab.com.ua

www.esab.com



ХІХ МІЖНАРОДНИЙ ПРОМИСЛОВИЙ ФОРУМ – 2020

МІЖНАРОДНІ СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ВИСТАВКИ



МЕТАЛО-
ОБРОБКА



УКРЗВАРЮВАННЯ



УКРSTOP
TEX



УКРПРОМ
АВТОМАТИЗАЦІЯ



БЕЗПЕКА
ВИРОБНИЦТВА



ГІДРАВЛІКА
ПНЕВМАТИКА



ПІДШИПНИКИ



УКРЛІТВО



ЗРАЗКИ, СТАНДАРТИ
ЕТАЛОНИ, ПРИПАДИ



ПІДЙОМНО-ТРАНСПОРТНЕ
СКЛАДСЬКЕ ОБЛАДНАННЯ

ufi
Approved
Event



ОРГАНІЗАТОР:

Міжнародний виставковий центр

Генеральний
інформаційний партнер:



Ексклюзивний
медіа партнер:

ЖУРНАЛ
ГОЛОВНОГО
ІНЖЕНЕРА

Технічний
партнер:



24–27
ЛИСТОПАДА



+38 044 201-11-65, 201-11-56, 201-11-58
e-mail: alexk@iec-expo.com.ua
www.iec-expo.com.ua, www.mvc.ukr
www.tech-expo.com.ua

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

Дослідження впливу джерел ризиків на технічну безпеку зварних конструкцій при експлуатації та впровадженні стандарту ДСТУ ISO 9001:2015

Ю.К. Бондаренко, К.Т.Н., О.В. Ковальчук, Ю.В. Логінова, ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ (Київ)

Згідно обов'язкових вимог технічних регламентів до технічної документації на відповідальну продукцію зварювального виробництва, технічна документація повинна давати можливість оцінити відповідність продукції нормативним вимогам і включати опис проведеного і результати належного аналізу та оцінки ризику (ризиків). На даний час достовірна методика оцінювання ризику зварної конструкції відсутня. В статті визначено особливості виникнення ризиків протягом життєвого циклу продукції. Розглянуто алгоритм виникнення складових ризику при експлуатації зварної конструкції, який є сумарною як ризиків пов'язаних з відхиленнями процесів проектування, виготовлення, експлуатації (іншими словами, пов'язані з процесами життєвого циклу продукції) так і ризиків, пов'язаних з небезпеками які виникають від дій на конструкції та імовірністю експлуатації конструкції поза межами призначення. Відзначено, що ризик при експлуатації є імовірністю досягнення конструкцією граничного стану протягом визначеного періоду експлуатації. При цьому граничні стани підрозділяються на дві групи. До першої групи належать граничні стани перехід через які призводить до повної непридатності об'єкта. До другої групи відносяться ті, які ускладнюють нормальну експлуатацію об'єкта або зменшують його довговічність порівняно з встановленим терміном. При експлуатації зварна металева будівельна конструкція зазнає, насамперед, механічних і корозійних впливів. Дано посилання на теорії та наведено формули які визначають імовірності відмови металевої конструкції. Рекомендовано про розрахунок сумарної величини ризику експлуатації користуватись формулою Байєса.

Кожен виробник зварної конструкції має на меті випустити продукцію належної якості, задовольнити споживача, зацікавити нових покупців, інвесторів і при цьому виконати обов'язкові законодавчі нормативні вимоги, які до неї ставляться. На даний час обов'язкові технічні вимоги до відповідальної зварювальної продукції визначені Технічними регламентами [1, 2, 3], табл. 1, та конкретизованими стандартами, переліки яких затверджені відповідними наказами Міністерства економічного розвитку та торгівлі України.

Проте, в реальному житті, виробники зварних конструкцій стикаються з рядом небезпек, які мо-

жуть негативно впливати на виробництво і бути причиною випуску бракованої продукції, зниження обсягу випуску, втрачання ринку та ін. Небезпеки (небезпечні фактори) можуть мати по відношенню до виробництва як зовнішнє так і внутрішнє походження. Ці фактори детально розглянуто в попередніх статтях авторів [4-6]. Небезпеки породжують ряд невизначеностей щодо того, чи зможе виробництво досягнути поставлених цільових показників і у який термін. Такий вплив невизначеностей на цілі і розглядається як ризики [7, 8].

Дійсно, за визначенням, згідно стандарту ДСТУ: ISO/IEC Guide 73:2013 «Керування ризиками. Словник термінів», термін *ризик* визначається як *вплив невизначеності на цілі*.

Вплив розглядається як відхилення з позитивними і негативними наслідками. *Цілі* можуть мати різні аспекти (такі як фінансові аспекти, які стосуються професійної безпеки та здоров'я, екологічні завдання) і можуть відноситись до різних рівнів (таким як стратегічний рівень, організаційний, рівень проекту, продукції, процесу). *Ризик* часто характеризується посиленнями на потенційно можливі події і наслідки або їх комбінації. *Ризик* часто виражається в комбінації події і пов'язаної з нею імовірності інцидентів (аварій, невідповідностей вимогам нормативних документів). *Невизначеність* – це стан, також часткової, відсутності інформації відносно розуміння чи знання подій, його наслідків або імовірності [7].

Підприємство ідентифікує ризики, аналізує, оцінює ризики і приймає рішення чи слід змінювати ризик шляхом його обробки чи слід прийняти його [9]. Якщо такий процес керування конкретними ризиками інтегрований в загальну систему управління на підприємстві – це означає що підприємство впроваджує менеджмент ризику. При цьому об'єктами менеджменту ризику є як система управління в цілому, її процеси так і конкретні проекти, процеси, продукція. Всі складові менеджменту пов'язані між собою. Дійсно, результатом якісних технологічних процесів (процесів, яких ризик визначено і утримується на прийнятному рівні) є якісна продукція (та яка несе в собі мінімальний визначений прийнятний ризик).

Таблиця 1. Зварювальна продукція, на яку поширюються Технічні регламенти

n/n	Назва зварної конструкції	Назва технічного регламенту
1	2	3
Зварні конструкції		
1	Парові та водогрійні котли	Технічний регламент водогрійних котлів, що працюють на рідкому чи газоподібному паливі Технічний регламент приладів, що працюють на газоподібному паливі
2	Посудини, що працюють під тиском	Технічний регламент безпеки обладнання, що працює під тиском Технічний регламент безпеки простих посудин високого тиску
3	Пересувне обладнання, що працює під тиском	Технічний регламент пересувного обладнання, що працює під тиском
4	Зварні конструкції для будівництва, будівельні матеріали (в т.ч. полімерні труби)	Технічний регламент будівельних виробів, будівель і споруд
5	Складові частини для залізничного транспорту, рейки.	Технічний регламент безпеки інфраструктури залізничного транспорту
6	Зварні вироби для сільськогосподарських та лісогосподарських машин	Технічний регламент щодо складових частин і характеристик колісних сільськогосподарських та лісогосподарських тракторів їх причепів і змінних причіпних машин, систем, складових частин та окремих технічних вузлів
7	Вантажопідіймальне обладнання	Технічний регламент безпеки машин
8	Кузови автомобілів	Технічний регламент з технічного обслуговування і ремонту колісних транспортних засобів (в т.ч. Постанова КМУ від 22 грудня 2010 р. № 1166 «Про єдині вимоги до конструкції та технічного стану колісних транспортних засобів, що експлуатуються»)
Зварювальне обладнання		
9	Зварювальне обладнання	Технічний регламент низьковольтного електричного обладнання Технічний регламент з електромагнітної сумісності обладнання Технічний регламент машин і механізмів
Зварювальне обладнання (засоби індивідуального захисту)		
10	Засоби індивідуального захисту	Технічний регламент засобів індивідуального захисту

І навпаки, не можна отримувати якісну продукцію, якщо виробничі процеси містять значні невизначеності. Сучасна організація управління підприємством [10] будується на принципах ризик-орієнтованого підходу і визначає залежність ступеню регулювання процесів від ризиків (невизначеностей) які з процесами пов'язані.

Важливою складовою керування ризиком і менеджменту ризиком, в цілому, є впровадження моніторингу в т.ч. оцінювання якості продукції методами неруйнівного контролю і технічної діагностики. Контроль, з точки зору ризик-орієнтованого підходу, має щодо ризику вирішальне значення. Контроль є діяльність яка визначає стан ризику конструкції, і за результатами контролю розробляються дії з обробки ризику з метою зменшення його ступеню. Процес керування ризиком показаний на рис. 1.

Технічний регламент встановлює основні вимоги до безпеки, проектування, виготовлення, оцінки відповідності, маркування та введення в дію продукції а також визначає порядок нагляду за дотриманням зазначених вимог.

Згідно Технічних регламентів встановлені наступні вимоги до технічної документації щодо проектування та розроблення продукції [2]:

«Виробник розробляє технічну документацію, яка повинна давати можливість оцінити відповідність продукції відповідним вимогам і включати опис проведення і результати належного аналізу та оцінки ризику (ризиків). У технічній документації повинні зазначатися застосовні вимоги та пов'язані з проведенням оцінки відповідності питання проектування, виробництва і функціонування продукції. Технічна документація повинна у відповідних випадках містити принаймні такі елементи:

- загальний опис продукції;
- ескізний проект, виробничі креслення та схеми компонентів, складальних вузлів, електричних кіл тощо;
- описи та пояснення, необхідні для розуміння зазначених креслень і схем та функціонування продукції;
- список застосованих повністю чи частково національних стандартів та/або інших відповідних технічних специфікацій, відповідність яким надає презумпцію відповідності продукції суттєвим вимогам, а в разі, коли зазначені стандарти не були застосовані, описи рішень, прийнятих з метою забезпечення відповідності суттєвим вимогам технічного регламенту. У разі часткового застосуван-

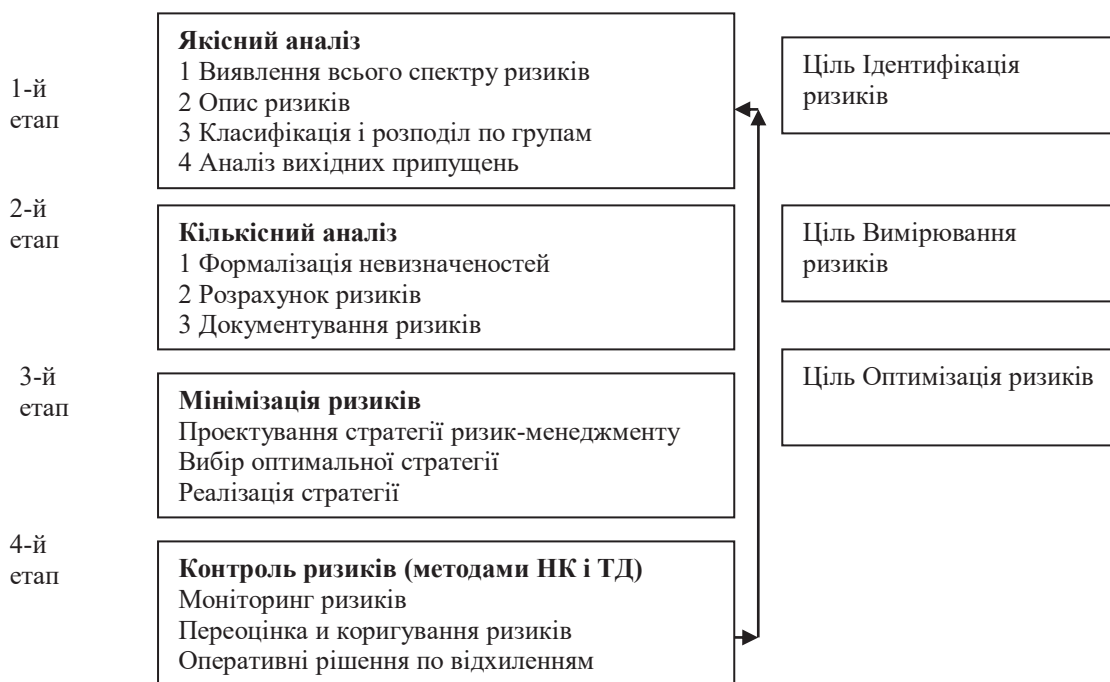


Рис. 1. Алгоритм керування ризиком

ня національних стандартів, відповідність яким надає презумпцію відповідності продукції суттєвим вимогам, у технічній документації повинні зазначатися їх частини, які були застосовані:

- результати виконаних проектних розрахунків, проведених досліджень тощо;
- протоколи випробувань.

Таким чином, однією з умов, які ставляться до проектування, виготовлення та розміщення товарів на ринку є «*належний аналіз та оцінка ризику (ризиків)*».

В визначенні, які застосовуються Законом України «Про технічні регламенти та оцінку відповідності» [1], термін «*ризик*» означає можливість виникнення та вірогідні масштаби наслідків негативного впливу протягом певного періоду часу.

Згідно закону України «Про загальну безпечність нехарчової продукції» [3]:

- *серйозний ризик* - будь-яка загроза суспільним інтересам, що потребує оперативного втручання державних органів, у т.ч. така, наслідки якої не виявляються негайно;
- *ступінь ризику* - рівень небезпеки (загрози) суспільним інтересам, що становить або може становити продукція.

Ризик продукції виникає на всіх стадіях життєвого циклу зварювальної продукції. Кожний етап життєвого циклу «накладає» свій ризик, а найбільший ризик продукції утворюється при її експлуатації в реальних умовах.

В ході виконання науково-дослідної роботи встановлено, що ризик продукції протягом життєвого циклу пов'язаний з:

А) Призначенням конструкції;

Б) Виробничими чинниками, а саме: невідповідностями процесів:

1. проектування;
2. виробництва;
3. монтажу;
4. експлуатаційного обслуговування;
5. недостовірностями та невизначеностями процесів випробувань протягом життєвого циклу п.п.1-4;

В) Фізичними впливами на конструкцію.

Поетапне виникнення ризику протягом життєвого циклу зварної конструкції схематично показано на *рис. 1*, як результат наступних основних груп складових: а) функціонування невідповідної системи менеджменту якості: проектування зварної конструкції, виробництва, технічного обслуговування та б) основних факторів зовнішніх загроз.

При підготовці технічного завдання, виконання проектування виконується аналіз призначеності продукції [2, 11, 12].

Аналіз призначення конструкції містить:

- умови експлуатації (дії на конструкцію);
- законодавчі вимоги щодо конструкції та аналізування ризиків;
- рівень якості аналогічної продукції на ринку;
- аналіз ризиків впливів на людину при виробництві та експлуатації конструкції;
- аналіз ризику впливу на навколишнє середовище при виробництві та експлуатації;
- аналіз ризиків використання зварної конструкції не за призначенням;
- аналіз залишкових ризиків після дій персоналу при усуненні екстрених ситуацій.

Стандарти менеджменту якості розглядають ризи-

ки як ймовірність відхилення кожного з процесів, який описує повну діяльність зварювального підприємства по управлінню; постачанню; виробництву конструкцій, моніторингу, застосовуючи методи НК і ТД.

Тому рекомендуємо визначити ризики, притаманні кожному з процесів. Схема процесного підходу в зварювальному виробництві розроблена авторами в статті [6]. Процесний підхід дозволяє визначити як власника процесу, так і власника ризику, та відповідальних за процес з яким пов'язано виникнення ризику. Це дозволяє також встанови-

ти процеси, які передують даному процесу і визначають причинно-наслідкові зв'язки при виникненні ризику при виготовленні конструкції. Аналогічний підхід застосовується і для системи управління якістю організацій, які відповідають за експлуатування (технічне обслуговування) конструкції.

Документування виявлених ризиків доцільно проводити за формою *Таблиці 2*.

На зварну конструкцію, яка експлуатується, діють фізичні впливи, які мають механічну, теплову і хімічну природу та їх комбінації.

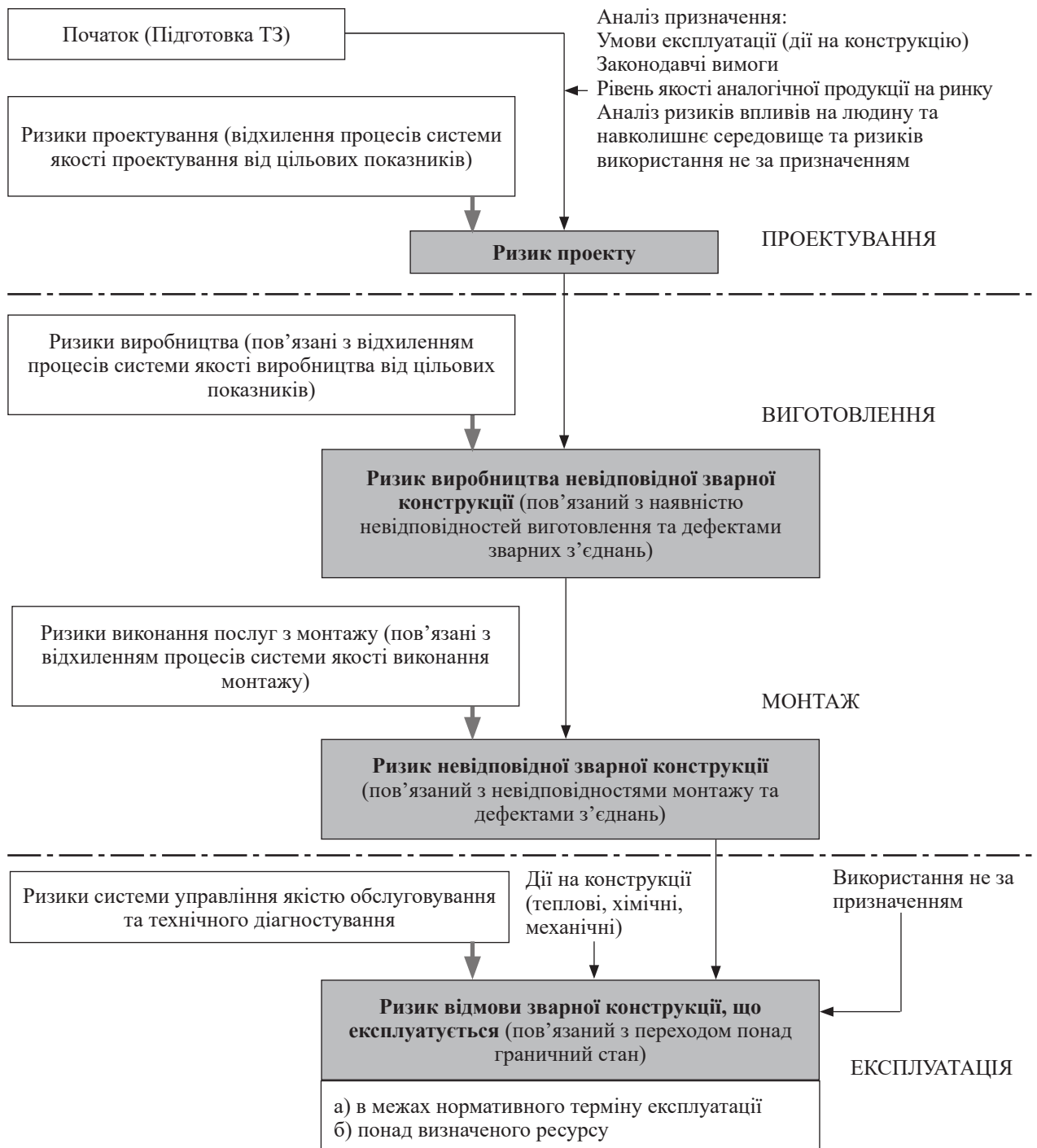


Рис. 2. Алгоритм виникнення ризику в зварних конструкціях

Таблиця 2. Формуляр карти реєстрації і обробки ризиків (рекомендована форма таблиці)

Відділ	Категорія ризику	Підкатегорія	Опис ризику	Наслідок ризику	В даний момент			Власник ризику	Наступні дії, що відносяться до пом'якшення	Власник пом'якшення	Вимога – джерело ризику	Терміни виконання	Цільові показники		
					Імовірність	Впливи	Ступінь ризику - імовірність впливу						Імовірність	Впливи	Цільовий рівень ризику після пом'якшення
1															
2															

При експлуатації будівельних конструкцій суттєвими впливами можуть вважатись механічні дії на конструкцію та корозійні впливи, що приводять до корозійного пошкодження металу.

Ризик експлуатації конструкції розглядається як імовірність відмови і пов'язані з цим втрати. Відмовою може вважатись зміна властивостей конструкції понад граничний стан. Аналіз літературних джерел показав, що граничний стан від механічних дій на будівельну конструкцію поділяють на дві групи, яка в свою чергу має підгрупи.

Перша група містить *граничні стани*, перехід через які призводить до *повної непридатності об'єкта* (основи конструкції, конструкції або елемента) до експлуатації і для яких поза граничними станами може бути: руйнування будь-якого характеру (в'язке, крихке, в результаті втомлюваності); втрата стійкості форми; втрата стійкості положення; перехід у змінну систему; якісна зміна конфігурації елементів зварної конструкції; інші явища, за яких виникає потреба в припиненні експлуатації (наприклад, виникнення перфорації стінки ємності з токсичними речовинами або надмірні переміщення основи при посадках сипучих ґрунтів).

Граничні стани першої групи можуть бути пов'язані з порушенням вимог збереження чи можливості існування конструкції або недотримання вимог безпеки для людей і довкілля. Досягнення граничного стану конструкції першої групи класифікується як відмова-зрив (відмова, яка одразу ж викликає збитки).

Друга група містить граничні стани, які *ускладнюють нормальну експлуатацію об'єкта* або зменшують його довговічність порівняно з встановленим терміном експлуатації і для яких поза граничними станами є: надмірне перевищення або повороти деяких точок конструкції; недопустимі коливання (надмірні значення амплітуди, частоти, швидкості, прискорення); утворення та розкриття внутрішніх дефектів, досягнення ними граничнодопустимих значень розкриття чи довжини (в відповідальних конструкціях тріщини не допускаються); втрата стійкості форми у вигляді локального деформування; пошкодження від корозії чи інших видів фізичного зношення, які призводять до необхідності обмеження експлуатації внаслідок

зменшення терміну експлуатації об'єкта.

Граничні стани *другої групи* можуть бути пов'язані з порушенням вимог щодо використання зварної конструкції без обмежень, можливостей обслуговування персоналом, неналежне використання НК і ТД, зовнішнього вигляду, можливостей модернізації. Часто ці граничні стани класифікуються як «*відмова – перешкода*».

Умова забезпечення безвідмовності, тобто не виходу за граничний стан, записується нерівністю виду [13]:

$$g(G_d, f_d, a_d, C, \gamma_n, \gamma_d, T_{ef}) \geq 0$$

$g(o)$ - така функція параметрів системи, за якої $g(o) < 0$ означає досягнення поза граничного стану; G_d, f_d, a_d - розрахункові значення навантажень, характеристик міцності матеріалів або опору ґрунтів та геометричних характеристик конструкції відповідно; C - обмеження на параметр, що контролюється (наприклад, допустиме граничне розкриття дефекту); γ_n - коефіцієнт надійності за відповідальністю (коефіцієнт відповідальності) який враховує значущість конструкції і об'єкта в цілому, а також можливі наслідки відмови та враховується як множник до розрахункового значення навантаження; γ_d - коефіцієнт надійності моделі, який враховує невизначеність розрахункової схеми та інші аналогічні обставини (наприклад, чутливість конструкції до локальних руйнувань, початкові недосконалості, підвищену швидкість зношення) приймається як множник до розрахункового значення навантаження).

В стандарті [13] розглядається розрахунок вірогідності досягнення конструкції відмови за встановлений термін служби T_{ef} .

З метою визначення швидкості можливого досягнення конструкцією критичного стану від корозійних впливів (або імовірності досягнення граничного стану протягом часу експлуатації T_{ef}), рекомендовано застосовувати наступні *показники оцінки якості* [14].

1. Масовий $K_m^{\pm}$ - характеризує зміну маси зразка матеріалу в результаті корозії (г/м²·год):

$$K_m^{\pm} = \frac{m_1 - m_2}{S \cdot \tau},$$

де m_1, m_2 - маса матеріалу відповідно до та після корозії, г, S - площа поверхні матеріалу, м²; τ - час

тривання корозії, год.

Зв'язок між додатним та від'ємним масовим показником:

$$K_m^- = K_m^+ \frac{n_o - A_M}{n_M A_o},$$

де n_o, n_M - валентності окиснювача та металу відповідно; A_o, A_M атомні маси окиснювача та металу відповідно.

2. Глибинний K_p - дає змогу оцінити глибину корозійного руйнування металу (мм/год):

$$K_p = 8,76 \frac{m_1 - m_2}{\rho * S * \tau}$$

Зв'язок між глибинним і масовим показником корозії:

$$K_p = 8,76 \frac{K_m^-}{\rho},$$

де ρ - густина металу г/см³.

3. Об'ємний K_y у разі корозії металу в кислотах швидкість корозії може бути визначена за кількістю виділеного водню (см³/см²·год):

$$K_y = \frac{V 273(P - P_{H_2O})}{S \tau (273 + t) 760},$$

де P, P_{H_2O} - відповідно атмосферний тиск під час експериментів та тиск насиченої водяної пари при температурі вимірювання, мм рт.ст.; t - температура вимірювання, °C, V - об'єм виділеного водню, см³.

4. Зміна електричного опору K_R :

$$K_R = \frac{R_k}{R_o},$$

де R_o та R_k - відповідно опір матеріалу до та після корозії.

Для врахування комбінації дій рекомендовано застосовувати метод аналізу ризику сіток Баєса [9]. Виникає певна проблема отримання статистичних даних про можливі відмови, через високу вартість проведення випробувань як безпосередньо об'єктів так і необхідності проведення випробувань контрольних зварних з'єднань, а також збору інформації протягом часу експлуатування конструкцій. Аналіз відмов здійснюється за результатами випробувань в випробувальних лабораторіях підприємств України.

Загальний вигляд теореми Байєса:

$$P(A/B) = \{P(A)P(B/A)\} / \sum P(B/E_i)P(E_i),$$

де $P(X)$ - імовірність події X ; $P(X/Y)$ - імовірність події X ; E_i - i -та подія.

В самій простій формі теорему Байєса для двох видів впливу можна записати:

$$P(A/B) = \{P(A)P(B/A)\} / \sum P(B) [9].$$

Байєсовську статистику можна розглядати як ступінь довіри особи до виникнення певної події. Оскільки підхід Байєса базується на суб'єктивному тлумаченні імовірності, він забезпечує безпосередню основу для розглядання варіантів прийняття рішення і розроблення мереж Байєса (рис. 3).

Томас Байєс одним з перших зацікавився ймовір-

ністю настання подій у майбутньому, ґрунтуючись на інформації про минулі випробування. Саме теорема Байєса пов'язує апіорні імовірності та апостеріорні імовірності після спостереження за наслідками.

На відміну від інших методів інтелектуального аналізу даних, застосування байєсівських мереж до аналізу процесів різної природи, діяльності людини та функціонування технічних систем дозволяє враховувати та використовувати будь-які вхідні дані у вигляді експертних оцінок і статистичної інформації. У свою чергу, змінні можуть бути дискретними і неперервними, а характер їх надходження при аналізі та прийнятті рішення може бути в режимі реального часу і у вигляді статичних масивів інформації і баз даних [15, 16].

Метод мереж Байєса передбачає використання графічної моделі для зображенні низки змінних і їхніх імовірнісних зв'язків. Мережа складається з вузлів, які представляють випадкову змінну і стрілок, які зв'язують родинний вузол з дочірнім вузлом (родинний вузол є змінною), яка безпосередньо впливає на іншу (дочірню змінну). Приклади етапів які необхідно виконати для побудови мережі Байєса такі:

- визначити змінні системи;
- визначити причинні зв'язки між змінними;
- установити умовні та апіорні імовірності;
- додати доказове свідчення про мережі;
- актуалізувати довірчі рівні;
- виділити апостеріорні довірчі рівні.

У наведеному прикладі розглянуто побудову таблиці Байєса з метою визначення вірогідності досягнення конструкцією граничного стану. Наприклад, згідно аналізу попередніх даних на вказаний тип конструкцій імовірнісна довіра полягає в тому, що 99 % процентів конструкцій перед проведенням випробувань не будуть мати відмову протягом часу експлуатації T_{ef} .

Застосовуючи правило Байєса добуток визначають множенням апіорних даних і імовірності. Апостеріорні дані визначають діленням значення окремого добутку на суму добутків. Аналіз показує, що позитивний результат випробувань вказує на таке що апіорне значення зросло з 1% до 9%. Ще важливіше є те що навіть при наявності аналізування виразу $(0,001 \times 0,98) / (0,01 \times 0,98) + (0,99 \times 0,1)$ показує, що немає перевищення граничного стану експлуатованого об'єкту, що в свою чергу має вагоме значення.

Мережа Байєса зображена на рис. 3.

Для умовних апіорних імовірностей, визначених в наведених нижче таблицях 3.2-3.6 використано позначення: Y (yes) - позитивний і N (негативний). Позитивний елемент може бути визначено перевищення граничного стану, що показано вище як Високий, а негативний N - як не досягнення граничного стану.

Для визначення апостеріорної імовірності $P(A|D = N, C = Y)$ необхідно попередньо вирахувати $P(A, B|D = N, C = Y)$.

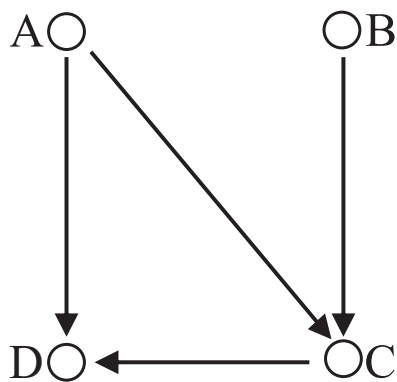


Рис. 3. Приклад сітки Байєса

Використовуючи правило Байєса, значення вірогідності $P(D|A, C) \cdot P(C|A, B) \cdot P(A) \cdot P(B)$ необхідно визначити по формулі, як показано нижче в таблиці, при цьому в останній графі показані нормалізовані ймовірності, сума яких дорівнює 1, як отримано в попередньому прикладі (округлений результат).

Для отримання $P(A|D = N, C = Y)$ все значення В підсумовують

A	B	$P(D A, C) \cdot P(C A, B) \cdot P(A) \cdot P(B)$ або $P(D = Y)$	$P(A, A/B=N, C=Y)$ $P(D = N)$
Y	Y	$0,4 \cdot 0,5 \cdot 0,9 \cdot 0,6 = 0,110$	0,4
Y	N	$0,4 \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 0,4 = 0,130$	0,48
N	Y	$0,8 \cdot 0,2 \cdot 0,1 \cdot 0,6 = 0,010$	0,04
N	N	$0,8 \cdot 0,7 \cdot 0,1 \cdot 0,4 = 0,022$	0,08

Мережі Байєса використовують для отримання апостеріорного розподілів. Графічні перед уявлення вихідних даних забезпечують розуміння моделі, при цьому дані можуть бути змінені для дослідження кореляції і чутливості параметрів.

Перевагами методу є наступні:

- Для використання методу досить знання апіор-

ної інформації.

- Логічно виведені затвердження нескладні для розуміння.
- Застосування методу ґрунтується на формулі Байєса.
- Метод надає собою спосіб використання суб'єктивних ймовірнісних оцінок.
- Недоліками методу є наступні:
- Визначення всіх взаємодій в мережах Байєса для складних систем не завжди здійснимо.
- Підхід Байєса вимагає знання безлічі умовних ймовірностей, які зазвичай отримують експертними методами. Застосування програмного забезпечення засноване на експертних оцінках.

На даний час запропоновані і інші теорії. Так в роботі Торопа В.М. [17] запропонована методика аналізування ризику при експлуатації трубопроводів та резервуарів.

Впровадження менеджменту ризиків і забезпечення результативності потребує сильної і стійкої форми прихильності з боку керівництва підприємства а також стратегічного і детального планування для досягнення стійкості на всіх рівнях

Керівництву необхідно:

- визначати і підписувати політику менеджменту ризиків;
- забезпечувати узгодженість культури підприємства і її політики менеджменту ризиків;
- забезпечувати показники діяльності в області менеджменту ризику на зварювальному виробництві, які узгоджуються з показниками діяльності організації (рис. 1);
- узгоджувати цілі менеджменту ризиків з цілями і стратегіями організації;
- забезпечувати відповідність законодавчим та іншим обов'язковим вимогам;

Таблиця 3.1. Приклад застосування правила Байєса. Таблиця апіорних і апостеріорних даних. Таблиця Байєса.

	Апіорні дані	Ймовірність	Добуток	Апостеріорні дані
Досягнув граничного стану протягом часу T_{ef}	0,01	0,98	0,0098	0,0901
Не досягнув граничного стану протягом часу T_{ef}	0,99	0,10	0,0990	0,909
Підсумок	1		0,108	1

Таблиця 3.2. Апіорні ймовірності для вузла А та В

$P(A=Y)$	$P(A=N)$	$P(B=Y)$	$P(A=N)$
0,9	0,1	0,6	0,4

Таблиця 3.3. Апіорні ймовірності для вузла С з визначеними вузлами А та В

A	B	$P(C=Y)$	$P(C=N)$
Y	Y	0,5	0,5
Y	N	0,9	0,1
N	Y	0,2	0,8
N	N	0,7	0,3

Таблиця 3.4. Умовні ймовірності для вузла D з визначеними вузлами А та С

A	B	$P(D=Y)$	$P(D=N)$
Y	Y	0,6	0,4
Y	N	1,0	0,0
N	Y	0,2	0,8
N	N	0,6	0,4

Таблиця 3.5. Апостеріорна вірогідність для узла А с вузлами D и C

$P(A=Y D=N, C=Y)$	$P(A=N D=N, C=Y)$
0,88	0,12

- встановити відповідальність за результат і виконання на відповідних рівнях підприємства на основі НК і ТД;
- забезпечити виділення необхідних ресурсів для менеджменту ризику та НК і ТД;
- передавати інформацію про вигоди менеджменту ризику всім зацікавленим сторонам;
- забезпечувати постійну відповідність структури для впровадження менеджменту ризику та НК і ТД

На підставу наведеного вище можна зробити наступні висновки.

1) Побудовано алгоритм виникнення ризику при експлуатації будівельної конструкції. Запропоновано процесний підхід з метою аналізу відхилення процесів проектування, виробництва та обслуговування.

2) Визначено показники граничних станів зварної конструкції від механічних дій та показники якості корозійних впливів. Підбрано розрахункові формули швидкості (імовірності) досягнення граничних станів від механічних дій. Для аналізування комбінації дій рекомендовано застосовувати метод сіток Баєса.

3) Встановлено, що одним з основних завдань системи менеджменту якості зварювального виробництва згідно ДСТУ ISO 9001:2015 є забезпечення виявлення потенційних невідповідностей в системі зварювального виробництва і попередження їх виявлення за допомогою менеджменту ризику. Відхилення процесів системи менеджменту є причинами утворення браку продукції, що випускається та виникнення ризику аварійної ситуації на виробництві.

4) Успіх менеджменту ризиків буде залежить від результативності структури менеджменту, яка забезпечує обґрунтування і заходи, які інтегрують його по всьому зварювальному підприємству по всіх рівнях. Структура допомагає впровадженню результативного менеджменту ризиків через провадження процесів менеджменту ризиків та НК і ТД на різних рівнях і рамках конкретного контексту підприємства. Структура гарантує що інформація про ризик, отримана в процесі менеджменту ризику відповідним чином надається, використовується як основа для прийняття рішення і призначення відповідальних за результат на всіх відповідних рівнях зварювального виробництва.

Література

1. Закон України від 15.01.2015, № 124-VIII «Про технічні регламенти та оцінку відповідності».
2. Постанова Кабінету міністрів України № 95 від 13 січня 2016 р. «Про затвердження модулів оцінки відповідності, які використовуються для розроблення процедур оцінки відповідності, та правил використання модулів оцінки відповідності».
3. Закону України «Про загальну безпечність нехарчової продукції» від 02.12.2010, № 2736-VI.

4. Бондаренко Ю.К., Ковальчук О.В. Оцінка ризику експлуатації зварних конструкцій на підставі моніторингу процесів управління якістю і проведення випробувань методами НК і ТД. //Неруйнівний контроль та технічна діагностика». – 2017. - № 3. - С. 56-62.

5. Бондаренко Ю.К., Ковальчук О.В. Ідентифікація ризиків при виробництві зварних конструкцій для впровадження ризик-менеджменту на підприємстві. //Неруйнівний контроль та технічна діагностика. – 2018. - № 3. - С. 47-57.

6. Бондаренко Ю.К., Ковальчук О.В. Анализ и исследование риск-менеджмента, влияющего на технологический процесс сварки на производстве с целью повышения живучести стальных конструкций по признакам опасности. //Сварщик. – 2018. - № 4. - С. 29-40.

7. ДСТУ ISO Guide 73:2013 (ISO Guide 73:2009). Керування ризиком. Словник термінів.

8. ДСТУ ISO 31000:2014 (ISO 31000:2009, IDT). Менеджмент ризиків. Принципи і керівні вказівки.

9. ДСТУ IEC/ISO 31010:2013 (IEC/ISO 31010:2009, IDT). Керування ризиком. Методи загального оцінювання ризику.

10. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Основні положення та словник.

11. ДСТУ 3974-2000 Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Правила виконання дослідно-конструкторських робіт. Загальні положення.

12. ДСТУ 8634:2016 Система розроблення та поставлення продукції на виробництво. Настанови щодо розроблення та поставлення на виробництво нехарчової продукції.

13. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд. Надано чинності 01.01.2019.

14. Маньковська Е., Скоропад П., Семенистий А. Корозійна стійкість металевих аморфних стопів та метрологічна надійність термоперетворювачів на їх основі. //Вимірювальна техніка та метрологія. – 2010. - № 71. - С. 98-102.

15. <http://ena.lp.edu.ua/bitstream/ntb/6607/1/19.pdf>

16. Бідюк П.І., Терентьев О.М., Коновалюк М.М. Байєсівські мережі в технологіях інтелектуального аналізу даних. «Искусственный интеллект». - 2010. - № 2. - С. 104-113.

17. Тороп В.М. Імовірносний ризик-аналіз експлуатації трубопровідних систем резервуарів та посудин тиску. Повідомл. 2. Метод оцінки функціональної придатності елементів конструкції за обмеженими статистичними даними. - Проблеми прочності. – 2005. - № 3. - С. 96-103.

●#1960

Патентна інформація – унікальне джерело технічної, правової та комерційної інформації

І.В. Бернадська, к.т.н., патентний повірений України, ст. наук. співр., ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ (Київ)

Сучасна економіка не даремно зветься «економікою знань». Відтоді як головною ареною конкурентної боротьби стали передові технології, стійкий соціально-економічний розвиток неможливий без інтенсифікації науково-технічної діяльності та постійного оновлення виробництва. Саме тому одним з найважливіших об'єктів державної політики в Україні стала інноваційна сфера, що підтверджується прийняттям у 2011 р. закону «Про пріоритетні напрями інноваційної діяльності в Україні» та нової редакції закону «Про державне регулювання діяльності у сфері трансферу технологій» наприкінці 2012 р. Але не секрет, що основою економіки в усіх промислово розвинутих країнах наразі є не природні ресурси, а науково-технічний прогрес та інформаційні технології, в широкому розумінні – інформація як така. Саме тому в системі заходів з активізації інноваційної діяльності в державі особливе місце посідає інформаційна складова, яка сприяє ефективному використанню нових технічних рішень і сучасних технологій.

Розвиток інформаційно-інноваційної інфраструктури дозволяє перетворити результати наукових досліджень і розробок на наукоємний товар, який реалізується на локальному або глобальному ринку. Інтелектуалізація вітчизняної економіки, розвиток інноваційного бізнесу та його інтеграція у світову економіку – навіть якщо вони йдуть невисокими темпами – різко активізували попит на науково-технічну інформацію та документацію. Ця інформація активно використовується усіма учасниками інноваційної діяльності, залучаючи в процес технічної творчості все нові верстви суспільства.

В такій інформаційній інфраструктурі надзвичайно важлива роль належить патентній інформації, яка сформувалась як сталий інформаційний потік в результаті розвитку особливих суспільних відносин, що регулюються законом і виникають під час створення і використання винаходів та інших об'єктів права інтелектуальної власності. Специфіка інтелектуальної власності така, що вона міститься не в конкретних матеріальних втіленнях тих чи інших новацій, а в ідеях і знаннях, які можуть бути втілені в реальні об'єкти необмежену кількість разів у різних частинах світу.

Суть патентної системи полягає, як відомо, у наданні власнику обмеженого у часі права на використання технічної новації (винаходу, корисної моделі) в обмін на розкриття в загальнодоступних публі-

каціях інформації про ці об'єкти. Іншими словами, монопольне право на використання власником своїх знань закріплюється за ним в обмін на усупільнення інформації по ці знання. Це і є патентна інформація в загальному сенсі, або більш точно – технічна і правова інформація, яка міститься в патентних документах, що публікуються патентними відомствами. В широкому розумінні патентна інформація являє собою сукупність відомостей про результати інтелектуальної творчої діяльності, заявлені як об'єкти права промислової власності або визнані такими, та відомостей про охорону прав винахідників, авторів, заявників та власників охоронних документів. Ці відомості акумулюються в охоронних документах, у першу чергу в описах до заявок та виданих патентів на винаходи і корисні моделі. Проте патентна інформація публікується не лише у вигляді повних описів, але також і рефератів або формул винаходів та бібліографічних даних (офіційні бюлетені, спеціалізовані бази даних, видання патентних відомств та інформаційних центрів). Реєстрацію об'єктів права інтелектуальної власності – і відповідно, публікацію патентної документації – здійснюють понад 120 країн світу та 5 міжнародних і регіональних патентних організацій. Разом вони утворюють глобальний ресурс патентної інформації. Стрімке поширення сучасних комунікативних засобів та політика відкритості національних патентних відомств дає зацікавленим користувачам цілодобовий безоплатний доступ практично до будь-яких баз даних національної та регіональної патентної документації, а разом з цим також і технічні можливості цілеспрямованого відбору та аналізу потрібних відомостей.

Науково-технічний зміст патентного документу визначається, починаючи з таких бібліографічних даних, як його назва, класифікаційні індекси, посилання на інші документи: вони вказують на належність винаходу до певної сфери діяльності, галузі техніки. Інформацію технічного характеру несе і власне опис винаходу або корисної моделі. Вступна частина опису містить інформацію про рівень техніки та загальну характеристику винаходу, зокрема, його суттєві ознаки і технічний результат. В основній частині опису розкривається можливість конкретного втілення винаходу, причому достатньо повно і точно, щоб його міг відтворити пересічний фахівець у даній галузі. За оцінками спеціалістів, технічна інформа-

ція, що міститься в описах патентів, щонайменше на 80 % унікальна і не повторюється в жодних інших джерелах. Юридично значима інформація представлена в формулі винаходу, яка визначає обсяг правової охорони (тобто межі прав власника, встановлені нормативними актами), та в бібліографічних даних – зокрема, це реквізити патентного документу, відомості про винахідників, заявників та власників патенту, а також різні дати, що відбивають стадії розгляду та реєстрації винаходу, відомості про патентування в інших країнах, тощо. Таким чином, з патентної документації може бути отримана інформація про сутність нових технічних рішень та їх правовий статус.

Іншими словами, головною функцією патентної інформації є сповіщення про появу нових об'єктів промислової власності, а також про стан їх правової охорони. Ці відомості використовуються передусім під час проведення кваліфікаційної експертизи (експертизи по суті), яка встановлює відповідність винаходу умовам патентоздатності; адміністративними і судовими органами в ході розгляду заперечень на видачу охоронних документів, а також іншими патентовласниками для обстоювання власних прав і оспорювання прав нових претендентів на отримання патентів, для відстеження патентної ситуації у своїй предметній галузі, прийняття рішень про доцільність розгортання/продовження власних досліджень та розробок або про придбання ліцензій на вже створені винаходи тощо. Проте дослідницький потенціал патентної інформації виходить далеко за рамки системи, яка її створила. В сучасних умовах різко зросло її значення в контексті комерційної діяльності. Патентна інформація – це унікальне джерело відомостей для їх наступної обробки та використання в конкурентній боротьбі і для розвитку власного виробництва. Крім відбору технічних відомостей, за допомогою аналізу патентної інформації можна (і треба!) відстежувати загальну ринкову ситуацію, контролювати активність конкурентів та виявляти потенціальних партнерів або замовників.

Аналіз патентної інформації лежить в основі патентно-пошукових робіт та патентних досліджень. Якщо періодично виконувати іменний (фірмовий) патентний пошук, можна оцінити технічні та виробничі інтереси своїх конкурентів шляхом спостереження за поданими ними заявками та отриманими патентами; виявити найбільш комерційно привабливі технології та продукцію конкурентів, оцінити їх стратегію, сильні і слабкі сторони їх досліджень та розробок. З цих документів можна отримати прогностичну інформацію щодо тенденцій розвитку технологій, визначити вірогідні напрями інвестицій в дослідження, навіть оцінити перспективи злиття та поглинання компаній. Крім того, імена винахідників цікаві тим керівникам, які хочуть взяти на роботу талановитих і творчих працівників. Предметний пошук дозволить визначити коло підприємств, установ і компаній, які

зацікавлені у певному напрямку досліджень і розробок та можуть стати потенційними споживачами науково-технічної продукції.

Патентні дослідження є надзвичайно корисним інструментом для планування і реалізації інноваційного виробництва. Їх необхідно проводити на різних етапах життєвого циклу запатентованого винаходу (корисної моделі). По-перше, в ході складання заявки перед її поданням необхідно перевірити, чи не існують вже запатентовані аналоги, порівняно з якими заявлене технічне рішення не матиме новизни або винахідницького рівня. Далі, в процесі використання запатентованого винаходу, при підготовці до продажу ліцензії або виходу на новий ринок, у т.ч. зарубіжний, необхідно пересвідчитися, чи не відбувається порушення чужих патентних прав, чи не існує загрози пред'явлення конкурентами судових позовів з метою анулювання патенту. Також патентні дослідження дозволяють встановити потенційних ліцензіатів та визначити основні переваги власного технічного рішення, які необхідно відбити в ліцензійній пропозиції. При закупівлі ліцензії доречно перевірити правовий статус відповідного патенту і ринкову ситуацію у цілому, наявність інших ліцензій на той самий об'єкт, тощо. Використання патентних досліджень в процесі планування та здійснення наукової та науково-технічної діяльності дозволяє уникнути дублювання досліджень та спрямувати їх у відповідності з потребами реального сектору виробництва.

Таким чином, патентна інформація, яка поєднує в собі технічні, правові та комерційні аспекти, є життєво необхідною в процесі планування будь-яких наукових досліджень, виробництва і бізнесу, а її використання на всіх етапах інноваційного процесу – від народження ідеї до її втілення в конкурентоздатній продукції – обов'язкова і необхідна передумова успіху. При цьому важливо розуміти, що проведення патентно-інформаційних робіт, патентних та патентно-кон'юнктурних досліджень вимагає від виконавців високої професійної кваліфікації, спеціальних знань, володіння сучасними пошуковими техніками, вміння правильно інтерпретувати отримані дані в контексті конкретних обставин.

Якщо у вас виникли запитання по темі статті або взагалі стосовно сфери інтелектуальної власності, звертайтеся за консультаціями до автора за: Тел.: (066) 356 98 95, (097) 880 36 33, або e-mail: irynabernadska@ukr.net (кодове слово Стаття у Журналі)

Продовження цієї серії статей в наступних номерах журналу

●#1961

Евгений Оскарович Патон - выдающийся ученый в области мостостроения и сварки, основатель Института электросварки. Часть 3

А.Н. Корниенко, к.т.н., д.и.н., ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ (Киев),

А.П. Литвинов, к.т.н., д.и.н., Приазовский государственный технический университет (Мариуполь)

Тысячи страниц составляют труды Евгения Оскаровича Патона. А на последней странице, опубликованной уже после смерти, он пишет: «Свои воспоминания я довел до 1945 года. Восемь лет, которые прошли со дня Победы, были для меня и для руководимого мной института, для работников, очень насыщенными и напряженными годами. Мы много искали, многого достигли, переживали, конечно, и неудачи и ошибки, стремились их исправить и исправляли в меру своих сил. Для того, чтобы рассказать о пережитом и сделанном за послевоенные годы, понадобилась бы книга, может быть не меньшая по объёму, чем эта. Очень хотелось бы написать такую книгу, рассказать в ней о том, как мы научились сваривать автоматами под флюсом домны, мосты, газопроводы, статоры турбогенераторов, огромные резервуары, корабли, высотные здания, сельскохозяйственные машины, как разительно расширила сварка свои владения, как развилась и обогатилась сварочная наука, какой неразрывной стала наша дружба с сотнями заводов и строек... Киев, 1953». [1, с.319]. *О том, как работал Е.О. Патон, написали его ученики, сотрудники его института, те, кто с ним общался, кому он помогал.*

промышленных предприятий и 200 тыс. зданий производственного назначения. Первоочередной задачей экономической политики советского руководства являлась остановка экономического спада, обусловленного колоссальным материальным ущербом, людскими потерями и военными затратами. Во всех базовых отраслях промышленности СССР имело место абсолютное падение производственно-экономических показателей. В 1945 г. чугуна выплавлялось 59%, стали и проката производилось 66% и 65%, нефти добыто 62% по сравнению с 1940 г.; тракторов, комбайнов, паровозов, автомобилей изготовлялось в 2–5 раз меньше, чем накануне войны [3].

Еще в 1943 г. руководство СССР приняло постановление «О неотложных мерах по восстановлению хозяйства в районах, освобожденных от немецкой оккупации». А в конце мая 1945 г. Государственный Комитет Обороны (ГКО) постановил перевести часть оборонных предприятий на выпуск товаров для населения. Государственный бюджет на 1945–1946 гг. предусматривал сокращение военных расходов, резкое увеличение ассигнований на развитие народного хозяйства, на социально-куль-

Война и удар по экономике.

Оценивать сделанное Е.О. Патонов и сотрудниками Института электросварки нужно в контексте послевоенного состояния страны.

Военные действия на территории СССР нанесли огромный ущерб народному хозяйству. В 1941 – 1944 гг. было разрушено 1710 городов и поселков городского типа, свыше 70 тыс. сел и деревень, взорвано и выведено из строя 31 850 заводов и фабрик, 1135 шахт, 65 тыс. км железнодорожных путей, было разорено свыше 100 тыс. колхозов, совхозов и машинотракторных станций, посевные площади сократились на 36,8 млн. га, т.е. на четверть. Урон, причиненный СССР, превышал потери в период второй мировой войны всех других вместе взятых европейских государств [2].

Только в Украине, территория которой была полностью оккупирована немецко-фашистской армией, были превращения в руины свыше 16 тыс.



За работой в день 80-летия

турные мероприятия. Восстанавливалась сеть учебных заведений, амбулаторий и др. медицинских учреждений, библиотек, клубов. Увеличился прием в техникумы и вузы.

К концу 1947 г. было демобилизовано 8,5 млн. человек. В сентябре 1945 г. был упразднен ГКО, в марте 1946 г. Совет Народных Комиссаров был преобразован в Совет Министров СССР, начали реорганизовываться министерства. Председателем Совета Министров СССР был утвержден И.В. Сталин. Его авторитет, возросший за годы войны, поддерживался всей системой административного и идеологического аппарата. Партработники строго следили за исполнением спускаемых «сверху» директив и указаний [3].

В марте 1946 г. Верховным Советом СССР был принят закон о 4-м пятилетнем плане восстановления и развития народного хозяйства. Основная задача заключалась в том, чтобы восстановить районы страны, подвергавшиеся оккупации, достичь довоенного уровня развития промышленности и сельского хозяйства, а затем и превзойти. Главными стратегическими основами этого плана были продолжение развития тяжелой промышленности и дальнейшая индустриализация страны; развертывание научно-технической революции. Техническая реконструкция базовых отраслей промышленности должна была осуществляться на основе последних достижений науки и техники, при внедрении передовых отечественных и зарубежных технологий, и опыта организации производства. Для реализации плана долю прямых военных расходов в государственном бюджете СССР уменьшили с 54,3% в 1945 г. до 24% в 1946 г. и 18% в 1947 г.; численность вооруженных сил в 1945–1946 гг. сократили с 11 млн. человек до 2,8 млн. человек. Объемы капитальных работ в системе наркоматов обороны и военно-морского флота (ВМФ) на период 1946–1950 гг. устанавливались в размере 7 млрд. руб. – в 2 раза меньше, чем в последние предвоенные годы (1938–1941 гг.).

Для переключения предприятий на выпуск гражданской продукции изменялась технология производства, создавалось новое оборудование, обучались специалисты. Одновременно с восстановительными работами в Украине, Белоруссии, Молдавии, прибалтийских республиках, велось строительство новых и реконструкция действующих заводов и фабрик [4].

Но самое главное – для реализации всех этих задач нужны были люди. Только Украина потеряла на войне около 8 млн. трудоспособных человек, немало людей вернулись инвалидами. В дополнении ко всему в 1948 – 1949 гг. США приняли ряд законов о контроле над экспортом, которые являлись по своей сути «экономической войной» против СССР. Были составлены списки «стратегических товаров», запрещенных к вывозу в СССР и страны соцлагеря.

И СССР оказался в экономической блокаде, научно-технической и информационной изоляции [5].

Из истории известно, что принципиально новая высокопроизводительная техника возникала после больших войн, эпидемий, освобождения от рабства и крепостной зависимости. Т.е. резкое существенное уменьшение рабочей силы давало импульс новому витку научно-технического прогресса. В разные времена основную часть таких научных и промышленных революций составляли новые химические и металлургические технологии, механизмы с новым видом энергии, текстильные и хлопкоуборочные машины и др. А на этот раз в первую очередь требовалась высокопроизводительная технология соединения металлов.

Организация Патонем прорывных технических решений, поднявших из руин промышленность страны.

В мае 1944 г. ИЭС возвратился в Киев. До конца года автоматическая сварка под флюсом была успешно внедрена на 12 крупных предприятиях, в т.ч. на Киевском заводе «Ленинская кузница», Днепропетровском заводе металлоконструкций им. В.М. Молотова и др. [6].

В принципе институт мог бы спокойно постепенно усовершенствовать и внедрять уже созданное оборудование и проверенную войной технологию. Коллеги – сварщики в СССР и за рубежом были уверены, что возможности сварки под флюсом исчерпаны, этот вид соединения металлов достиг максимума. Причем благодаря именно работам Патоновского института.

А Евгений Оскарович не мог смириться с тем, что вместо высокопроизводительной автоматической сварки на стройках и заводах господствует ручная дуговая и газовая сварка. Но автоматическую сварку под флюсом можно применять только в нижнем положении, и стационарными аппаратами. Но для того, чтобы восстановить разрушенную промышленность освобожденной территории СССР при колоссальной потере в рабочей силе необходимы были высокопроизводительные технологии и оборудование.

Е.О. Патон решил выполнить эту задачу. «Нам нужно воспользоваться довоенным опытом внедрения автоматической сварки под флюсом, когда этот процесс проходил в соответствии с постановлением правительства. Здорово тогда дело пошло. Меньше чем за год после завершения лабораторной разработки сварка под флюсом уже нашла применение в нескольких отраслях машиностроения. В государстве с плановой системой хозяйствования нужна планомерность и в использовании новой техники» – говорил он своему помощнику [7].

И Е.О. Патон принялся за подготовку плана развития сварочного производства. Сотрудники ездили на заводы и стройки, изучали условия производ-

ства, конструкции изделий. Вырисовывались проблемы, требующие принципиально новых решений. Швы на домнах, мостах, резервуарах, зданиях реально располагаются во всех пространственных положениях. Необходимо было создать оборудование и технологию автоматической сварки вертикальных и наклонных швов. Задачу заставить ползти автоматы по вертикальным стенкам и «запретить» стекать расплавленному металлу не только решать, но даже ставить никто не решался. Кроме того, множество машин и др. изделий были спроектированы ещё с расчетом на клепку – с перемычками, с ячейками, с короткими швами ... Значит, требовалась принципиальная переделка старой техники. Логистика заготовительных, сборочно-сварочных участков была не рациональной... Патон понимал, что даже если в институте и удастся решить научные и технические проблемы, для внедрения новейшей невиданной ранее техники нужно наладить выпуск сварочного и смежного оборудования, усовершенствовать сварные конструкции, подготовить специалистов всех уровней. И конечно, преодолеть сопротивление различных руководителей и исполнителей.

Проект постановления по сути был не только планом подъема сварочного производства на новый мировой уровень, но инициировал прорыв в научно-техническом прогрессе. Он был одобрен в Госплане СССР, Советах Министров союзных республик и министерствах. 9 июня 1947 г. вышло Постановление Совета Министров СССР «О расширении применения в промышленности автоматической электросварки под флюсом».

Постановления в то время выполнялись неукоснительно. Как и предлагал Патон, в ближайшие 1,5 года требовалось изготовить и внедрить 670 сварочных автоматов на 111 заводах страны, открыть новые сварочные кафедры в вузах, курсы подготовки рабочих и др. Кроме прочего, для специалистов ИЭС предусматривалось построить квартиры площадью 1000 кв. м. ИЭС им. Е.О. Патона поручалось научное и организационное сопровождение всех сварочных работ в стране. Е.О. Патон организовал Всесоюзное совещание по материалам постановления [8].

Борис Евгеньевич так оценивает организацию работ: «Институт электросварки, созданный Евгением Оскаровичем Патоном в 1934 г., является первым в мире научно-исследовательской организацией по проблемам сварочного производства. ... Благодаря разработанной Е.О. Патоном структуре, подбору и воспитанию специалистов институт сразу же начал быстро самостоятельно создавать новые технологии, начиная от идеи и кончая внедрением. ... Над проблемами сварочного производства работали во многих странах, но благодаря такой организации в Институте электросварки созданы изобре-

тения, решившие многие проблемы экономического развития страны, научно-технического прогресса, ставшие основой новых отраслей техники» [9].

Б.Е. Патон рассказал и о том, как работали патоновцы. «Я горжусь тем, что тогда, работая, как и все сотрудники института, наладчиком установок и инструктором, выполнил научные исследования дуговых и металлургических процессов. Развитие этих исследований привело к изобретению сверхскоростной (как теперь модно говорить) многодуговой сварки, и изобретению технологий и оборудования для производства труб – по сути, к созданию современной трубной промышленности в СССР. Можно назвать ещё несколько десятков основополагающих изобретений, их называют пионерскими, созданных на основе дугового источника нагрева. Так впервые в мире была разработана автоматическая сварка вертикальных швов, микроплазменная сварка разнополярными импульсами, плазменная сварка на переменном токе, сварка алюминиевых сплавов по флюсу и сплавов титана и др. новых сплавов по активизирующим пастам. Эти другие изобретения запатентованы во многих странах» [10].

Одним из таких новшеств было включение сварочных автоматов в поточные линии по производству серийных металлоемких изделий и создание новых конструкций, пригодных к автоматизации сборочно - сварочных операций. В 1948 г. в ИЭС впервые в мире удалось решить проблему автоматической сварки вертикальных швов. Появилась возможность полностью автоматизировать сварку крупногабаритных пространственных конструкций, что значительно ускорило строительство крупных конструкций (доменных печей, резервуаров и т.п.). Так, при сварке автоматом в монтажных условиях поясов доменной печи трудоемкость снизилась в 3 раза, повысился съём готовой продукции с единицы площади.

Был реализован способ полуавтоматической сварки под флюсом: с механизированной подачей электродной проволоки через гибкий шланг к держателю с соплом и бункером, перемещаемому вручную, и разработана технология сварки под флюсом тонкой электродной проволокой Ø 1-3 мм (Б.Е. Патон, Д.А. Дудко др.) [11]. Еще в 1944 г. был разработан сварочный пистолет для приварки шпилек под флюсом в вертикальном и потолочном положениях (Н.Г. Остапенко).

Теоретически и экспериментально была доказана возможность изменения формы сварных конструкций в пределах упругих деформаций (В.Г. Равевский). Разработан принципиально новый метод сооружения крупногабаритных листовых конструкций методом сворачивания цельносварных полотнищ. В 1948 г. этим методом построены первые в мире резервуары. В результате исследова-

ний прочности узлов различной конструкции, воспроизведения разрушений в лабораторных условиях на больших образцах-моделях сварных соединений были определены рациональные конструктивные решения (В.В. Шеверницкий и др.).

С 1944 г. началось конструирование сварочных аппаратов нового класса – была разработана серия аппаратов УСА-2 и специализированных тракторов ТС-6 - ТС-17 (П.И. Севбо, В.Е. Патон). Универсальный сварочный автомат-трактор ТС-17, разработанный в 1948 г. В.Е. Патоном, стал одним из основных средств механизации сварочных работ в народном хозяйстве страны. Конструкция этого аппарата послужила основой для большой гаммы аппаратов для дуговой сварки и развивается до сих пор. Уже с 1949 г. Т-17 был использован при строительстве газопровода Дашава - Киев - Брянск - Москва.

С целью повышения скорости сварки проводились исследования магнитогидродинамических явлений в зоне горения дуг и сварочной ванне, процессов многодуговой сварки с колебаниями электрода, трехэлектродной сварки и др. (Б.Е. Патон, С.Л. Мандельберг и др.). Были разработаны технологии автоматической сварки под флюсом электродом, наклоненным вдоль оси шва «углом вперед», расщепленными электродами и др. (А.И. Коренной, Б.И. Медовар и др.).

По темпам развития, уровню разработок и масштабам, применения дуговой автоматической и полуавтоматической сварки под флюсом СССР опередил другие страны. Впервые в мире были созданы технология и оборудование для сварки неповоротных стыков, различных типов соединений, универсальные сварочные аппараты, специализированные установки, головки с автоматическим регулированием.

Уже к началу 1950-х гг. цистерны и котлы, вагоны и газгольдеры, металлоконструкции высотных зданий, морские и речные суда, шахтное оборудование и сельскохозяйственные машины свариваются дугой под флюсом автоматами и полуавтоматами. В это же время создаются новые способы сварки труб, магистральных трубопроводов, негабаритных резервуаров, доменных комплексов. Общий объем производства сварных конструкций в СССР в 1958 г. составлял 5,9 млн. т. Применение автоматической сварки под флюсом дало возможность в 3,5 раза повысить производительность труда. Только в 1946 – 1958 гг. внедрение сварки под флюсом позволило высвободить для других отраслей производства свыше 30 тыс. высококвалифицированных рабочих [12].

Именно работы, выполненные в ИЭС им. Е.О. Патона в первые послевоенные годы, сыграли значительную роль в восстановлении разрушенной промышленности страны. В частности, в Украине к 1952 г. была полностью восстановлена топлив-

но-энергетическая и металлургическая промышленность.

Магистральные идеи и старт новым отраслям промышленности.

Велики заслуги Е.О. Патона не только в восстановление разрушенной экономики. Ученый дал старт принципиально новым направлениям развития судостроения, металлургии и ряда др. отраслей промышленности.

Форсирование перевооружения ВМФ СССР началось сразу после окончания Великой Отечественной войны. Новый этап в истории военного кораблестроения открывает проектирование и строительство с применением сварки легких крейсеров проекта 68 бис. Клепанные судна уже не закладывали, началось внедрение высокоэффективных технологий автоматической и полуавтоматической дуговой сварки под флюсом, разработанные в ИЭС им. Е.О. Патона. Здесь, а также в отраслевых: ЦНИИ Конструкционных материалов («Прометей»), ЦНИИ Технологии судостроения (Ленинград) были разработаны требования к сталям и материалам. В ИЭС для сварки судового набора, плоскостных и объемных секций были спроектированы: сварочный трактор с направляющим ножом и формирующим ползуном, шланговые полуавтоматы ПШ-5, ПШ-54 и ПДШ-500, флюсомагнитные стенды. При строительстве крейсеров 68 бис в Николаеве была применена технология посекционной сборки из сварных блоков весом 100 - 150 т, а броневые плиты включены в основные несущие конструкции. То есть корпус боевых кораблей был цельносварным. Благодаря сварке коренным образом изменился принцип строительства судов - были применены посекционная сборка корпусов и надстроек; основные операции сборки и сварки начали выполнять в помещении цехов в специальных приспособлениях и удобном технологическом положении. Применение новой технологии сократило время строительства при высоком качестве конструкций.

Идея создать новый принцип производства магистральных труб возникла у Евгения Оскаровича на сессии Верховного Совета СССР, во время доклада зампреда Совета Министров СССР Н.А. Вознесенского. К тому времени Б.Е. Патон уже добился мирового рекорда скорости сварки – 200 м/час (сталь толщиной до 20 мм). Тщательно проработанный проект Е.О. Патон отправил правительству. Его вызвали в Москву. На заседании министр тяжелого машиностроения Н.С. Казаков вдруг заявил: «Товарищи, проектирование и изготовление стана обойдется более чем в 2 миллиона рублей при сомнительной возможности его промышленной эксплуатации. Кто же будет отвечать за попусту истраченные деньги?» [7, с.83]. В ответ прозвучала знамени-

тое патоновское: «Ответственность беру на себя». И встречный вопрос: «Не считает ли министр вообще возможным, не понеся никаких затрат и ничем не рискуя, создать отечественное производство труб большого диаметра и за счет этого избавиться от иностранной зависимости?» [7, с.83].

Н.А. Вознесенский закончил совещание словами: «Трубосварочный стан будем строить и как можно скорее. Прошу подготовить при участии академика Патона распоряжение правительства и представить его мне не позднее чем через два дня» [7, с.84]. Так был дан старт новой индустриальной отрасли.

Первый опытный автоматизированный трубосварочный стан был запущен на Харцызском трубном заводе (Донбасс) и наряду с высокой производительностью, широкими возможностями и существенным облегчением условий труда за три года работы дал экономический эффект 25 млн. руб. – в 10 раз больше затрат на его изготовление. Такие цеха в различных регионах СССР обеспечили трубами строительство многих тысяч километров обычных и магистральных трубопроводов.

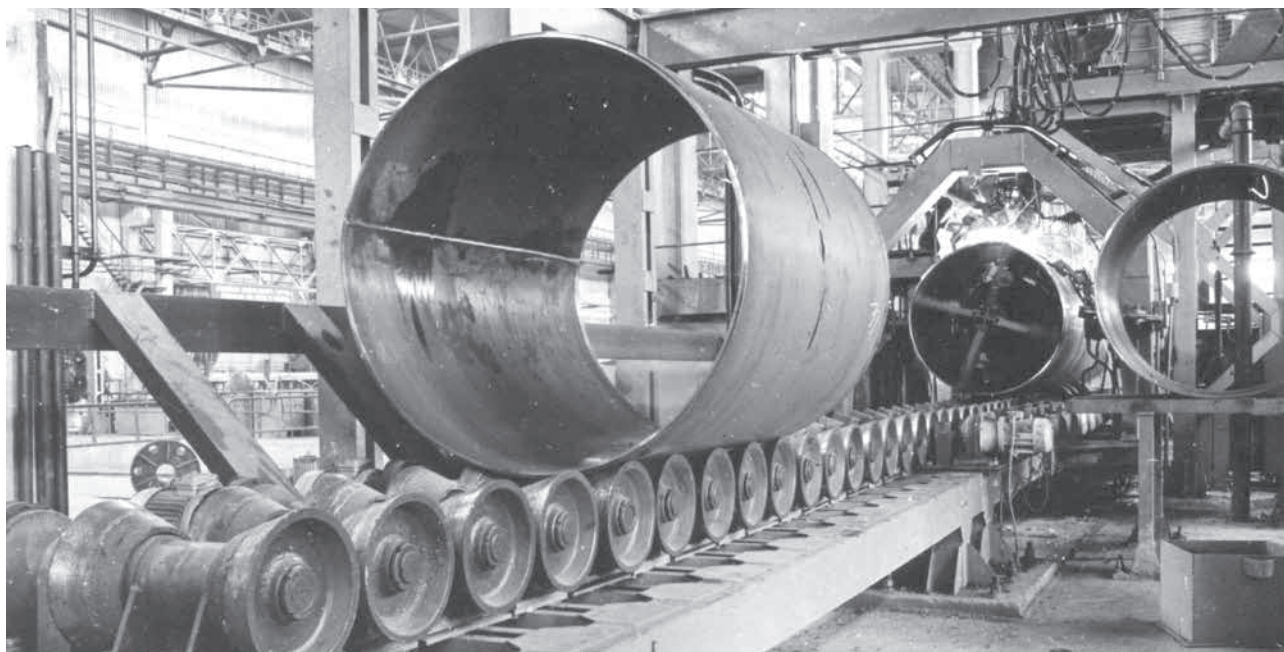
Кроме технологий дуговой сварки под флюсом под руководством Е.О. Патона и Б.Е. Патона разворачиваются исследования и создание технологий, основанных на других источниках нагрева и металлургических процессах. В 1949 г. впервые в мире в ИЭС был создан новый вид сварки – электрошлаковая сварка (ЭШС). Г.З. Волошкевич и Б.Е. Патон добились высокой стабильности процесса при сварке за один проход соединений значительной толщины [12]. К освоению технологий и совершенствованию нового вида свар-



Сварочный трактор ТС-17 конструкции В.Е. Патона открыл новый класс аппаратов для дуговой сварки

ки подключились ученые МВТУ им. Н.Э. Баумана, ЦНИИ Технологии машиностроения и др. организаций, специалисты Таганрогского «Красный котельщик», Барнаульского котельного, Новокраматорского машиностроительного, Ленинградского металлического и др. заводов, где были сформированы совместные с ИЭС им. Е.О. Патона лаборатории и группы. Судить о том, что научно-технический прогресс нуждался в ЭШС можно хотя бы по тому, как кинулись осваивать новый вид сварки за рубежом. Советское оборудование экспортировали во Францию, Румынию, КНР, Польшу, Японию, Швецию, Индию, ФРГ, Италию, Нидерланды и др. страны [13].

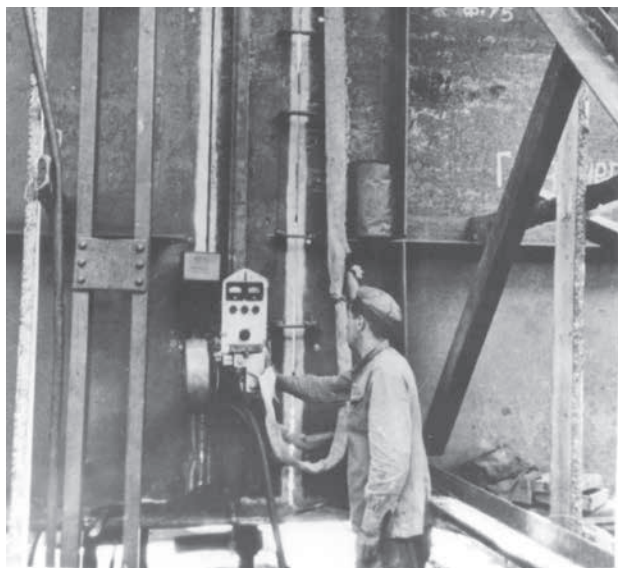
В 1949 г. в ИЭС им. Е.О. Патона впервые в мире был открыт новый принцип трансформации сва-



Скоростная сварка впервые применена на Харцызском трубном заводе

рочного тока - изобретен контурный трансформатор кольцевого типа, вторичной обмоткой которого служит свариваемое изделие (Н.Г. Остапенко). На этой основе создан принципиально новый вид стыковой контактной сварки оплавлением и уникальные сборочно-сварочные передвижные комплексы для строительства трубопроводов и бесстыковых железнодорожных путей (В.К. Лебедев В.А. Сахарнов, С.И. Кучук-Яценко и др.). Были установлены закономерности легирования металла шва через порошковую проволоку. Разработаны составы проволок и техника дуговой наплавки износостойких поверхностей изделий, работающих при высоких температурах и ударных нагрузках (И.И. Фрумин). Совместно с учеными ЦНИИ Технологии машиностроения (Москва) были исследованы закономерности протекания электрических и металлургических процессов при дуговой сварке сталей в активных газах. Установлена возможность повышения качества металла путем дополнительного введения раскислителей, впервые в мире создана технология сварки в углекислом газе (К.В. Любавский, Н.М. Новожилов, И.И. Заруба, Д.А. Дудко, А.Г. Потапьевский, Н.Г. Остапенко). В 1952 г. начались исследования процессов взаимодействия хлора и фтора с компонентами дуговой плазмы и металла ванны при сварке алюминия и его сплавов. Разработаны составы галогенных флюсов и технология дуговой сварки по флюсу (Д.М. Рабкин) [6].

Учитывая, что научно-технический прогресс выдвигал все более высокие требования к эксплуатационным качествам конструкционных материалов, Е.О. Патон развернул исследования, направленные на улучшение сталей. В 1945-1950 гг. выполнены комплексные исследования природы об-



На строительстве моста через р. Днепр в Киеве монтажные соединения впервые выполнены автоматической сваркой под флюсом

разования трещин и пор в сварных соединениях, разработана теория хрупкого разрушения сварных конструкций и методы оценки свариваемости сталей. Результаты работ послужили основанием для создания новых марок сталей, сварочных материалов и технологий, использованных при производстве ответственных инженерных сооружений [14].

Для того, чтобы организовать выпуск такой стали для мостовых и корабельных конструкций, Евгению Оскаровичу пришлось воспользоваться дружественными связями с министром черной металлургии И.Ф. Тевосяном. Впервые металлурги согласились с требованием сварщиков о снижении максимального уровня содержания в полуфабрикатах углерода, серы и фосфора.

Занимаясь неотложными проблемами восстановления экономики, Е.О. Патон не забывал о мечте - строительстве цельносварного моста в столице Украины. Такого большого сварного моста в мире не было. Коллеги и заказчики оказывали упорное сопротивление, вели дискуссии о трещинах, вспоминали не только мосты, которые рухнули в Бельгии и Германии еще в 1936 г., но и катастрофы сварных американских кораблей типа «Liberty», разваливавшихся в годы войны [15]. Вопрос о строительстве моста рассматривали на совещаниях самого высокого уровня. Никто не хотел рисковать – разрешить такое строительство. И тогда Е.О. Патон опять обратился к Н.С. Хрущеву. И тот решил разделить с Патоном ответственность за супермост. В конце июля 1946 г. на основании записки академика было принято правительственное постановление, предусматривающее применение автоматической сварки в строительстве железнодорожных и шоссе мостов. Мечта Евгения Оскаровича Патона - построить цельносварной мост через р. Днепр в Киеве была реализована с максимальным объемом применения дуговой автоматической сварки – 10 000 м швов, в т. ч. вертикальных.

Евгений Оскарович не дожидаясь торжественного открытия своего моста – он умер 12 августа 1953 г. 6 ноября 1953 г. мост открыл Борис Евгеньевич Патон.



Балки моста Патона на Днепропетровском заводе металлоконструкций изготавливали автоматической сваркой

Как и задумал Е.О. Патон, применив новую технологию строительства, ему удалось создать мост необычной архитектуры – без решетчатых ферм, мачт и тросов. В 1959 г. В.В. Шульгин (политический деятель, писатель, депутат Госдумы России 1914-1917 гг.) так описывает мост, из-за которого Е.О. Патону пришлось создать первый в мире сварочный институт: «Мы решили посмотреть промышленный Дарницкий район и по удивительному мосту Патона переехали на левый берег Днепра. Патон, один из замечательных ученых нашего времени, посвятивший значительную часть своей жизни проблемам электросварки и мостостроению. Его талант, давший ему всемирное имя, особенно проявился в этом мосту, построенном в 1953 г. Этот мост является украшением и гордостью Киева, с которым Патон связал свою судьбу, начав читать лекции в Киевском политехническом институте с 1905 г. Кроме того, что мост Патона является большим достижением в деле мостостроения, он очень красив сам по себе. Красота его в том, что как будто бы моста совсем и нет. Как будто бы одна из улиц Киева каким-то волшебным путем перебрасывается с правого на левый берег» [16]. Американским сварочным обществом автодорожный мост им. Е.О. Патона длиной 1543 м включен в список выдающихся сварных конструкций XX века. А мост эксплуатируется и в настоящее время при нагрузке, превышающей расчётную в 10 раз.

Евгений Оскарович стремился передать бесценный опыт, накопленный за годы работы, которым он искусно и уверенно пользовался. Он часто вспоминал определение взаимоотношений науки и промышленности, данное инженером-металлургом Осмондом, и по-своему комментировал его: «По мнению Осмонда, промышленность - тело, душой которого является наука. Когда душа покидает тело, остается лишь умереть. Это очень хорошо сформулировано, но определяет только зависимость практики от науки. Я бы дополнил так: если душа - наука - не находит тела, в которое может вселиться, то она становится пустой схоластикой. Слияние науки и практики необходимо как для одной, так и для второй. Чем скорее они объединятся в единое творческое целое, тем лучше». В вышедшей уже посмертно одной из последних статей Е.О. Патона «Наш опыт работы в содружестве с промышленностью» эти раздумья были афористично сжаты в финальной фразе: «Наука, не обогащённая опытом практики, мертва, а, практика, лишённая достижений науки, бессильна» [1].

«Воспоминания» Е.О. Патон заканчивает словами: «С надеждой смотрю я на нашу талантливую молодежь. У большинства товарищей ещё сравнительно невелик стаж научной деятельности, но они научились работать коллективно, спаяно, дружно, не зазнаваться и критически оценивать свои успехи, держать тесную связь с жизнью, с производ-

ством. Это позволяет мне надеяться, что созданный нами почти двадцать лет тому назад Институт электросварки будет и дальше справляться со своими большими задачами. Киев, 1953» [1, с.320].

Литература:

1. Патон Е.О. Воспоминания. – К.: Гослитиздат УССР, 1956. – 320 с.
2. Великая Отечественная война Советского Союза 1941–1945: Краткая история. – М.: Воениздат, 1970. – 571 с.
3. Решения партии и правительства по хозяйственным вопросам. / Сборник документов за 50 лет. – М., 1968. – Т. 3.
4. История социалистической экономики СССР. – М., 1980. – Т. 6.
5. Containment: Documents on American Policy and Strategy, 1945–1950. – N.Y.: Columbia University Press, 1978.
6. Корниенко А.Н. История сварки. XV – середина XX вв. – Киев: «Феникс», 2004. – 212 с.
7. Ефетов Б.М. Ответственность принимаю на себя. Из воспоминаний о Е.О. Патоне. – Киев: Наукова думка, 1984. – 126 с.
8. Патон Е.О. Перспективы дальнейшего развития автоматической сварки в СССР. / Труды Всесоюзной конферен. по автоматич. сварке под флюсом. – К., 1948. – С. 52-55.
9. Патон Б.Е. Интервью. Газета «Сегодня», 30 декабря 2014 г. - С. 4.
10. Патон Б.Е. Интервью. Газета «Аргументы и факты», 27 ноября 2008 г.
11. Патон Б.Е. Сварка длинным, гибким электродом под флюсом. // Автогенное дело. – 1945. – № 1. – С. 1.
12. Літвінов О.П. Зварювальні технології в УРСР в умовах науково-технічної революції другої половини XX ст. / Переяслав-Хмельницький: ФОП Лукашевич О.М., 2014. – 406 с.
13. Корниенко А.Н., Макаренко Н.А. История создания и развития электрошлаковой сварки и наплавки. // Автоматическая сварка. – 1999. – № 9. – С. 81-90.
14. Патон Е.О., Шеверницкий В.В. Сталь для сварных мостов. / Книга: Труды по автоматической сварке под флюсом. – Киев: Изд-во АН УССР, 1949. – № 6. – С. 3-7.
15. Davis A.F. The saga of welded ships. // Welding journal. – 1945. – № 1. – P. 80-82.
16. Шульгин В.В. Письма к русским эмигрантам. – М.: Изд-во Соцэконом-литературы, 1961. – 254 с.

● #1962

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

I. СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

I.0100. Оборудование для дуговой сварки и родственных процессов

I.0110. Генераторы, агрегаты и преобразователи сварочные

Свар.агрег. DENYO DLW-300LS, одноф., диз.дв., вод. охл., 30-280А, 10,4кВА	шт.	договорная	(044) 383 18 12, (095) 899 18 22	Рентстор 000
Свар.агрег. DENYO DLW-400LSW, одноф., диз.дв., вод. охл., 60-380А, 15кВА	шт.	договорная	(044) 383 18 12, (095) 899 18 22	Рентстор 000
Свар.агрег. DENYO DCW-480ESW Evo III Limited Edition CC/CV, двухфост., диз.двиг., вод. охл., на одном посту 60-480А, на двух 30-280А, 15кВА	шт.	договорная	(044) 383 18 12, (095) 899 18 22	Рентстор 000

I.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 аккумулят.	шт.	от 600	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина 000
CUPEL-175 G, для MMA/TIG сварки 120, 160, 200, 250, 315 А, SW - 333 («Семонт»)	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
Инверторы ВДИ / 60-250 А (5 лет гарантии)	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.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 ИЭС им. Е.О.Патона

I.0130. Трансформаторы сварочные

Трансформатор для сварки ТДФЖ-2001, ТДМ-250, 305, 403, 503	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
БСН-04-500Т (питание от источника сварочной дуги)	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
СТШ-250, СТШ-252, ТДМ-403	шт.	от 4 635	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

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

П/м А25-001 с ВДГ или ВДУ, БУ встроен. в ИП, Ø 0,8-3,0 мм, плав. регул.	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Проф. инверт. комплекс для MIG/MAG сварки DIGITAL MIG 500	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Инверт. свар. комплексы HC 500D, HC350 для MIG/MAG, MMA, TIG сварки	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Инвер. п/а MIG 188P, Ø 0,6-1,2 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 000
TP-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 000
П/а промышл. «Варио Стар» (160-400 А) «FRONIUS»	шт.	от 4500	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина 000
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

I.0150. Автоматы для дуговой сварки

Свар. трактор HS-1000 с инверт. 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
Аппараты для дуговой сварки Kemppi OY	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит 000
Сварочные тракторы А1698, автоматы АД 231, АД 321	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
PLASMA Витратні деталі, що є сумісні більш ніж з 100 системами плазмової різки відомих світових виробників таких як HYPER THERM®, ESAB®, KJELLBERG®, CEBORA®, TRAFIMET®, THERMAL DYNAMICS®, SAF®, DAIHEN®, KOMATSU®, MILLER®, AJAN® и т. д. LASER Витратні деталі та аксесуари сумісні з TRUMPF®, BYSTRONIC®, PRECITEC®, AMADA®, MAZAK®, PRIMA POWER®, LVD®, MITSUBISHI® и т. д. ТОВ «Термакат Україна ГмбХ» вул. Петропавлівська, 24 08130, с. Петропавлівська Борщагівка тел./факс: (044) 403-16-99 e-mail: info@thermacut.ua  THERMACUT® THE CUTTING COMPANY®  OXY-FUEL Витратні деталі сумісні з системами газової різки відомих світових виробників MESSER®, HARRIS®, ESAB®, TANAKA® АПАРАТИ ПЛАЗМОВОГО РІЗАННЯ EX-TRAFIRE®30H EX-TRAFIRE®40SD EX-TRAFIRE®55SD EX-TRAFIRE®75SD EX-TRAFIRE®100SD. Плазмотрони FHT-EX розробки THERMACUT. м. Київ: (050) 336-33-91 (050) 444-22-45 м. Миколаїв: (050) 333-81-61 м. Харків: (050) 417-60-68 м. Львів (050) 382-46-68 www.thermacut.com HYPER THERM®, ESAB®, KJELLBERG®, CEBORA®, TRAFIMET®, THERMAL DYNAMICS®, SAF®, DAIHEN®, KOMATSU®, MILLER®, AJAN®, TRUMPF®, BYSTRONIC®, PRECITEC®, AMADA®, MAZAK®, PRIMA POWER®, LVD®, MITSUBISHI®, MESSER®, HARRIS® є зареєстрованими торговими марками. THERMACUT ніяким чином не пов'язані з даними виробниками.				

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

Плазмотроны ВПР-9, ВПР-15, ВПР-402, расход. материалы, комплект. (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

I.0170. Сварочные работы и системы автоматизации сварки

Сварочные работы Факус	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
Системы автоматизации сварки Кеттмпи ОУ	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО

I.0180. Аппаратура управления к сварочному оборудованию

Пневмораспределитель	шт.	58,20	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
----------------------	-----	-------	--------------------------	------------------------------

I.0200. Машины контактной сварки и комплектующие

Машины стык. и точ. св. МТ 2202, МСО 606, МТ 1928, МТ 4224, МСС 1901, МТМ-289 (сварка сеток), точ. маш. - АІ (до 4 мм) МТВР-4801	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
КРАБ-01 (малогабарит., свар. клещи), маш. подвесная МТП 1110 (сварка сеток), маш. шовной сварки МШ 2201, МШ 3207	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
Ремонт и восстановление машин контактной сварки, купим машины контактные	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

I.0300. Машины, оборудование, комплектующие для газопламенной сварки, резки и металлизации**I.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 ИЭС им. Е.О.Патона
---	-----	------------	--------------------------	------------------------------

I.0320. Комплексы для электродуговой металлизации**I.0330. Горелки и резаки газокислородные**

Горелки ацетиленовая Г2А, пропановая ГЗУ, Г2 МАФ (након. №2-4), ЗИПы	шт.	от 126	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
Комплекты газосварщика, кислор.-флюс. резки, клапана предохран., огнепреград., пост газосварщика (П)	шт.	от 360	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС 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 ИЭС им. Е.О.Патона

I.0340. 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 ИЭС им. Е.О.Патона
--	-----	------------	--------------------------	------------------------------

I.0350. 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 ИЭС им. Е.О.Патона
---	-----	------------	--------------------------	------------------------------

I.0360. Установки для газотермического напыления**I.0370. Карбид кальция**

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

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
➤ iROB – системні рішення для високо-продуктивного роботизованого зварювання; ➤ ABI-CAR – зварювальні трактори; ➤ xFUME VAC – технологія відведення зварювального диму для надійного захисту здоров'я; ➤ JÄCKLE ESS – обладнання для зварювання та повітряно плазмової різки; ➤ Блоки примусового охолодження (CR1000, CR 1250); ➤ Зварювальні пальники для напів-автоматичного, автоматичного та роботизованого зварювання ➤ (MIG/MAG - MB EVO Pro, RAB GRIP, ABIMIG® A/AT/WT LW / 80 - 750A, газове та рідинне охолодження); ПІІ ТОВ «Бінцель Україна ГмбХ»  центральный офіс: (044) 290 9089, 403 1399, 403 1499, 403 1599 e-mail: info@binzel.kiev.ua регіональні офіси: Миколаїв (050) 333 8161 Харків (050) 417 6068 Львів (050) 382 4668 ABICOR BINZEL www.binzel-abicor.com ➤ Зварювальні пальники для аргонно-дугового зварювання (WIG/TIG - ABITIG®, ABITIG® Grip_Grip Little / 110 - 500A, газове та рідинне охолодження); ➤ Електродотримачі для зварювання штучним електродом (MMA - DE 2200-2500 / 200-500A); ➤ Плазмотрони (ABIPLAS® CUT, ABICUT / 30 - 200A, повітряне та рідинне охолодження); ➤ Строгачі для строжки графітовим електродом (K10, K12, K16, K20 / 500 - 1500A); ➤ Весь спектр витратного матеріалу та інше приладдя зварювального посту				

I.0380. Рукава и шланги

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

I.0390. Баллоны газовые

Баллоны: кислород, аргон, ацетилен, азот, углекислота и др. (40 л, 10л, 2 л), новые (пропан, кислород, аргон, сж. воздух, CO ₂) 50, 27, 12, 5 л	шт.	от 144	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ІЗС ім. Е.О.Патона
---	-----	--------	--------------------------	------------------------------

I.0400. Оборудование сварочное механическое и приспособления

I.0500. Комплектующие изделия к сварочному оборудованию

I.0510. Электрододержатели для ручной дуговой сварки

Электрододержатели, клеммы массы (Германия, Польша, Китай)	шт.	от 19,8	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ІЗС ім. Е.О.Патона
--	-----	---------	--------------------------	------------------------------

I.0520. Горелки сварочные для ручной, механизированной и автоматической сварки и комплектующие к ним

Горелки для MIG/MAG, WIG/TIG «FRONIUS»	шт.	от 400	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина ООО
Горелки для аргоннодуговой, MIG/MAG, TIG сварки и комплект. к ним	шт.	от 870	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ІЗС ім. Е.О.Патона

I.0530. Реостаты балластные

Реостаты балластные	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
---------------------	-----	------------	--------------------------------	------------

I.0540. Инструменты

Маркеры «MARKAL B», «MARKAL M-10», «MARKAL M», «MARKAL K», «MARKAL H, HT», BALL PAINT, DURA BALL, Red Ritter / Silver Streak	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ІЗС ім. 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 ІЗС ім. Е.О.Патона

I.0550. Электроинструменты

I.0560. Кабельно-проводниковая продукция

Кабель сварочный, силовой КГ, КОГ, наконечники каб. луженые 16, 25, 35, 50 мм ²	м/шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ІЗС ім. Е.О.Патона
--	-------	------------	--------------------------	------------------------------

I.0570. Прочие комплектующие

Контакты КМ-600ДВ, КМ-400ДВ, клеммы массы	шт	от 840	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ІЗС ім. Е.О.Патона
---	----	--------	--------------------------	------------------------------

I.0600. Оборудование для термической обработки

I.0700. Средства для защиты металла и оборудования

Спрей «Binzel», 400 мл, паста «Дюзофикс», 300 г, для травл. нерж. стали.				
TSK-2000, 2 кг	емк./балл.	от 30,18	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ІЗС ім. 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 ІЗС ім. Е.О.Патона
«Antiperl EMU #1», «Antiperl 2000», 400 мл, канистра, 10 л,				
«Cromalux'VA», 400 мл	балл.	от 18	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ІЗС ім. Е.О.Патона

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

II. СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

II.0100. Электроды покрытые металлические

II.0110. Для сварки углеродистых и легированных сталей

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 (Э-09Х1МФ), ЦУ-5 (Э-50А), ТМЛ-3У (Э-09Х1МФ), ТМЛ-1У (Э-09Х1М), ТМУ-21У (350А)	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП ООО

II.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, ЗИО-8, НИИ-48Г, НЖ-13	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП ООО
ЗА-395/9 (Э-11Х15Н25М6АГ2), ЗА-400/10У (Э-07Х19Н11М3Г2Ф)	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП ООО

II.0130. Для сварки цветных металлов и сплавов

II.0140. Для сварки чугуна

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

II.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
---	----	------------	--------------------------	----------------------

II.0160. Для резки

АНР-2М, АНР-3 Ø 4; 5 мм	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП ООО
-------------------------	----	------------	--------------------------	----------------------

II.0200. Электроды неплавящиеся

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

II.0300. Проволока сварочная сплошная и прутки

II.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

II.0320. Для сварки нержавеющей сталей

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

II.0330. Для сварки цветных металлов и сплавов

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

II.0340. Для сварки чугуна

ПАНЧ-11, МНЖКТ Ø 1,2-3,0 мм	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП ООО
-----------------------------	----	------------	--------------------------	----------------------



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

Тел.: (044) 200 80 56, м. (050) 352 58 67, (050) 310 58 63
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
--------------	----------	------------	---------	-------------

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

II.0400. Проволока порошковая

II.0410. Для сварки углеродистых и легированных сталей

Сварочная проволока Boehler, HYUNDAI WELDING	кг	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
ПП-АН1 Ø 2,8 мм, ППР - ЭК1 (для подводной сварки)	кг	договорная	(044) 200-8088, 200-8056	Экотехнология ДП ООО

II.0420. Для наплавки

ПП-Нп-30ХГСА	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП ООО
--------------	----	------------	--------------------------	----------------------

II.0430. Для резки

ППР - ЭК4	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП ООО
-----------	----	------------	--------------------------	----------------------

II.0500. Флюсы плавные и керамические

II.0510. Для сварки углеродистых и легированных сталей

АН-47, АН-348А, АН-26	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП ООО
-----------------------	----	------------	--------------------------	----------------------

III. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ГАЗЫ

III.0100. Инертные газы (аргон, гелий)

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

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

III.0300. Газовые смеси

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

IV. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ СВАРЩИКОВ

IV.0100. Щитки маски и очки защитные, комплектующие

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

IV.0200. Специальная одежда и обувь

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

IV.0300. Средства индивидуальной защиты

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

V. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ

V.0100. Приборы и материалы неразрушающего контроля

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

VI. УСЛУГИ

VI.0100. Услуги

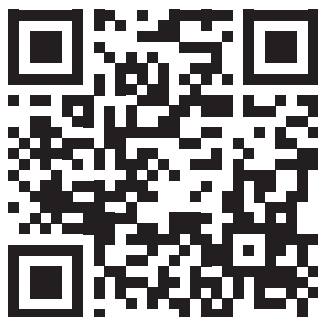
Разработка и внедрение технологии ремонта сваркой и наплавкой деталей, узлов и металлоконструкций из стали и чугуна	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8056	Экотехнология ДП ООО
---	-----	------------	--------------------------	----------------------

Алфавитный указатель компаний-участников журнала «Сварщик»

Bohler Welding by Voestalpine GmbH, Интерхим-БТВ ООО	т. +43 503 04 150, info@voestalpine.com, www.voestalpine.com; interchim-btw.com.ua, т. +38 0 44 527 98 52, ф. 527 98 62
Амити ООО	т. (0 512) 23 01 08, ф. 58 12 08
Белгазпромдиагностика УП	т./ф. +375 (17) 205 08 68, 316 02 00, info@diag.by, welder@tut.by
Бинцель Украина ГмбХ ПИИ ООО	т./ф. (0 44) 290 90 89, 403 13 99, 403 14 99, 403 15 99
Велдотерм-Украина ООО	т./ф. (0 3472) 60 330, weldotherm@ukr.net
Джейсик Украина ООО	т. (0 44) 200 16 55, м. (067) 486 96 37, sales@jasic.ua, www.jasic.ua
Линде Газ Украина ЧАО	т./ф. (0 562) 35 12 25, 35 12 28, (0 56) 790 03 33, (0 800) 30 51 51
МВЦ ООО	т. (0 44) 201 11 65, 201 11 56, 201 11 58
НАВКО-ТЕХ НПФ ООО	т. (0 44) 456 40 20, ф. 456 83 53
Промавтосварка НТЦ ЧП	т./ф. (0 629) 37 97 31, (0 44) 222 90 26, м. (067) 627 41 51
Рентстор ООО	т. (0 44) 383 18 12, м. (095) 899 18 22
Саммит ООО	т. (0 56) 767 15 77, м. (094) 910 85 77, (067) 561 32 24
СВАРКА Лтд. ООО	т. (044) 300-25-09, 289-40-47, (067)421-76-42, sales@svarka-trading.com.ua, www.svarka-trading.com.ua
Севид ЧПКП	т.м. (067) 550 11 87, 551 92 05, 657 71 37
Сумы-Электрод ООО	т. (0 542) 22 54 37, ф. 22 54 38, 22 13 42, frunze@i.ua, www.frunze.com.ua
Термакат Украина ГмбХ ООО	т./ф. (0 44) 403 16 99, 290 90 89, м. (050) 336 33 91, info@thermacut.ua
Технопарк ИЭС им. Е.О. Патона ООО	т. (0 44) 287 27 16, 200 80 42
ТРИАДА Лтд. Ко ООО	т.м. (067) 333 10 58, (050) 322 95 53, (050) 322 40 68, (0 44) 222 53 09, sales@triada-welding.com
Фрониус Украина ООО	т. (0 44) 277 21 41, 277 21 40, 277 21 44
ЭСАБ Украина ООО	т. (0 44) 568 53 68, ф. 583 55 67, м. (050) 388 56 91, info@esab.com.ua
Экотехнология ДП ООО	т./ф. (0 44) 200 80 56 (многокан.), 287 26 17, 287 27 16, 200 80 42, 248 73 36

Подписка-2020 на журнал «Сварщик» подписной индекс 22405. Подписку на журнал можно оформить у региональных представителей:

Город	Название подписного агентства	Телефон
Днепр	ООО «Меркурий»	(056) 778-52-86
Киев	ООО «Бизнес Пресса»	(044) 248-74-60
	ООО «Периодика»	(044) 449-05-50
	ООО «Пресс-Центр»	(044) 252-94-77
Львов	«Фактор»	(0322) 41-83-91
Николаев	ООО «Ной Хау»	(0512) 47-20-03
Харьков	ДП «Фактор-Пресса»	(0572) 26-43-33
	«Форт» Издательство	(0572) 14-09-08



ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

Название книгиЦена (грн.)*

В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко: Кислородная резка и внепечной нагрев в тяжелом машиностроении. 2017. - 368 с.	120
А.Н. Корниенко. История сварки. Под ред. акад. Б.Е. Патона. 2004 г. - 210 с.	120
В. И. Лакомский, М. А. Фридман: Плазменно-дуговая сварка Углеродных материалов с металлами. 2004. - 196 с.	70
А. А. Кайдалов: Электронно-лучевая сварка и смежные технологии. Издание 2-е, перераб. и дополн. 2004. - 260 с.	90
О. С. Осика та ін.: Англо-український та українсько-англійський словник зварювальної термінології. 2005. - 256 с.	90
В. М. Корж: Газотермічна обробка матеріалів: Навчальний посібник. 2005. - 196 с.	90
В. Я. Кононенко: Газовая сварка и резка. 2005. - 208 с.	90
С. Н. Жизняков, З. А. Сидлин: Ручная дуговая сварка. Материалы. Оборудование. Технология. 2006. - 368 с.	120
А. Я. Ищенко и др.: Алюминий и его сплавы в современных сварных конструкциях. 2006. - 112 с.	90
П. М. Корольков: Термическая обработка сварных соединений. 3-е изд., перераб. и доп. 2006. - 176 с.	90
А. Е. Анохов, П. М. Корольков: Сварка и термическая обработка в энергетике. 2006. - 320 с.	100
Г. И. Лашенко: Способы дуговой сварки стали плавящимся электродом. 2006. - 384 с.	100
А. А. Кайдалов: Современные технологии термической и дистанционной резки конструкционных материалов. 2007. - 456 с.	100
П. В. Гладкий, Е. Ф. Переплетчиков, И. А. Рябцев: Плазменная наплавка. 2007. - 292 с.	100
А. Г. Потапьевский **. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. 2007. - 192 с.	70
Г. И. Лашенко, Ю. В. Демченко: Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций. 2008. - 168 с.	90
Б. Е. Патон, И. И. Заруба и др.: Сварочные источники питания импульсной стабилизацией горения дуги. 2008. - 248 с.	90
З. А. Сидлин: Производство электродов для ручной угловой сварки. 2009. - 464 с.	120
В. Н. Радзиевский, Г. Г. Ткаченко: Высокотемпературная вакуумная пайка в компрессоростроении. 2009. - 400 с.	100
В. Н. Корж, Ю. С. Попиль: Обработка металлов водородно-кислородным пламенем. 2010 - 194 с.	90
Г. И. Лашенко **: Современные технологии сварочного производства. 2012. - 720 с.	80

* Цены на книги указаны без учета стоимости доставки

** Продается только в электронной версии.

Электронные версии книг стоят дешевле.

**Подписка-2020
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».**

1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952
1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959
1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973
1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980
1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994

Заполняется печатными буквами

Ф. И. О. _____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Подробный почтовый адрес: _____

« _____ » _____ 2020 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 2020 г.

На внутренних страницах		
Площадь	Размер, мм	Грн.*
1 полоса	210×295	5500
1/2 полосы	180×125	3000
1/4 полосы	88×125	1500
На страницах основной обложки		
Страница	Размер, мм	Грн.*
1 (первая)	215×175	15000
8 (последняя)	210×295 (после обрезки 205×285)	10000
2		8000
7		7000
На страницах внутренней обложки		
Стр. (площадь)	Размер, мм	Грн.*
3	210×295	7000
4		6500
6 (1 полоса)	210×295	6000
5 (1 полоса)		5500
6 (1/2 полосы)	180×125	3000
5 (1/2 полосы)		3000
Визитка или микромодульная реклама		
Площадь	Размер, мм	Грн.*
1/16	90×26	600

* (все цены в грн. с НДС):

Рекламно-техническая статья: 1 полоса (стр.) — 2700 грн.

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

Часть площади стр.	Размер, мм (гор. или верт.)	Цена, грн. с НДС
1/2	180×125	1000
1/3	180×80 или 88×160	900
1/4	180×60 или 88×120	700
1/6	180×40 или 88×80	600
1/8	180×30 или 88×60	500
1/16	180×15 или 88×30	300

Строчные ч-б позиции

Кол-во позиций	Обычные позиции, грн.	Выделенные позиции, грн.
10	500	1000
15	750	1500
20	1000	2000

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 изображений — 15 мм.

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

Подача материалов в очередной номер — до 13-го числа нечетного месяца (например, в № 6 — до 13.11)

Зам. гл. ред., рук. ред., **В. Г. Абрамишвили**, к. ф.-м. н.:
тел./ф.: (044) **200-80-14**, м. (050) **413-98-86**, (095) **146-06-91**
e-mail: welder.kiev@gmail.com

www.welder.stc-paton.com