Патоновская марка

СВАРЩИК

Производственно-технический журнал

№ 5 2016
сентябрь-октябрь

ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВО
РЕМОНТ

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

Fronius
SHIFTING THE LIMITS

TPS/i CMT -
THE CORONATION OF WELDING

/ TPS/i – інноваційна зварювальна платформа, яка довершує Інтелектуальну Революцію та пропонує користувачам високу ступінь індивідуалізації, інтерактивні можливості та видатні удосконалення. Високоінтелектуальна система TPS/i встановлює нові стандарти вдосконалення, індивідуальності та взаємодії. Система TPS/i у поєднанні зі зварювальним процесом CMT (Cold Metal Transfer) стала самою гнучкою системою в світі. TPS/i + CMT розширює межі можливого уже сьогодні та забезпечує виробництво сучасною технологією. Бажаєте дізнатися більше? Будь ласка: **www.tps-i.com**

facebook.com/FroniusUkraine vk.com/FroniusUkraine twitter.com/FroniusUkraine

/ ТОВ «ФРОНІУС УКРАЇНА»
/ тел.: +38 044 277-21-41, факс: +38 044 277-21-44
/ sales.ukraine@fronius.com / www.fronius.ua

Дніпропетровська філія: +38 056 372 51 93, Стрийська філія: +38 032 457 76 01

Патоновская марка

СВАРЩИК НТК

Производственно-технический журнал

№ 5 2016
сентябрь-октябрь

ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВО
РЕМОНТ

5 (111) 2016

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

Журнал награжден Почетной грамотой и Памятным знаком Кабинета Министров Украины

СОДЕРЖАНИЕ

Поздравляем! 4

Новости техники и технологий 5

Технологии и оборудованиеся

Расчет и проектирование ручных кислородных резаков специального назначения.
В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко 6

Технологии и материалы

Нанесение покрытий из износо-коррозионно-жаростойких материалов электроискровым методом.
Е.К. Фень 14

Сварочно-технологические характеристики и механические свойства металла швов сварных соединений, выполненных проволоками ХОРДА 307 Ti и Св-08Х20Н9Г7Т.
В.Д. Позняков, А.А. Гайворонский, А.В. Клапатюк, А.Н. Алимов 16

Технологии послесварочной обработки

Центр малоэнергоемких технологий послесварочной обработки металлоконструкций.
Г.И. Лащенко 22

Технологии сварки труб

Автоматизация сварки от Kemppi: Fast Mig XPipe — инновационная технология орбитальной сварки труб 25
Инновационная технология WiseRoot+ 26

Роботизация сварочного производства

Роботы Fanuc — европейский уровень качества 27
Роботизация сварочных процессов 28

Наши консультации 33

Сварочное оборудование

Автоматы АДЦ 628 У3.1 и АДЦ 629 У3.1 для орбитальной сварки трубопроводов 36

Экономика сварочного производства

Состояние и тенденции развития рынка сварочного оборудования в Украине.
С.В. Пустовойт, Л.Б. Любовная, В.С. Петрук, Н.С. Бровченко 39

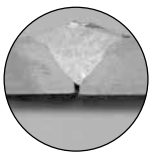
Охрана труда

Применение динамического программирования для планирования управленческих решений по охране труда на предприятии.
О.Г. Левченко, Ю.А. Полукаров 43

Страницы истории

ИЭС им. Е.О. Патона в годы войны 1941–1945 гг.
А.А. Мазур, В.И. Снежко 49

Все для сварки. Торговый Ряд 53



ЗМІСТ

Новини техніки та технологій 5

Технології і устаткування
- Розрахунок та проектування ручних кисневих різаків спеціального призначення. *В. М. Литвинов, Ю. Н. Лисенко* 6

Технології і матеріали
- Нанесення покриттів зі зносо-корозійно-жаростійких матеріалів електроіскровим методом. *Є. К. Фень* 14
- Зварювально-технологічні характеристики та механічні властивості металу швів зварних з'єднань, що виконані дротами ХОРДА 307 Ті та Св-08Х20Н9Г7Т. *В. Д. Позняков, О. А. Гайворонський, А. В. Клапатюк, А. М. Алімов* 16

Технології післязварної обробки
- Центр малоенергоємних технологій післязварної обробки металоконструкцій *Г. І. Лащенко* 22

Технології зварювання труб
- Автоматизація зварювання від Kemppi: Fast Mig XPipe — інноваційна технологія орбітального зварювання труб 25
- Інноваційна технологія WiseRoot+ 26

Роботизація зварювального виробництва
- Роботи Fanuc — європейський рівень якості 27
- Роботизація зварювальних процесів 28

Наші консультації 33

Зварювальне устаткування
- Автомати АДЦ 628 УЗ.1 та АДЦ 629 УЗ.1 для орбітального зварювання трубопроводів 36

Економіка зварювального виробництва
- Стан і тенденції розвитку ринку зварювального устаткування в Україні. *С. В. Пустовойт, Л. Б. Любовна, В. С. Петрук, Н. С. Бровченко* 39

Охорона праці
- Застосування динамічного програмування для планування управлінських рішень з охорони праці на підприємстві. *О. Г. Левченко, Ю. О. Полукаров* 43

Сторінки історії
- ІЕЗ ім. Є. О. Патона в роки війни 1941–1945 рр. *О. А. Мазур, В. І. Снежко* 49

Все для сварки. Торговый Ряд 53

CONTENT

News of technique and technologies 5

Technologies and equipment
- Calculation and designing of manual oxygen cutters of special purpose *V.M. Litvinov, Yu.N. Lysenko* 6

Technologies and materials
- Deposition of coverings of abrasion-corrosion-heat-resistant materials by the electric-spark method. *E.K. Fen'* 14
- Welding-technological characteristics and mechanical properties of the metal of welds of welding joints made by wires CHORDA 307 Ti and Sv-08X20H9G7T. *V.D. Poznyakov, A.A. Gayvoronskiy, V.A., Klapatyuk, A.N. Alimov* 16

Technologies of post welding treatment
- Center of low-energy technologies of post-welding treatment of the metal constructions. *G.I. Lashenko* 22

Technologies of pipes welding
- Automatization welding from Kemppi: Fast Mig XPipe – innovative technology of orbital welding of pipes 25
- Innovative technology WiseRoot+ 26

Robotization of welding production
- Fanuc robots – European quality 27
- Robotization of welding processes 28

Our consultations 33

Welding equipment
- Automatic systems ADC 628 U3.1 and ADC 629 U3.1 for orbital welding of pipelines 36

Economic of welding production
- Status and trends of development of the market of welding equipment in Ukraine *S.V. Pustovoit, L.B. Lyubovnaya, V.S. Petruk, N.S. Brovchenko* 39

Labour protection
- Use of dynamic programming for planning of management decisions on labor protection at the enterprise *O.G. Levchenko, Yu.A. Polukarov* 43

Page of history
- The EWI named E.O. Paton during the war years 1941-1945. *A.A. Mazur, V.I. Snezhko* 49

All for welding. Trading row 53

Патоновская марка

СВАРЩИК НТК

Производственно-технический журнал

№ 5 2016
сентябрь-октябрь

ТЕХНОЛОГИИ
ПРОИЗВОДСТВО
РЕМОНТ

Свидетельство о регистрации
КВ № 21846-11746 ПР от 22.01.2016

Учредители	Институт электросварки им. Е. О. Патона НАНУ, Общество с ограниченной ответственностью «Технопарк ИЭС им. Е. О. Патона»
Издатель	Научно-технический комплекс «ИЭС им. Е. О. Патона» НАНУ
Информационная поддержка:	Общество сварщиков Украины Журнал «Автоматическая сварка» Национальный технический университет Украины «КПИ»
UNIDO	Журнал издается при содействии UNIDO
Главный редактор	В. Д. Позняков
Зам. главного редактора	В. Г. Абрамишвили
Редакционная коллегия	В. А. Белинский, Ю. К. Бондаренко, А. В. Вавилов, Ю. В. Демченко, В. М. Илюшенко, Г. И. Лащенко, О. Г. Левченко, В. М. Литвинов, Л. М. Лобанов, А. А. Мазур, В. И. Панов, П. П. Проценко, С. В. Пустовойт, И. А. Рябцев
Редакционный совет	В. Г. Фартушный (председатель), Н. В. Высоколян, П. А. Косенко, М. А. Лактионов, Я. И. Микитин, В. Н. Проскудин
Редакторы	Р. С. Сухомуд О. А. Трофимец
Верстка	А. В. Рябов
Адрес редакции	03150, Киев, ул. Горького, 62Б, 03150, Киев, а/я 337
Телефон	+380 44 200 5361
Тел./факс	+380 44 200 8014, 200 8018
E-mail	welder.kiev@gmail.com trofimets.welder@gmail.com
URL	http://www.welder.stc-paton.com/
Представительство в Беларуси	Минск, УП «Белгазпромдиагностика» А. Г. Стешиц +375 17 210 2448, ф. 205 0868
Представительство в России	Москва, ООО «Специальные сварочные технологии» В. В. Сипко +7 903 795 18 49 e-mail: ctt94@mail.ru

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

Подписано в печать 11.10.2016. Формат 60×84 1/8.
Печать офсетная. Бумага офсетная.
Гарнитура PetersburgC. Усл. печ. л. 5,0. Уч.-изд. л. 5,2.
Зак. № 2652 от 11.10.2016. Тираж 900 экз.
Печать: ЧП «ИТЕК СЕРВИС», 2016.
Киев, ул. Шахтерская, 9. Тел./ф. (044) 591 1012, 591 1013.

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

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

Расчет и проектирование ручных кислородных резаков специального назначения

В. М. Литвинов, Ю. Н. Лысенко

Представлен модульный принцип проектирования шести газокислородных резаков специального назначения, позволяющий учитывать конкретные условия эксплуатации изделия. При проектировании этих резаков использованы новые технические решения, защищенные патентами Украины, позволившие значительно улучшить их технические характеристики и экономические показатели; увеличились их долговечность и безопасность работы. Положительный эффект применения резаков получен за счет того, что поток газов подогревающего пламени разгоняется до скорости, соизмеримой со скоростью режущей струи и в одном направлении с ней. Предложен алгоритм расчета конструкций ручных кислородных резаков специального назначения, получены формулы и константы необходимые для их расчета.

Нанесение покрытий из износо-коррозионно-жаростойких материалов электроискровым методом.

Е. К. Фень

Предложен электроискровой метод нанесения износо-коррозионно-жаростойких покрытий для упрочнения или восстановления рабочих поверхностей деталей, применяемый при нанесении небольшого количества материала покрытия на малую площадь детали. Разработаны новые материалы покрытий для этого метода. Приведены результаты исследований физико-механических свойств полученных покрытий и данные испытаний на изнашивание. Электроискровой метод нанесения покрытий и полученные материалы могут найти широкое применение в современной технике, детали машин которой работают при износе и коррозии в условиях высоких температур.

Сварочно-технологические характеристики и механические свойства металла швов сварных соединений, выполненных проволоками ХОРДА 307 Ti и Св-08Х20Н9Г7Т.

В. Д. Позняков, А. А. Гайворонский, А. В. Клапатюк, А. Н. Алимов

Проведены исследования сравнительных характеристик новой проволоки марки ХОРДА 307 Ti и серийной проволоки Св-08Х20Н9Г7Т: определены их сварочно-технологические свойства и устойчивость процесса сварки; исследованы механические свойства металла швов, проведена оценка стойкости сварных соединений из закаливающихся высокопрочных сталей высокой твердости к образованию холодных и горячих трещин. По результатам сравнительных испытаний проволок сделаны выводы: по сварочно-технологическим свойствам, химическому составу, стабильности и производительности сварочного процесса, механическим свойствам металла швов, высокой стойкости сварных соединений против образования холодных и горячих трещин, новая сварочная проволока отечественного производства ХОРДА 307 Ti не уступает серийной проволоке Св-08Х20Н9Г7Т, ее можно рекомендовать для сварки закаливающихся высокопрочных сталей высокой твердости.

Центр малоэнергоемких технологий послесварочной обработки металлоконструкций.

Г. И. Лащенко

Описаны тенденции расширения применения малоэнергоемких технологий послесварочной обработки металлоконструкций, таких как: поверхностное пластическое деформирование, вибрационная, взрывом, электрогидроимпульсная и электродинамическая обработки, применение которых снижает остаточные напряжения первого рода до 50–60 %, а энергетические затраты уменьшает в 50 раз. Предлагается создание негосударственного инженерно-технического центра малоэнергетических технологий послесварочной обработки металлоконструкций. Приводятся основные направления его деятельности и этапы применения этих технологий с целью снижения остаточных деформаций.

Состояние и тенденции развития рынка сварочного оборудования в Украине.

С. В. Пустовойт, Л. Б. Любовная, В. С. Петрук, Н. С. Бровченко

Представлена экономико-статистическая информация о состоянии и развитии рынка сварочного оборудования в Украине, приведены показатели объемов производства и экспорта-импорта за 2014 г. Результаты анализа состояния украинского рынка и экспортно-импортных операций позволяют сделать вывод, что имеющиеся производственные мощности удовлетворяют внутренние потребности рынка в таком оборудовании и позволяют поставлять продукцию на внешние рынки, но их производителям необходима диверсификация направлений сбыта своей продукции.

Розрахунок та проектування ручних кисневих різаків спеціального призначення.

В. М. Литвинов, Ю. Н. Лисенко

Представлено модульний принцип проектування шістьох газокисневих різаків спеціального призначення, який дозволяє враховувати конкретні умови експлуатації виробу. При проектуванні цих різаків використано нові технічні рішення захищені патентами України, що дозволили значно покращити їх технічні характеристики та економічні показники; збільшено їх довговічність й безпеку роботи. Позитивний ефект використання різаків отримано за рахунок того, що потік газів підігріваючого полум'я розганяється до швидкості, порівняної до швидкості ріжучого струменя та в одному напрямку з ним. Запропоновано алгоритм розрахунку конструкцій ручних кисневих різаків спеціального призначення, отримано формули й константи необхідні для їх розрахунку.

Нанесення покриттів зі зносо-корозійно-жаростійких матеріалів електроіскровим методом.

Є. К. Фєнь

Запропоновано електроіскровий метод нанесення зносокорозійно-жаростійких покриттів для зміцнення або відновлення робочих поверхонь деталей, що застосовується при нанесенні невеликої кількості матеріалу покриття на малу площину деталі. Розроблено нові матеріали покриттів для цього методу. Приведено результати випробувань фізико-механічних властивостей отриманих покриттів та дані випробувань на зношування. Електроіскровий метод нанесення покриттів та отримані матеріали можуть знайти широке застосування у сучасній техніці, де деталі машин працюють при зношуванні і корозії в умовах високих температур.

Зварювально-технологічні характеристики та механічні властивості металу швів зварних з'єднань, що виконані дротами ХОРДА 307 Ti та Св-08Х20Н9Г7Т.

В. Д. Позняков, О. А. Гайворонський, А. В. Клапатюк, А. М. Алімов

Проведено дослідження порівняльних характеристик нового дроту марки ХОРДА 307 Ti та серійного дроту Св-08Х20Н9Г7Т: визначено їх зварювально-технологічні властивості і стійкість процесу зварювання; досліджено механічні властивості металу шва, проведено оцінку стійкості зварних з'єднань високоміцних сталей високої твердості, що гартуються, до утворення холодних і гарячих тріщин. За результатами порівняльних випробувань дротів зроблено висновки: за зварювально-технологічними властивостями, хімічним складом, стабільністю та продуктивністю зварювального процесу, механічним властивостям металу швів, високою стійкістю зварних з'єднань проти утворення холодних та гарячих тріщин, новий зварювальний дріт вітчизняного виробництва ХОРДА 307 Ti не поступається серійному дроту Св-08Х20Н9Г7Т, його можливо рекомендувати для зварювання високоміцних сталей високої твердості, що гартуються.

Центр малоенергоємних технологій післязварної обробки металоконструкцій.

Г. І. Лащенко

Описано тенденції розширення застосування малоенергоємних технологій післязварної обробки металоконструкцій, таких як: поверхове пластичне деформування, вібраційна, електрогідроімпульсна та електродинамічна обробки, застосування яких знижує залишкові напруги першого роду до 50–60 %, а енергетичні витрати зменшуються до 50 разів. Пропонується створення недержавного інженерно-технічного центру малоенергетичних технологій післязварної обробки металоконструкцій. Приводяться основні напрямки його діяльності та етапи застосування цих технологій з метою зниження залишкових деформацій.

Стан і тенденції розвитку ринку зварювального устаткування в Україні.

С. В. Пустовойт, Л. Б. Любовна, В. С. Петрук, Н. С. Бровченко

Представлено економіко-статистичну інформацію про стан і розвиток ринку зварювального устаткування в Україні, приведено показники обсягів виробництва та експорту-імпорту за 2014 р. Результати аналізу стану українського ринку та експортно-імпортних операцій дозволяють зробити висновок, що наявні виробничі потужності задовольняють внутрішні потреби ринку у такому устаткуванні і дозволяють поставляти продукцію на зовнішні ринки, але їх виробникам потрібна диверсифікація напрямків збуту своєї продукції.

Поздравляем Константина Андреевича Ющенко!

За значительный личный вклад в государственное строительство, социально-экономическое, научно-техническое развитие Украины, весомые трудовые достижения и высокий профессионализм, по случаю 25-ой годовщины независимости Украины, Указом Президента № 338/2016 (от 22.08.2016 г.) академика НАН Украины Ющенко Константина Андреевича наградили орденом князя Ярослава Мудрого IV степени.

К.А. Ющенко работает в Институте электросварки им. Е.О. Патона НАНУ с 1958 г. За эти годы прошел путь от инженера до заместителя директора. Научная деятельность К.А. Ющенко связана с созданием новых сталей и сплавов феррито-аустенитного класса, с разработкой технологий их сварки применительно к изготовлению металлоконструкций, работающих в агрессивных средах, условиях излучения, при криогенных и высоких температурах. Под руководством К.А. Ющенко разработано более 80 марок сталей, сварочных проволок и флюсов. Созданные на их базе технологии сварки нашли широкое применение в криогенном машиностроении, а также при реализации ряда крупных национальных проектов: стартовый комплекс «Буран», «Токамак-7», «Токамак-15», МГД-генераторы и других. Разработанные К.А. Ющенко новые стали и материалы признаны перспективными для применения при создании международного термоядерного реактора «ИТЕР» и магнитной системы установки для термоядерного синтеза («Стелларатор»).

На основе исследования процессов охрупчивания высокохромистых сталей с ОЦК-структурой системы Fe-20Cr, К.А. Ющенко предложил пути управления сегрегационными явлениями при рекристаллизации металла за счет контролированного диспергирования примесей в зерне. Эти работы открыли новые перспективы в разработке безникелевых коррозионностойких высокохромистых ферритных сталей. Новые стали с нитриднованадиевым дисперсионным микролегированием типа 04Х19АФТ нашли широкое применение в промышленности.

Под руководством К.А. Ющенко выполнен цикл работ по сварке керамики и керамики с металлом. Исследованы процессы взаимодействия оксидной, боридной и нитридной керамики с металлизированной плазмой в условиях приложения высокоэнергетических импульсных нагрузок. Получены уникальные характеристики прочности соединений керамики на основе карбида кремния при температурах свыше 1800 °С.

К.А. Ющенко автор более 900 печатных работ и изобретений, среди которых 5 монографий и 1 справочник. На протяжении многих лет он возглавляет один из ведущих отделов Института электросварки. Под руководством К.А. Ющенко подготовлено более 40 кандидатских и 6 докторских диссертаций. В 1989 г. его избрали вице-президентом Международного института сварки. С 1986 г. по 1991 г. он был заместителем председателя Национального комитета СССР по сварке, с 1992 г. – Национального комитета по сварке Украины. К.А. Ющенко с 1991 г. руководит направлением «Неразъемные соединения и покрытия» и программой «Новые вещества и материалы». Он возглавляет секцию по покрытиям научно-технического Совета по созданию и обработке новых материалов, член бюро отделения физико-технических проблем материаловедения НАНУ (1983-2015 гг.), член Специализированного совета по защите диссертаций при ИЭС им. Е.О. Патона, член редколлегии журнала «Автоматическая сварка». Был главным редактором журнала «Сварщик» (1998-2011 гг.).

К.А. Ющенко является исполнительным директором киевского отделения Американского международного общества по материалам (ASM International) и членом руководящего совета Европейского отделения этого общества, членом технического и председателем специального комитета Международного института сварки по соединениям и покрытиям перспективных материалов в авиационной технике. Он руководил работами ряда международных европейских проектов по материалам и технологиям в отрасли покрытий (INTAC, БРАЙТ, TACIC).

В 2001 г. получил звание Заслуженного деятеля науки и техники Украины. С 2005 г. возглавляет работы по созданию технологий и оборудования для сварки и ремонта авиационных двигателей специального назначения. К.А. Ющенко награжден почетной грамотой Верховного Совета УССР, орденом «Дружбы народов», орденом Ярослава Мудрого V степени. В этом году страна отметила высокие достижения и весомый вклад Константина Андреевича вручением государственной награды – ордена Ярослава Мудрого IV степени.

Редколлегия и редакция журнала «Сварщик» поздравляют К.А. Ющенко с высокой наградой! Желаем крепкого здоровья, счастья, жизненной стойкости, новых научных достижений и наград!

Горелки серии MB EVO PRO – NEW: Старт по всему миру!

В начале октября 2016 г. компания ABICOR BINZEL представила серию MB EVO PRO – абсолютно новую концепцию в разработке сварочных горелок, дизайне и функциональности. Уникальная эргономика, являющаяся результатом кропотливых исследований, дает сварщику ощущение уверенного контроля, позволяя почувствовать себя единым целым с горелкой. Положение и конструкция кнопки, шарнирное соединение гарантируют оптимальный баланс и комфортную работу в любой сварочной позиции.

Горелки серии MB EVO PRO с воздушным охлаждением оснащаются облегченным шланговым пакетом «BIKOXR LW» для большего комфорта и снижения усталости сварщиков. Эти факторы оказывают благоприятное влияние на качество сварного шва.

Горелки серии MB EVO PRO устанавливают новый уровень «производительности горелки в соотношении с ее весом». Усовершенствованная система охлаждения и тщательно подобранные материалы акцентируют внимание на горелках MB EVO PRO с жидкостным охлаждением. Улучшенное охлаждение передней части увеличивает срок службы расходников и позволяет задействовать резервы мощности, то есть осуществлять сварку на более высоких токах.

http://www.svarka74.ru/

#1611

ПАО «ММК им. Ильича» освоил производство нового вида проката

ПАО «Мариупольский металлургический комбинат им. Ильича» наладил производство высокопрочного горячекатаного рулонного проката марки S460MC по европейскому стандарту EN10149–2. Этот продукт производится с применением термомеханической прокатки и отличается хорошей свариваемостью, стойкостью к растрескиванию и высокой формовкой. Прокат из стали S460MC используется в машиностроении, где необходимы высокая прочность и низкий вес изделий: в узлах и элементах кранового и горнодобывающего оборудования, при производстве телескопических стрел и автокомпонентов. Новая продукция предназначена для внутреннего рынка и стран Юго-Восточной и Центральной Европы. Первые 120 т проката поставлены на рынок Польши.

Листопрокатный цех мариупольского комбината начал также производство горячекатаного проката для газовых баллонов по одному из наиболее используемых японскому стандарту JIS G 3116. Первая партия рулона размером 3х1060 мм из стали марки SG255 отгружена потребителю из Ливана. Эта продукция обладает оптимальным сочетанием структуры и механических свойств, предназначена для сварки и изготовления деталей и частей котлов, а также сосудов, работающих под давлением. Реализовывать горячекатаный рулон марки SG255 планируется на рынках Южной и Юго-Восточной Азии, Ближнего Востока.

ПАО «ММК им. Ильича» – одно из крупнейших предприятий Украины с полным металлургическим циклом. Комбинат производит трубы и плоский прокат из углеродистых, низколегированных и легированных сталей различного назначения. Производственные мощности комбината позволяют производить в год порядка 12 млн т агломерата, более 4,3 млн т чугуна, 3,7 млн т конвертерной стали и более 5 млн т готового проката.

http://www.minprom.ua/

#1612

Расчет и проектирование ручных кислородных резаков специального назначения

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

Ручные резаки Р1 и Р3, выпускаемые серийно согласно ГОСТ 5191–79, на предприятиях тяжелого машиностроения используются во вспомогательных операциях в цехах металлоконструкций и в ремонтных целях. При производственной необходимости эти резаки удлиняют, изменяют угол наклона головки, рассверливают отверстие режущего сопла и используют при удалении прибылей литья на отливках в фасонолитейных цехах или разделке крупного металлолома на габаритные куски в копровых цехах. Все это делается с нарушениями правил техники безопасности и часто приводит к несчастным случаям.

Чтобы исключить эти явления, ООО «НИИПТмаш — Опытный завод» 10 лет занимается разработкой и внедрением ручных газокислородных резаков специального назначения. Все инжекторные резаки состоят из шести узлов (модулей):

1 — муфты, соединяющие резак с резинотканевыми рукавами;

2 — вентиль для подачи и регулировки горючего газа;

3 — вентиль для подачи и регулировки подогревающего кислорода;

4 — запорно-регулирующее устройство для подачи режущего кислорода;

5 — смесительный узел;

6 — головка в сборе с подогревающим мундштуком и режущим соплом.

У резаков внутрисоплового и внешнего смешивания горючего газа с подогревающим кислородом смесительный узел отсутствует.

Первые пять модулей универсальны, применимы для резаков любого назначения, а последний модуль, головка в сборе, определяет специализацию резака. В зависимости от мощности резака, внутри каждого модуля можно предусмотреть типоразмерный ряд, в котором узлы отличаются друг от друга величинами расчетных и габаритных размеров, а принципиальная схема узлов остается неизменной.

Пожелания заказчиков о внесении изменений в конструкцию резака, не меняя его рабочих характеристик, приводят к постоянным изменениям в чертежах и дезорганизуют производство.

Ручные резаки специального назначения являются уникальными изделиями, которые изготавливаются мелкими партиями, и их можно и нужно адаптировать к конкретным условиям заказчика, учитывая даже антропологические данные газорезчиков.

Принимая во внимание пожелания заказчиков и, учитывая особенности собственного производства, был принят модульный принцип проектирования ручных резаков специального назначения, при котором рабочая документация на изготовление каждого модуля резака разрабатывается отдельно. Затем, в зависимости от условий и запросов заказчика, компонуется и собирается необходимое изделие.

Модуль 1. Муфты, соединяющие резак с газоподводящими рукавами. На *рис. 1*, вверху, представлена классическая модель разъемного соединения, состоящего из ниппеля *1*, сферический конец которого подтягивается с помощью накидной гайки *2* к конической поверхности штуцера резака *3*, припаянного к трубке резака *4*. Резьба на штуцере и гайке для присоединения к резаку кислородного шланга — М16х1,5, рукава горючего газа — М16х15LH. Модуль разработан в трех вариантах под рукава Ду6, Ду9 и Ду12 с правой резьбой и в трех вариантах под Ду6, Ду9 и Ду12 с левой резьбой.

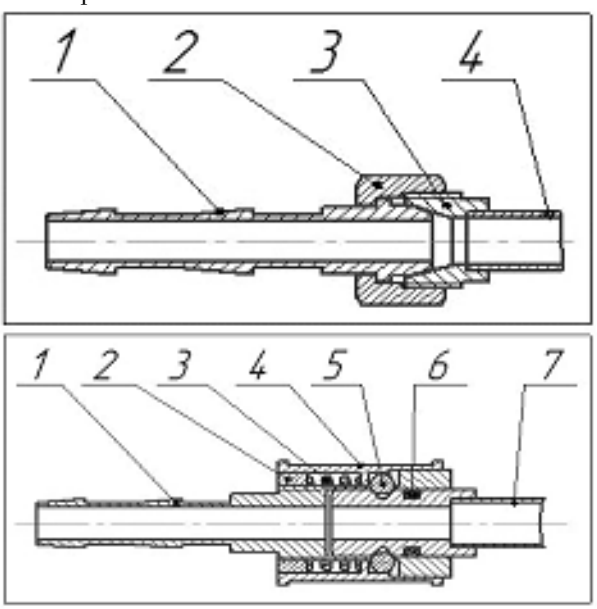


Рис 1. Модуль 1. Муфты, соединяющие резак с газоподводящими рукавами

На *рис. 1*, внизу, представлен разъем, позволяющий быстро и без гаечных ключей отсоединить резак от рукава. Конструкция разъема не позволяет ошибочно присоединить кислородный рукав к штуцеру горючего газа на резаке, так как они имеют разные линейные размеры.

На ниппель *1* хомутами крепится резиновый рукав. В рабочем положении гайка *2* удерживает пружину *3* в разряженном состоянии. Кожух *4* удерживает шарик *5* в кольцевой проточке штуцера резака *7*, прикрывая его сверху. Герметичность соединения обеспечивает резиновое кольцо *6*, расположенное в кольцевой проточке штуцера *7*. Если оттянуть кожух *4* в сторону ниппеля *1*, шарик *5* освобождается и выходит из кольцевой проточки штуцера *7*, рукав отсоединяется от резака.

Три варианта разъема, под рукава Ду6, Ду9 и Ду12 обеспечивают присоединение кислородных шлангов, еще три разъема под рукава Ду6, Ду9 и Ду12 — присоединение к резаку шлангов горючего газа (*табл. 1*).

Таблица 1. Муфты, соединяющие резак с подводящими рукавами

Модуль 1. Муфты, соединяющие резак с подводящими рукавами	Исполнение под рукава:		
	Ду 6	Ду 9	Ду 12
1.1 Штуцер с правой резьбой	1.1.1.	1.1.2.	1.1.3.
1.2 Штуцер с левой резьбой	1.2.1.	1.2.2.	1.2.3.
1.3 Быстрый разъем для кислородного рукава	1.3.1.	1.3.2.	1.3.3.
1.4 Быстрый разъем для рукава с горючим газом	1.4.1.	1.4.2.	1.4.3.

Модуль 2. Вентили для пуска и регулировки подогревающего кислорода. Точность и плавность регулировки количества подогревающего кислорода обеспечивается за счет малого шага резьбы (до 1,5) в шпиндельной группе и конуса на конце шпинделя в его запорной части. Барашек *1* (*рис. 2*, слева) неподвижно закреплен на посадочном месте шпинделя *3*, который вворачивается в сальниковую гайку *2*. Гайка *2* вворачивается в корпус вентиля *4*. Седло вентиля выполнено в главном корпусе смесительного узла, к которому припаян корпус вентиля *4*.

Вентиль подогревающего кислорода выпускается в трех исполнениях: с диаметрами седла 3, 5 и 6 мм, рассчитанных на разные расходы (*табл. 2*).

Таблица 2. Вентили для пуска и регулировки подогревающего кислорода

Модуль	Исполнение, диаметр седла, мм		
	3	5	6
2. Вентиль подогревающего кислорода	2.1	2.2	2.3

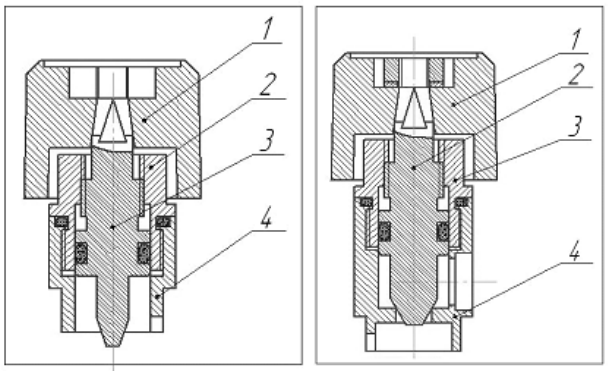


Рис. 2. Модуль 2. Вентиль подогревающего кислорода – слева. Модуль 3. Вентиль горючего газа – справа

Модуль 3. Вентили для пуска и регулировки горючего газа. На *рис. 2*, справа, представлен вентиль для пуска и регулировки количества горючего газа. Седло выполнено в корпусе вентиля *4*, припаянного к главному корпусу смесительного узла. Резьба шпиндельной группы крупнее, чем у вентиля подогревающего кислорода (2,0), что позволяет быстро перекрыть подачу газа. Барашек *1* неподвижно закреплен на посадочном месте шпинделя *2*, который вворачивается в сальниковую гайку *3*, что вворачивается в корпус *4*.

Вентиль горючего газа также выпускается в трех исполнениях: с диаметрами седла 4, 7 и 8 мм, рассчитанных на разные расходы (*табл. 3*).

Таблица 3. Вентиль для регулировки и пуска горючего газа.

Модуль	Исполнение, диаметр седла, мм		
	4	7	8
3. Вентиль горючего газа	3.1	3.2	3.3

Модуль 4. Запорно-регулирующие устройства для подачи режущего кислорода. Запорно-регулирующее устройство для подачи режущего кислорода является ответственным узлом любого резака. Оно должно быть долговечным, надежным и простым в обслуживании. На выбор заказчика разработаны четыре группы таких устройств:

- вентиль с плавающим штоком (без вращения) и внутренней резьбой на корпусе (*рис. 3*, справа);
- вентиль с плавающим штоком и наружной резьбой на корпусе (*рис. 3*, слева);
- рычажный клапан с параллельным расположением корпуса и разомкнутой системой рычагов (*рис. 4*);
- рычажный клапан в блоке с вентилями для подогревающего кислорода и горючего газа для резаков внутрисоплового и внешнего смешения (*рис. 5*).

Вентили первой и второй группы модуля 4 работают одинаково. Барашек *1* и переходник *2* соединены со штоком *4* с помощью разрезной шайбы и штифта так, что при вращении барашка *1*

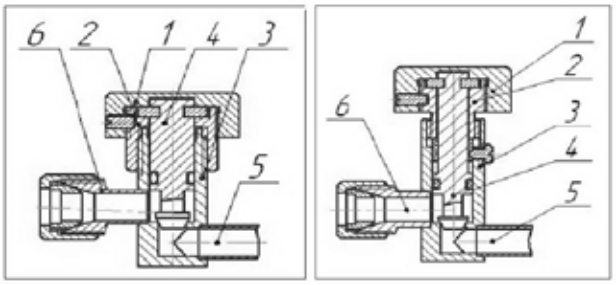


Рис. 3. Модуль 4, первая группа: вентиль с плавающим штоком и внутренней резьбой на корпусе – справа. Модуль 4, вторая группа: вентиль с плавающим штоком и наружной резьбой на корпусе – слева

шток *4* не вращается, а получает осевое перемещение. У первой группы вентилей корпус *3* имеет внутреннюю резьбу с шагом *2*, у второй — корпус *3* имеет наружную резьбу с шагом 3,5. Кислород поступает к вентилю через трубку резака *5*, а выходит из вентиля через штуцер *6*.

Вентили первой и второй групп выпускаются в трех исполнениях: первой — с седлами 4, 5, 6 мм, второй — с седлами 7, 8, 9 мм (*табл. 4*).

Таблица 4. Запорно–регулирующие устройства для подачи режущего кислорода

Модуль 4. Запорные устройства для режущего кислорода.	Исполнение, диаметр седла, мм						
	4	5	6	7	8	9	10
4.1. Вентиль с внутренней резьбой на корпусе	4.1.1	4.1.2	4.1.3				
4.2. Вентиль с наружной резьбой на корпусе				4.2.1	4.2.2	4.2.3	
4.3. Клапан с фиксацией положения рычага					4.3.1	4.3.2	4.3.3
4.4. Клапан без фиксации положения рычага					4.4.1	4.4.2	4.4.3
4.5. Клапан в блоке с вентилями для газов подогревающего пламени					4.5.2		4.5.3

Третью и четвертую группы модуля 4 представляет рычажный клапан с параллельным расположением корпуса и разомкнутой системой рычагов (*рис. 4*). Он выпускается в двух вариантах: с фиксацией положения рычага (модуль 4.3.) и без фиксации (модуль 4.4.) Рычажный клапан изготавливается с диаметрами седла 8, 9 и 10 мм.

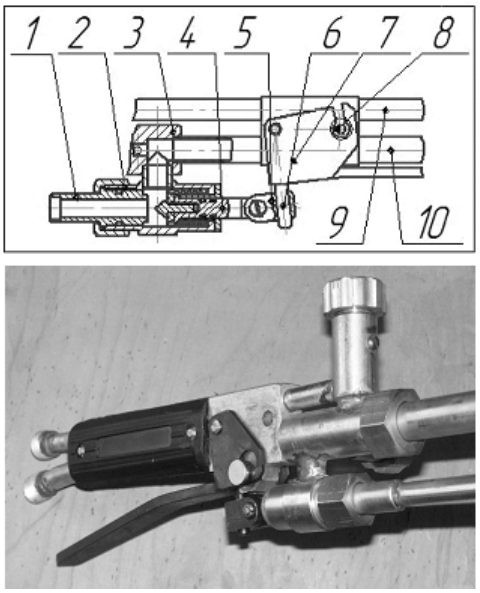


Рис. 4. Модуль 4, третья группа: рычажный клапан с параллельным расположением корпуса и разомкнутой системой рычагов

Корпус клапана *2* соединен с главным корпусом смесительной камеры *3* с помощью втулки и паяных швов. Седло клапана *1* соединено с корпусом клапана *2* накидной гайкой. Подпружиненный шток клапана *4* подвижно соединен с рычагом *7* с помощью кулисы *5* и направляющей *6*. На боковой стороне рычага *7* предусмотрен фиксатор *8*. Рычаг *7* крепится к подводящим трубкам резака *9* и *10*.

Пятую группу модуля 4 представляет рычажный клапан в блоке с вентилями для подогревающего кислорода и горючего газа для резаков (трехтрубные резаки) внутрисоплового и внешнего смешения (*рис. 5*).

Рычажный клапан (*рис. 5*), конструктивно не отличается от клапана третьей группы. Он расположен под основанием вентильного блока *4*. К основанию *4* припаяны два корпуса *3* вентилей с сальниковыми гайками *2* и шпинделями *1*. По конструкции эти вентили не отличаются от вентиля второго модуля.

Рычажный клапан в блоке с вентилями выпускается в двух исполнениях: седло клапана 10 мм, седла вентилей подогревающего кислорода и горючего газа — 8 мм; седло клапана 8 мм, седла вентилей подогревающего кислорода и горючего газа — 8 мм (*табл. 4*).

Модуль 5. Смесительный узел. Смесительный узел выпускается в двух вариантах: инжектор *3* с одним отверстием вкручивается в смесительную камеру *1* (*рис. 6*, вверху), а инжектор *3* с тремя отверстиями вкручивается в главный корпус *4* (*рис. 6*, внизу). В первом случае смесительный узел используется в резаках малой мощности, во втором — в резаках большой мощности. Оба варианта рассчитываются совместно с модулем 6 по формулам *табл. 5*.

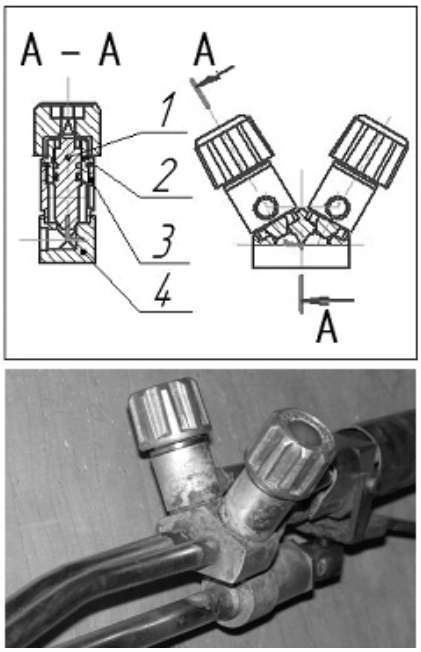


Рис. 5. Модуль 4, пятая группа: рычажный клапан в блоке с вентилями для подогревающего кислорода и горючего газа для резаков внутрисоплового и внешнего смешения

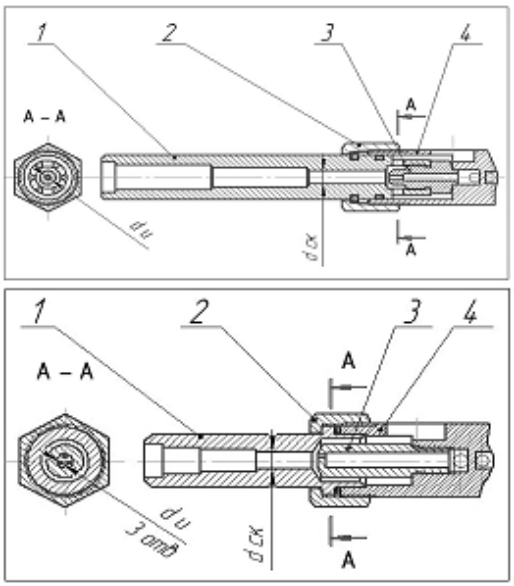


Рис. 6. Модуль 5. Смесительный узел: для резаков малой мощности – вверху; для резаков большой мощности – внизу

Смесительные узлы модуля *5* используются только в инжекторных резаках, их расчет производится совместно с расчетом мундштуков и сопел. Расчет сводится к определению диаметра ($d_и$), количества отверстий инжектора (n) и диаметра смесительной камеры ($d_{ск}$).

Смесительный узел состоит из смесительной камеры *1*, накидной гайки *2*, инжектора *3* и главного корпуса *4*. Подогревающий кислород разгоняется в отверстиях инжектора *3* и попадает в отверстие смесительной камеры *1*, увлекая за собой горючий газ, где смешивается с последним за счет разницы их скоростей. Образовавшаяся горючая смесь окончательно перемешивается в диффузоре смесительной камеры за счет торможения потока.

Модуль 6. Головка в сборе с мундштуком и режущим соплом. Для предприятий тяжелого машиностроения были разработаны и внедрены шесть ручных резаков специального назначения:

- для вырезки корня сварного шва и снятия фасок под сварку – Р1ШСп;
- для кислородной резки прибылей литья толщиной до 500 мм – Р3-ФЛЦ;
- для кислородной резки крупного лома толщиной до 500 мм на шихту – ТОРН-Р;
- для кислородной резки крупного лома и прибылей литья толщиной до 600 мм – Р6-ФЛЦ;
- для кислородной резки высоколегированных сталей и чугуна толщиной до 1000 мм внешнего смешения – Р7-ФЛЦ;
- для выплавки дефектов на поковках непосредственно под прессом – РПКЗ.

Модуль 6.1. Головка резака для вырезки корня сварного шва и снятия фасок под сварку, Р1ШСп.

Благодаря мундштуку оригинальной формы и малым размерам головки (*рис. 7*), резак Р1ШСп успешно используется при вырезке корня сварного шва и снятии фасок под сварку. Он хорошо зарекомендовал себя также при срезке шляпок заклепок и головок заржавевших болтов при демонтаже старых металлоконструкций.

Режущее сопло *2* и мундштук *3*, вкрученные в головку *1*, образуют три участка для разгона горючей смеси (сечения А-А, Б-Б и В-В, *рис. 7*) и один участок для перераспределения потоков из шлицевых каналов в кольцевой выходной канал, позволяющий разделить факел подогревающего пламени на две составляющие (основной факел с высокой скоростью истечения горючей смеси и вспомогательный факел с малой скоростью) для привязки основного факела к торцу мундштука.

Подогревающее пламя, имеющее высокую скорость потока, меньше возмущает струю режущего кислорода и хорошо обжимает ее по всей длине, улучшая режущие свойства и защищая от балластных газов окружающей среды [1, 2]. Наличие двух шлицевых разгонных участков в несколько раз увеличивает площадь контакта холодной горючей смеси с внутренней поверхностью мундштука и наружной поверхностью сопла, гарантируя надежный отвод тепла. Основная часть тепла факела резака выделяется на определенном расстоянии от сопла и мундштука и потому не разогревает их. Головка в сборе с мундштуком и соплом в процессе резки остается холодной.

На *рис. 8* представлен резак Р1ШСп в статическом состоянии – вверху, и в процессе резки заготовки толщиной 100 мм – внизу.

Элементами, соединяющими модули между собой, являются латунные трубки Ø 8х1

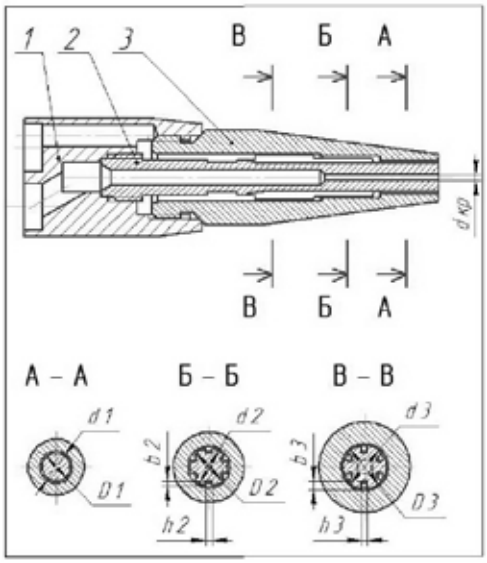


Рис. 7. Модуль 6.1. Головка резака Р1ШСп для вырезки корня сварного шва и снятия фасок под сварку

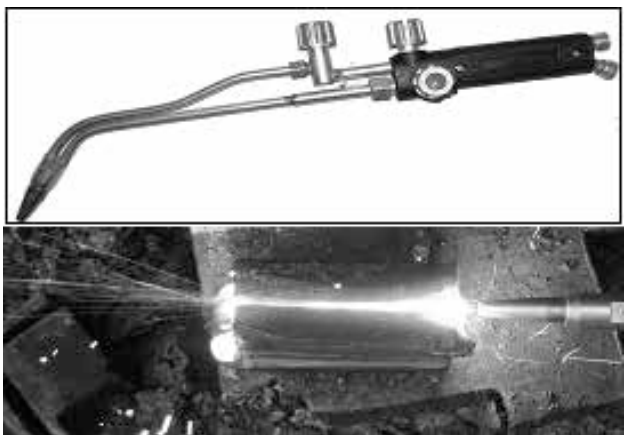


Рис. 8. Резак Р1ШСп: в статическом состоянии – вверху; в работе – внизу

Резак Р1ШСп, собранный из этих модулей, при равных расходах рабочих газов показывает мощность на 30 % больше, чем серийный резак Р1.

Расчет как резака Р1ШСп, так и модулей 6.2–6.6 производится по формулам *табл. 5* и заключается в определении их линейных размеров, приведенных в *табл. 6*.

Модуль 6.2. Головка резака для кислородной резки прибылей литья толщиной до 500 мм — Р3-ФЛЦ в сборе с соплом и мундштуком.

В головку *1* последовательно вкручиваются режущее сопло *2* и мундштук 3. Сопло *2* и головка *1* уплотняются по торцевым поверхностям, предотвращая перекос сопла относительно мундштука при многократной сборке. Мундштук *3* и головка *1* уплотняются по конической поверхности мундштука, которая садится в седло головки.

Режущее сопло и мундштук совместно образуют два разгонных участка: кольцевой выходной участок и шлицевой внутренний участок (сечение А-А, *рис. 9*). Между этими участками находится участок

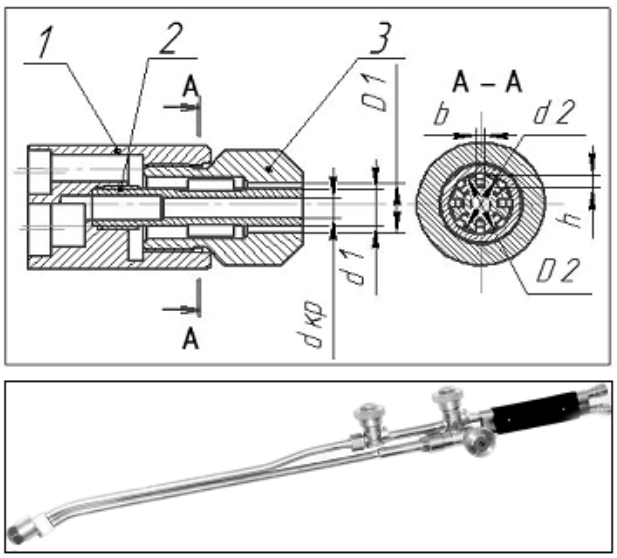


Рис. 9. Модуль 6.2. Головка в сборе резака для кислородной резки прибылей литья толщиной до 500 мм – вверху; общий вид резака Р3-ФЛЦ – внизу

для перераспределения потоков горючей смеси, который позволяет получить два наложенные друг на друга факела: основной высокоскоростной, для защиты и обжатия режущей струи кислорода, и дополнительный с низкой скоростью потока, для привязки основного факела к мундштуку.

Элементами, соединяющими модули между собой, являются латунные трубки Ø 10х1.

Модуль 6.3. Головка в сборе резака для кислородной резки крупного лома толщиной до 500 мм на шихту — ТОРН-Р.

Головка в сборе с режущим соплом и мундштуком образует два шлицевых разгонных участка (А-А и Б-Б, *рис. 10*) и один выходной кольцевой участок, между которыми имеется участок для перераспределения потоков горючей смеси внутри головки. Уплотнение между соплом *2* и головкой *1* происходит с помощью резинового кольца согласно ГОСТ 9833–73, а уплотнение между мундштуком *3* и головкой *1* — по конической поверхности мундштука, которая садится в седло головки. Многолетний опыт использования резиновых колец для уплотнения сопел и мундштуков в резаках ТОРН-Р, Р6-ФЛЦ и Р7-ФЛЦ показал, что они долговечны и надежно обеспечивают плотность между соединяемыми деталями. Использование резиновых колец для уплотнения мундштуков и сопел позволяет уменьшить габариты головки, что важно при кислородной резке металлических заготовок больших толщин, т.к. это приводит к уменьшению ширины реза.

Площадь поперечного сечения шлицевых каналов на участке Б-Б (F_3) больше площади поперечного сечения шлицевых каналов на участке А-А (F_2), которая больше площади поперечного сечения кольцевого выходного канала (F_1). В головке резака отсутствуют карманы, тормозящие поток газовой смеси.

Рис. 10. Модуль 6.3. Головка в сборе резака для кислородной резки крупного лома толщиной до 500 мм – вверху; режущее сопло с мундштуком резака ТОРН-Р – внизу

Элементами, соединяющими модули между собой, являются латунные трубки Ø 10х1.

Модуль 6.4. Головка в сборе резака для кислородной резки крупного лома и прибылей литья толщиной до 600 мм – Р6-ФЛЦ.

Конструктивно и функционально модуль 6.4. подобен модулю 6.3. и его расчет производится аналогично. Модуль 6.4. совместим с теми же модулями, что и модуль 6.3.

В отличие от других резаков специального назначения в модуле 6.4. (*рис. 11*) уменьшено количество шлицов разгонных участков внутри головки в сборе, с одновременным увеличением суммарной площади их поперечного сечения. Это приводит к улучшению технологичности изготовления резака и увеличению его мощности. Уплотнение режущего сопла *2* и головки *1* происходит по торцевым поверхностям. Режущее сопло *2* зажато между головкой *1* и мундштуком *3* и при откручивании мундштука *3* извлекается из головки *1* (*рис. 11*). Уплотнение между мундштуком и головкой осуществляется с помощью резинового кольца согласно ГОСТ 9833–73.

Более мощное, чем у резаков Р3-ФЛЦ и ТОРН-Р, пламя позволило расширить диапазон толщин заготовок, разрезаемых резаком Р6-ФЛЦ до 600 мм.

Модуль 6.5. Головка в сборе резака Р7-ФЛЦ внешнего смешения для кислородной резки высоколегированных сталей и чугуна толщиной до 1000 мм.

По сути, модуль 6.5. (*рис. 12*) представляет собой максимально облегченный вариант головки машинного резака РГКМ-5 аналогичного назначения. Внешнее смешивание газов подогревающего пламени и большое количество выходных отверстий в моноблочном мундштуке, имеющих значительную длину, обеспечивают эффективное охлаждение головки *1* в сборе с мундштуком *2*. В этих условиях уплотнение между каналами для горючего газа и подогревающего кислорода с помощью резинового кольца целесообразно, т.к. значительно упрощает конструкцию головки и улучшает качество и надежность уплотнения. Герметичности между каналами для режущего и подогревающего кислорода не требуется, достаточно резьбового соединения мундштука с головкой. Герметичность между каналами для горючего газа и окружающей атмосферой осуществляется конической посадкой мундштука в седло головки.

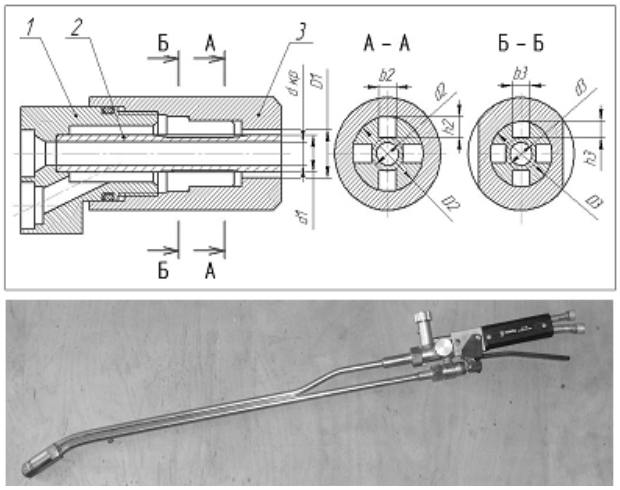


Рис. 11. Модуль 6.4. Головка в сборе резака для кислородной резки крупного лома и прибылей литья толщиной до 600 мм – вверху; общий вид резака Р6-ФЛЦ – внизу

Газокислородный резак Р7-ФЛЦ разработан для осуществления способа кислородной резки по патенту [2] и принцип его работы можно узнать из описания изобретения.

Элементами, соединяющими модули между собой, являются латунные трубки Ø 12х1.

Модуль 6.6. Головка резака РПКЗ для выплавки дефектов на поковках непосредственно под прессом.

Модуль 6.6. (*рис. 13*) включает мундштуки внутренний *3* и наружный *4*, которые поджимаются к головке *1* с помощью накидной гайки *2*. Уплотнение между мундштуками производится по их торцевым поверхностям. Выплавка дефектов совершается при ковочных температурах заготовки, поэтому мощность подогревающего пламени у него в несколько раз меньше, чем у резака для разделительной резки с одинаковым размером отверстий для режущего кислорода. При выплавке дефектов на поковках центральную струю кислорода формируют с большим углом раскрытия, а факел подогревающего пламени – коротким, но с большим пятном нагрева. Этим объясняются особенности расчета резака РПКЗ.

Элементами, соединяющими модули между собой, являются латунные и стальные трубки Ø 12х1.

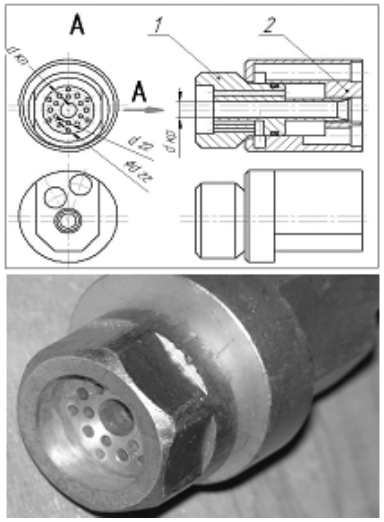


Рис. 12. Модуль 6.5. Головка в сборе резака для кислородной резки высоколегированных сталей и чугуна толщиной до 1000 мм – вверху; общий вид головки в сборе резака Р7-ФЛЦ – внизу

Расчет конструкций ручных кислородных резаков специального назначения.

В работе [3] предложена формула, связующая расход режущего кислорода и толщину заготовки при кислородной резке металлов больших толщин.

$$V_{кр} = 178{,}2 \cdot \delta^2 + 15{,}84 \cdot \delta \quad (1)$$

Основное уравнение газодинамики, преобразованное для расчета резаков и горелок и записанное с помощью символов, принятых в газопламенной обработке металлов, выглядит так:

$$V_{кр} = \mu Б \cdot \omega \cdot d^2 (P+1), [м^3/ч] \quad (2)$$

где: $V_{кр}$ – расход режущего кислорода, $м^3/ч$; μБ – коэффициент, зависящий от физических констант газа, для кислорода μБ = 0,44; ω – коэффициент, зависящий от соотношения давлений кислорода до и после сопла. Если $P \geq P_{крит.} = 0{,}83$ кг/см^2, то ω = 1; P – давление кислорода перед соплом, кг/см^2; d – диаметр сопла, мм.

Для формулы 2 приняты ограничения, вытекающие из следующих условий: кислородная струя из сопла истекает в воздушную атмосферу; окружающий воздух неподвижен; скорость потока кислорода перед входом в сопло равна нулю; статическое давление струи кислорода на выходе из сопла равно атмосферному давлению; скорость потока подогревающего пламени определяется скоростью распространения его факела и значительно меньше скорости звука.

Данные ограничения позволили получить формулу, которая дает результат, согласующийся с прямыми замерами в диапазоне разрезаемых толщин заготовок до 300 мм.

Резаки специального назначения, рассчитанные по методике, использующей формулу 2, после экспериментальной проверки показывали разночтения между прямыми замерами и расчетными данными, и требовали корректировки размеров расчетных каналов.

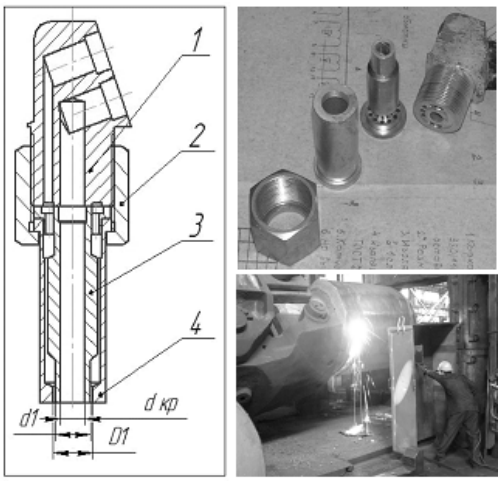


Рис. 13. Модуль 6.6. Головка в сборе резака РПК3 для выплавки дефектов на поковках – слева; детали модуля – справа вверху; процесс выплавки дефектов на поковке под прессом усилием 10000 тс – справа внизу

Новые технические решения, защищенные патентами Украины [1; 2; 4], использованные при проектировании ручных резаков специального назначения, позволили значительно улучшить их технические характеристики и экономические показатели. Увеличилась также долговечность и повысилась безопасность их работы. Однако, эти же технические решения изменили представления о роли факторов, влияющих на процесс резки, в частности, функциях подогревающего пламени, что привело к необходимости корректировки существующей методики расчета резаков.

Положительный эффект применения рассматриваемых резаков специального назначения получен за счет того, что поток газов подогревающего пламени разгоняется до скорости, соизмеримой со скоростью режущей струи [1, 2]. При этом изменились условия процесса кислородной резки: струя режущего кислорода истекает в среду, состоящую из смеси горючего газа с подогревающим кислородом и движущуюся в одном с ней направлении; скорость потока газа перед входом в сопло больше нуля.

Этим объясняется расхождение результатов у резаков специального назначения, рассчитанных по формуле 2, с результатами, полученными прямыми замерами.

Экспериментальным путем были получены поправочные коэффициенты: K_1, учитывающий влияние окружающей атмосферы на струю режущего кислорода и K_2, учитывающий падение статического давления в движущемся потоке рассматриваемого газа перед соплом. С учетом этих коэффициентов формула 2 принимает вид:

$$V_{кр} = \mu Б \cdot \omega \cdot d^2 (P+1)\, K_1 K_2 \quad (3)$$

$$\text{или } d_{кр} = \sqrt[2]{\frac{V_{кр}}{\mu Б \omega (P+1) K_2 K_1}} \quad (4)$$

Значения поправочных коэффициентов K_1 и K_2 для различных резаков представлены в *табл. 5*. В ней собраны формулы и константы, которые необходимы для расчета газокислородных резаков специального назначения. Все формулы *табл. 5* привязаны к диаметру выходного канала для режущего кислорода, $d_{кр.}$

Расчет резаков сводится к следующему:

1. Задается толщина заготовки (δ), которую необходимо резать ручным кислородным резаком.

2. По формуле 1 определяется расход режущего кислорода ($V_{кр}$).

Таблица 5. Сводная таблица для расчета резаков модуля 6.

Показатель	Модули		
	6.1. Р1ШСп	6.2. Р3-ФЛЦ	6.3. ТОРН-Р
K_1	1,25	1,05	1,05
K_2	1,15	0,93	0,9
$d_{кр}$	$\sqrt[2]{\frac{V_{кр}}{\mu Б\omega(P+1)K_1K_2}}$		
$F_1/F_{кр}$	**7,2**	**2,63**	**1,69**
d_1	$d_{кр}+4$	$d_{кр}+4$	$d_{кр}+4$
D_1	$\sqrt{8,2d_{кр}^2+8d_{кр}+16}$	$\sqrt{3,63d_{кр}^2+8d_{кр}+16}$	$\sqrt{2,69d_{кр}^2+8d_{кр}+16}$
$F_2/F_{кр}$	**11**	**3,02**	**2,65**
$n_{шл}$	6	8	6
b_2	1	2	2,5
h_2	$0,9d_{кр}^2$	$0,12d_{кр}^2$	$0,1d_{кр}^2$
d_2	$1,8d_{кр}^2+d_{кр}+4$	$0,24d_{кр}^2+d_{кр}+4$	$0,2d_{кр}^2+d_{кр}+4$
D_2	$d_2+0,2$	$d_2+0,4$	$d_2+0,6$
$F_3/F_{кр}$	**17**	-	**3,77**
$n_{шл}$	6	-	6
b_3	1	-	2,5
h_3	$1,39d_{кр}^2$	-	$0,1d_{кр}^2$
d_3	$2,78d_{кр}^2+d_{кр}+4$	-	d_2
D_3	$d_3+0,1$	D_2	$1,15d_3$
$F_{ск}/F_{кр}$	**6,24**	**1,66**	**1,04**
$n_{ск}$	1	1	1
$d_{ск}$	$2,5d_{кр}$	$1,29d_{кр}$	$1,02d_{кр}$
$F_и/F_{кр}$	**1,0**	**0,148**	**0,145**
$n_и$	1	3	3
$d_и$	$d_{кр}$	$0,222d_{кр}$	$0,22d_{кр}$

Показатель	Модули		
	6.4. Р6-ФЛЦ	6.5. Р7-ФЛЦ-ВС	6.6. РПКЗ
K_1	1,05	1,25	1,0
K_2	0,9	1,2	1,0
$d_{кр}$	$\sqrt[2]{\frac{V_{кр}}{\mu Б\omega(P+1)K_1K_2}}$		
$F_1/F_{кр}$	**1,32**	**-**	**0,53**
d_1	$D_{кр}+3$	-	$d_{кр}+3,5$
D_1	$\sqrt{2,32d_{кр}^2+6d_{кр}+9}$	-	$\sqrt{1,53d_{кр}^2+7d_{кр}+12,25}$
$F_2/F_{кр}$	**2,77**	**-**	**-**
$n_{шл}$	4	-	-
b_2	4	-	-
h_2	$0,136d_{кр}^2$	-	-
d_2	$0,27d_{кр}^2+d_{кр}+3$	-	-
D_2	$d_2+0,2$	-	-
$F_3/F_{кр}$	**3,6**	**-**	**-**
$n_{шл}$	4	-	-
b_3	4	-	-
h_3	$0,177d_{кр}^2$	-	-
d_3	$0,35d_{кр}^2+d_{кр}+3$	-	-
D_3	$d_3+0,2$	-	-
$F_{ск}/F_{кр}$	**1,124**	**-**	**0,47**
$n_{ск}$	1	-	1
$d_{ск}$	$1,06d_{кр}$	-	$0,69d_{кр}$
$F_и/F_{кр}$	**0,145**	**-**	**0,05**
$n_и$	3	-	1
$d_и$	$0,22d_{кр}$	-	$0,225d_{кр}$
$n_{кп}$ $F_{кп}/F_{кр}$	**-**	**0,56**	**-**
$n_{кп}$	-	6	-
$d_{кп}$	-	$0,305d_{кр}$	-
$n_{гг}$ $F_{гг}/F_{кр}$	**-**	**0,67**	**-**
$n_{гг}$	-	12	-
$d_{гг}$	-	$0,236d_{кр}$	-

3. По формуле 4 определяется диаметр выходного канала для режущего кислорода ($d_{кр}$).

4. По формулам *табл. 5* определяются все расчетные значения линейных размеров, указанные при описании каждой группы модуля 6.

Таблица 6. Линейные размеры и другие параметры, используемые для расчета конструкций ручных кислородных резаков специального назначения

Обозначение	Наименование
K_1	коэффициент, учитывающий влияние окружающей атмосферы на струю рассматриваемого газа
K_2	коэффициент, учитывающий падение статического давления в движущемся потоке рассматриваемого газа перед соплом
$d_{кр}$; $F_{кр}$	диаметр и площадь поперечного сечения отверстия режущего сопла
d_1; D_1; F_1	внутренний, наружный диаметры и площадь поперечного сечения кольцевого выходного отверстия для горючей смеси
$n_{шл}$; $n_{ск}$; $n_и$	количество шлицев разгонного участка, количество отверстий смесительной камеры и инжектора
b_2; h_2; d_2; D_2; F_2	ширина и высота шлицев второго разгонного участка, внутренний и наружный диаметр кольцевой щели второго разгонного участка, суммарная площадь поперечного сечения каналов второго разгонного участка
b_3; h_3; d_3; D_3; F_3	ширина и высота шлицев третьего разгонного участка, внутренний и наружный диаметр кольцевой щели третьего разгонного участка, суммарная площадь поперечного сечения каналов третьего разгонного участка
$d_{ск}$; $F_{ск}$	диаметр и площадь поперечного сечения отверстия смесительной камеры
$d_и$; $F_и$	диаметр и площадь поперечного отверстия инжектора
$n_{кп}$; $n_{гг}$	количество выходных отверстий для кислорода подогревающего и для горючего газа в резаках внешнего смешения
$F_{кп}$; $F_{гг}$; $d_{кп}$; $d_{гг}$	площадь поперечного сечения и диаметры выходных отверстий для кислорода подогревающего и для горючего газа в резаках внешнего смешения

Литература

1. Пат. 29654 UA, МПК B 23 K 7/00 Газокисневий різак / Ю.Н. 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.— 5 с.: ил.

2. Пат. 92865 UA, МПК F23C7/00. Спосіб кисневого різання металів великих товщин / В.М. Литвинов, О.І. Волошин, К.П. Шаповалов, В.А. Бєлінський, С.Л. Василенко, О.І. Коровченко.— № u201402889; заявл. 21.03.14; опубл. 10.09.14, Бюл. № 17.— 3 с.

3. Литвинов В.М. Критерии оценки эффективности оборудования для кислородной резки металлов больших толщин / В.М. Литвинов, Ю.Н. Лысенко, С.А. Чумак, В.В. Капустин, С.П. Зеленский, В.А. Белинский, С.Л. Василенко, Т.Б. Золотопупова // Сварщик, 2014, № 6, С. 16–19.

4. Пат. 15678 UA, МПК F 23 D14/02 Різак для ручного газокисневого різання металів / В.М. Литвинов, С.Г. Красільніков, С.А. Чумак, С.Л. Василенко, О.І. Коровченко, Є.К. Цвентух.— № u200600039; заявл. 03.01.2006; опубл. 17.07.2006, Бюл. № 7.— 2 с.: ил.

#1613

Нанесение покрытий из износо-коррозионно-жаростойких материалов электроискровым методом

Е. К. Фень, канд. техн. наук, НТУУ «КПИ» и Институт проблем материаловедения НАНУ (Киев)

В современной технике имеется большая номенклатура деталей, работающих в значительном диапазоне температур – от отрицательных до 1000–1200 °С, рабочие поверхности которых нуждаются в упрочнении или восстановлении износо-коррозионно-жаростойкими покрытиями. Для нанесения таких покрытий предложен электроискровой метод, где площадь напыления довольно невелика. Разработано несколько видов материалов для электроискрового метода нанесения покрытий.

При восстановлении изношенных и упрочнении новых изделий, для различных условий работы деталей машин требуется точный подбор своего, определенного химического состава материала покрытия и метода его нанесения. Поэтому, актуальной задачей является разработка новых материалов покрытий и метода их нанесения. В данной работе рассмотрена возможность применения электроискрового метода нанесения покрытий. Сверхзвуковые (плазменный и электродуговой), обычный плазменный и детонационный методы напыления покрытий рассмотрены в работах [1–3].

Электроискровой метод применяется там, где требуется нанесение небольшого количества материала покрытия, когда площадь детали обычно не более 8–10 см^2. Пористость таких покрытий составляет менее 1 %.

При электроискровом методе применяют установки марок ЭФИ-23М, ЭФИ-25М, ЭФИ-46А, разработанные Институтом прикладной физики академии наук республики Молдова (ИПФ АНРМ) [4]. Они делятся на две группы: «чистового» (ЭФИ-46А) и «грубого» (ЭФИ-25М) легирования, а также сочетающие в себе как «чистовое» так и «грубое» легирование (ЭФИ-23М), имея для этого I–II–III режима, которые были использованы в данной работе. Рабочие режимы установок ЭФИ разных марок указаны в их паспортных данных. Толщина слоя покрытий (в зависимости от марки установки) составляет 120–300 мкм. Образцы перед нанесением покрытий очищают от грязи и обезжиривают.

Разработан ряд материалов для износо-коррозионно-жаростойких покрытий (на них получены соответствующие документы), химический состав которых и их процентное соотношение в разных вариациях сплавов, подобраны на основе Ni-Cr-Al-Y-Sc [5] с добавками других металлов (Co, Ti, La, Cu) и металлоидов (B, Si) [6]. Данные материалы покрытий в процессе их нанесения выступают в качестве анода, а в качестве подложки (катода) могут быть использованы токопроводящие материалы из разных составов сталей и сплавов: сталь 55, 40Х, ЭИ598.

Разработанные материалы на основе Ni-Cr-Al-Y-Sc получали способом расплавления данной основы с другими материалами (с температурой плавления между собой не более 200–300 °С) в индукционной печи в вакууме и распылением их в защитной атмосфере высокоочищенного азота на установке марки «УРС-40» ИПМ НАНУ.

Исследованы физико-механические свойства покрытий: твердость, микротвердость, интенсивность изнашивания при сухом трении скольжении, при износе на фреттинг и прочность сцепления с основой.

Металлографические исследования, проведенные на микроскопе «Neophot-2», показали, что микроструктура износо-коррозионо-жаростойких покрытий имеет слойстый («чешуйчатый») характер.

Рентгеноструктурные исследования, проведенные на дифрактометре ДРОН-3,0 в монохроматизированном $Mo_{K\alpha}$ излучении показали, что основу покрытий составляет γ-твердый раствор хрома в никеле с добавками других металлов и металлоидов, т.е. покрытия различных составов являются однородными пресыщенными твердыми растворами.

Микротвердость (H_μ) сплавов измеряли на приборе ПМТ-3 (ГОСТ 9450–76), она составляет 5,0–6,5 ГПа в зависимоти от состава сплава, а твердость по Роквеллу (HRA) измерялась на приборе ТК-201 (ГОСТ 9013–75) и составляет 65–68 ед., в зависимости от материала покрытия, при шероховатости поверхности шлифа R_a = 0,32–0,16 (ГОСТ 2789–73).

Интенсивность изнашивания при сухом трении скольжении без смазки на воздухе исследуемых покрытий, проводили на машине трения УМТ-1 (ГОСТ 26614–85) при нагрузке Р = 1 МПа, скорости скольжения V = 0,5 м/с, температуре Т = 20 °С, она составляет 18–23 мм^3/1000 м·см^2 в зависимости от состава сплава и процентного соотношения между собой его компонентов. Контртелом служил вольфрамовый сплав марки ВК-20 (ГОСТ 3882–74).

Коэффициент трения для всех исследуемых материалов покрытий при испытании их на воздухе, при сухом трении скольжении без смазки, не превышает 0,2–0,25 и зависит главным образом от состава и свойств оксидных пленок, образующихся

при трении; и мало зависит от скорости скольжения и нагрузки, вследствие преобладания окислительного износа. Образующиеся пленки оксидов (вторичных структур) на поверхности покрытий являются как бы сухой смазкой и были изучены на электронографе ЭМР-100.

Испытание на износ при фреттинге на воздухе проводили на машине трения марки МФК-1 разработки НАУ [7] при нагрузке P = 20 МПа, амплитуде виброперемещения A = 0,1 мм, частоте колебаний f = 30 Гц, температуре испытаний T = 20 °C, базе испытаний N = $5 \cdot 10^5$ циклов, с использованием пары образцов с одноименным покрытием, после доводки толщины покрытия до 200 мкм, при шероховатости поверхности R_a = 0,63–0,32. Износ при фреттинге для данных покрытий составляет 17–22 мкм.

Химическим и рентгеноспектральным анализом установлено, что в условиях сухого трения скольжения на воздухе материал подложки существенно не влияет на закономерность трения и износа износо-коррозионно-жаростойких покрытий.

Прочность сцепления покрытий с основой определяли методом «конусного штифта» на разрывной машине МР-5, с диаметром иглы в основании 2,0 мм [8]. Для разных составов покрытий и подложек (толщина слоя покрытия 200–250 мкм) она составляет 62–75 МПа.

Электроискровой метод нанесения покрытий и полученные материалы для покрытий могут найти широкое применение в различных сферах современной техники, детали машин которых работают при износе и коррозии в условиях высоких температур.

Литература

1. Фень Е.К. Износо- и жаро-износостойкие материалы покрытий для сверхзвукового плазменного и электродугового напыления // Сварщик.— 2011.— № 1.— С. 32–35.

2. Фень Е.К. Нанесение покрытий на основе композиционных порошковых материалов плазменным напылением // Сварщик.— 2015.— № 6.— С. 8–9.

3. Фень Е.К. Нанесение покрытий из композиционных порошковых материалов детонационным методом // Сварщик.— 2016.— № 2.— С. 8–10.

4. Самсонов Г.В., Верхотуров А.Д., Бовкун Г.А., Сычов В.С. Электроискровое легирование металлических поверхностей.— Киев:— Наук. думка, 1976.— 219 с.

5. Фень Е.К. Перспективное использование скандия при создании жаро-износостойких газотермических покрытий // Тугоплавкие соединения. Получение, свойства и применение.— Киев.— ИПМ НАНУ, 1999.— С. 114–117.

6. Фень Е.К. Влияние добавок из различных материалов на физико-механические свойства покрытий на основе Ni-Cr при газотермическом напылении // Сварщик.— 2012.— № 3.— С. 16–18.

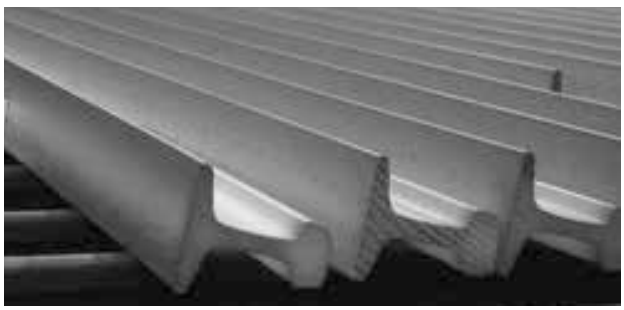
7. Голего Н.Л., Алябьев А.Я., Шевеля В.В. Фреттинг-коррозия металлов.— Киев: Техніка, 1970.— 271 с.

8. Шаривкер С.Ю., Ляшенко Б.А., Ришин В.В., Астахов Е.А. Исследование прочности сцепления детонационно-напыленных покрытий // Проблемы прочности.— 1973.— № 3,— С. 35–38.

#1614

Производство крановых рельсов КР100 на ПАО «МК «Азовсталь»

NEW



ПАО «МК «Азовсталь» начало производство крановых рельсов КР100. Продукция соответствует требованиям стандартов ДСТУ 2484, ГОСТ 4121 и используется для строительства путей мостовых кранов. В отличие от других видов рельсов, они изготавливаются из высокопрочной стали и способны выдерживать большую нагрузку. Крупнейшие потребители крановых рельсов КР100 — морские порты, промышленные предприятия и строительные компании. Первые 130 т новой продукции в сентябре 2016 г. поставлены на внутренний рынок и в страны ближнего зарубежья. Крановые рельсы КР100 планируется реализовывать в Украине и СНГ. Ожидаемый объем реализации данных изделий оценивается в 1,5 тыс. т в год. В портфель комбината «Азовсталь» уже входят наиболее востребованные в промышленности крановые рельсы КР70 и КР120, в первом квартале 2017 г. планируется выпуск еще одного профиля — КР80. Таким образом, продукция «Азовстали» будет представлена в самых емких сегментах рынка крановых рельсов в СНГ.

ПАО «МК «Азовсталь» — это современное высокотехнологичное предприятие, производящее широкий спектр металлопродукции: слябы, сортовой и фасонный прокат, железнодорожные рельсы, рельсовые скрепления, квадратную заготовку, толстый лист, продукцию из металлургических шлаков. Производственные мощности комбината позволяют производить в год более: 5,5 млн т чугуна, 6,2 млн т стали, 4,4 млн т проката. Проектные мощности по производству рельсовых скреплений составляют 285 тыс. т в год, помольных шаров — 170 тыс. т в год.

#1615

Сварочно-технологические характеристики и механические свойства металла швов сварных соединений, выполненных проволоками ХОРДА 307 Ti и Св-08Х20Н9Г7Т

В. Д. Позняков, чл.-кор. НАНУ, **А. А. Гайворонский,** д.т.н., **А. В. Клапатюк,**
ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ (Киев), А**. Н. Алимов,** ООО «ВИТАПОЛИС» (Киевская обл., г. Боярка)

На протяжении длительного периода времени при изготовлении изделий из закаливающихся высокопрочных сталей высокой твердости широко используется сварочная проволока марки Св-08Х20Н9Г7Т. Ранее проволока такого состава в Украине не изготавливалась и закупалась в РФ. Поскольку Св-08Х20Н9Г7Т относится к изделиям двойного назначения, появились проблемы с ее приобретением. Поэтому возникла острая потребность в разработке и производстве подобной сварочной проволоки в Украине.

В короткие сроки ООО «ВИТАПОЛИС» удалось создать новую сварочную проволоку сплошного сечения, получившую марку ХОРДА 307 Ti.

Однако, для принятия решения о возможности применения нового сварочного материала в той или иной отрасли требуется выполнить ряд согласованных с Заказчиком исследований. Исследования проводились в ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины по специально разработанной для этих целей программе. В программе предусматривалось: определение сварочно-технологических свойств проволоки и устойчивости процесса сварки; исследование механических свойства металла шва и его сопротивляемости образованию горячих трещин; оценка стойкости сварных соединений из закаливающихся высокопрочных сталей высокой твердости к образованию холодных трещин. Все указанные свойства, которые обеспечивает проволока марки ХОРДА 307 Ti, сравнивались с аналогичными характеристиками, полученными при испытании серийной проволоки марки Св-08Х20Н9Г7Т.

Для проведения исследований, использовались проволоки сплошного сечения Ø 1,2 мм, химический состав которых приведен в *табл. 1*. В этой же таблице представлены данные и относительно требований, предъявляемых к величине предельных концентраций легирующих элементов в составе этих сварочных материалов.

Механизированную сварку образцов осуществляли с использованием подающего механизма «Патон БП-601» и источника питания постоянного тока ВДУ-506.

Сварочно-технологические свойства проволок оценивались как при сварке в смеси защитных газов (82 % Ar + 18 % CO_2), так и при сварке в CO_2. Такие исследования проводились с использованием нескольких режимов сварки:

- пониженный режим – сварочный ток, $I_{св}$ = 130–140 А, напряжение на дуге, $U_д$ = 22–24 В;
- традиционно используемый режим [1–3] – $I_{св}$ = 160–180 А, $U_д$ = 26–27 В;
- повышенный режим – $I_{св}$ = 200–220 А, $U_д$ = 28–30 В.

Таблица 1. Химический состав сварочных проволок

Сварочная проволока	Массовая доля элементов,%								
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti	S	P
								не более	
Св-08Х20Н9Г7Т (ГОСТ 2246–70)	≤ 0,10	0,50–1,0	5,0–8,0	18,5–22,0	8,0–10,0	-	0,60–0,90	0,018	0,035
Св-08Х20Н9Г7Т	0,07	0,80	6,8	18,7	8,4	-	0,63	0,012	0,018
ХОРДА 307 Ti (ISO 14343 Stainless Steel)	≤ 0,10	0,50–1,0	5,0–8,0	18,5–22,0	8–10	≤ 0,10	0,60–0,90	0,018	0,025
ХОРДА 307 Ti (партия 307 Ti-YX1410)	0,047	0,78	6,44	18,60	8,12	0,178	0,61	0,008	0,011

Оценка сварочно-технологических свойств проводилась на образцах размером 250х(80–100) мм, изготовленных из закаливающейся высокопрочной стали высокой твердости толщиной 10 мм. Перед сваркой образцы очищались от загрязнений и окалины абразивным инструментом.

При выполнении исследований визуально определяли качество формирования шва, характер отделимости шлаковой корки и стабильность процесса сварки (горения дуги). Кроме этого, применительно к процессу сварки, который производился в смеси газов, оценивали производительность сварки по массе наплавленного металла в единицу времени (Q, г/с) и коэффициент потерь электродного металла на разбрызгивание (Ψ,%).

По результатам испытаний установлено, что в исследованном диапазоне режимов сварки, выполняемых проволоками марок Св-08Х20Н9Г7Т и ХОРДА 307 Ti, как в смеси газов, так и в CO_2, обеспечивается хорошее формирование валиков. На поверхности они имеют вид литой мелкочешуйчатой структуры. При сварке в смеси газов на поверхности швов образуется незначительное количество налета (шлаковой корки), который в основном отделяется от поверхности литого металла самопроизвольно, а остатки легко удаляются металлической щеткой. Несколько большее количество шлаковой корки зафиксировано для процесса, выполняемого в CO_2. Но и в этом случае шлак отделяется самопроизвольно, резко отскакивая от поверхности наплавленного металла. Горение дуги во всех случаях стабильное.

В *табл. 2* приведены показатели производительности процесса и потерь электродного металла на разбрызгивание.

Таблица 2. Сравнительные характеристики производительности процесса и потерь электродного металла на разбрызгивание проволок ХОРДА 307 Ti и Св-08Х20Н9Г7Т

№ п/п	Проволока	Режимы сварки		Показатели свойств	
		$I_{св}$, А	$U_д$, В	Q, г/с	Ψ,%
1	Св-08Х20Н9Г7Т	140–160	22–24	0,6	7
2		160–180	26–27	**0,91**	**8,7**
3		200–220	28–30	1,1	9
4	ХОРДА 307 Ti	130–140	22–24	0,63	5
5		160–180	26–27	**0,98**	**7,3**
6		200–220	28–30	1,18	5,3

Как видно из *табл. 2*, коэффициент потерь электродного металла на разбрызгивание для всех вариантов сварки находится в пределах, допускаемых нормативной документацией требований (Ψ ≤ 15%), но между ними имеются и некоторые отличия. Так, с увеличением силы сварочного тока от 140 до 220 А коэффициент Ψ в случае использования проволоки марки Св-08Х20Н9Г7Т повышается от 7-ми % до 9-ти %, а при ведении процесса проволокой ХОРДА 307 Ti он не превышает 7,3%. Такая разница может быть связана с состоянием поверхности проволок: у проволоки марки ХОРДА 307 Ti поверхность более гладкая, за счет чего улучшается контакт между проволокой и наконечником горелки. При этом процесс сварки становится более стабильным и, как следствие, потери электродного металла на разбрызгивание при повышении режимов сварки уменьшаются. С этим, вероятно, связано и некоторое повышение производительности по массе наплавленного металла, наблюдаемое при сварке проволокой марки ХОРДА 307 Ti.

Дальнейшие исследования были направлены на сравнительную оценку механических свойств металла швов, выполненных проволоками марок ХОРДА 307 Ti и Св-08Х20Н9Г7Т, их склонность к образованию горячих трещин, а также стойкость сварных соединений закаливающихся высокопрочных сталей высокой твердости к образованию холодных трещин. Для этого изготавливались специальные сварные соединения; их сварку осуществляли в смеси защитных газов на постоянном токе обратной полярности с использованием следующего режима: $I_{св}$ = 160–180 А, $U_д$ = 26–28 В, скорость сварки $V_{св}$ = 12–15 м/час.

Для определения механических свойств металла швов были подготовлены и сварены стыковые соединения размером 350х100х16 мм с V-образной симметричной разделкой кромок с общим углом раскрытия 60°. Затем из указанных соединений изготавливались в соответствии с ГОСТ 6996 стандартные образцы для испытаний на статическое растяжение (тип II) и ударный изгиб (тип VIII). Испытание всех образцов проводили при температуре 20 °С в специализированной лаборатории ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ с применением машины «ZDM-10» и копера МК-28. Обобщенные результаты механических испытаний приведены в *табл. 3*.

Химический состав металла швов сварных соединений, который определяли эмиссионным мето-

Таблица 3. Механические свойства металла швов сварных соединений закаливающихся сталей высокой прочности, выполненных механизированной сваркой в смеси газов (82 % Ar + 18 % CO_2) проволоками марок Св-08Х20Н9Г7Т и ХОРДА 307 Ti.

Сварочный материал	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B, МПа	δ_5,%	Ψ,%	KCU, Дж/см^2	
					+20 °С	-40 °С
Нормативные требования		≥550	≥25		≥90	
ХОРДА 307 Ti	404 478	623 681	42,1 43,8	52,0 53,0	166 169 154	161 158 148
Св-08Х20Н9Г7Т	399,7 412,8	678,8 676,4	44,0 41,0	58,0 57,8	110 115 100	68 76 74

Таблица 4. Химический состав металла швов сварных соединений, выполненных механизированной сваркой в смеси газов (82 % Ar + 18 % CO_2) проволоками марок Св-08Х20Н9Г7Т и ХОРДА 307 Ti.

Сварочная проволока	Массовая доля элементов,%								
	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	Ti	S	P
								не более	
ХОРДА 307 Ti	0,078	0,70	5,9	18,6	8,1	0,178	0,47	0,011	0,024
Св-08Х20Н10Г7Т	0,11	0,65	5,4	18,4	8,0	-	0,31	0,016	0,030

дом в соответствии с требованиями ГОСТ 18895–97 на спектрометре «Спектровак-1000» (фирма Baird, США), представлен в *табл. 4*.

Данные *табл. 3* свидетельствуют, что механические свойства металла швов сварных соединений, выполненных проволоками ХОРДА 307 Ti и Св-08Х20Н10Г7Т, достаточно близкие по своим показателям и удовлетворяют требованиям нормативной документации. Это вполне закономерно поскольку химический состав таких швов не имеет существенных отличий.

Оценку стойкости сварных швов против образования горячих кристаллизационных трещин выполняли при испытании образцов на трехточечный изгиб [4]. Для этого изготавливались стыковые соединения размером 200х120х16 мм с углом раскрытия разделки кромок (30 ± 5)° и притуплением 4 мм.

Испытания образцов осуществляли на «установке Фридлянда». При этом, собранные на выводных планках образцы помещались в установку и нагружались изгибом усилием 3 т с разными скоростями. Нагружение образцов начиналось после заварки 1/3 длины разделки. Критерием, определяющим стойкость металла швов к образованию горячих трещин является величина скорости нагружения образцов $V_{КР}$. Согласно нормативным документам металл швов будет обладать требуемой стойкостью к данному виду разрушения в том случае, если величина $V_{КР}$ превышает 4 мм/мин.

Результаты оценки стойкости сварных швов, выполненных проволоками ХОРДА 307 Ti и Св-08Х20Н10Г7Т, против образования горячих (кристаллизационных) трещин при испытаниях на изгиб, представлены на *рис. 1*.

Максимальная скорость нагружения образцов $V_{КР}$ при сварке проволокой ХОРДА 307 Ti равна 22 мм/мин, что существенно превышает нормативные требования (*рис. 1*).

При испытаниях проволоки Св-08Х20Н9Г7Т показатель критической скорости был несколько ниже и составил 17 мм/мин.

Оценку сопротивляемости сварных соединений закаливающихся сталей, выполненных проволоками ХОРДА 307 Ti и Св-08Х20Н9Г7Т, возникновению холод-

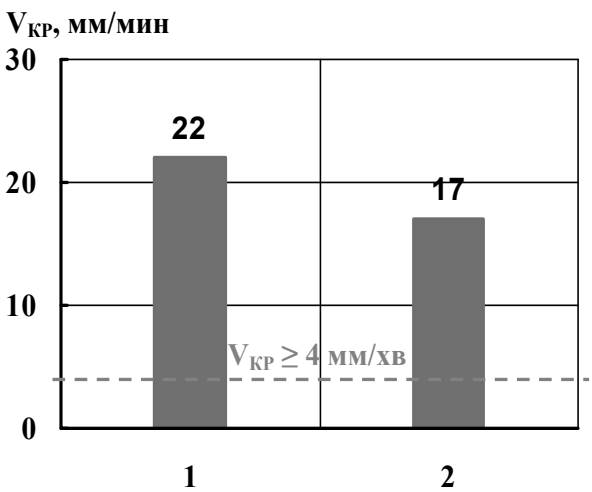


Рис. 1. Стойкость сварных швов против образования горячих трещин при испытаниях на изгиб: 1 – ХОРДА 307 Ti, 2 – Св-08Х20Н9Г7Т.

ных трещин производили с использованием проб «жесткая обварка» [5]. Контрольные сварные соединения из закаливающейся высокопрочной стали имели размеры 300х200х10 мм (3 шт.) и 300х200х16 мм (3 шт.). Механизированная сварка выполнялась в среде защитных газов без предварительного подогрева на режимах приведенных в *табл. 5*. После сварки образцы выдерживались в жестко закрепленном состоянии в течение 3-х суток при комнатной температуре, а затем из них изготавливались макрошлифы для металлографических исследований. Результаты таких исследований представлены в *табл. 5*, а фотографии макрошлифов на *рис. 2*.

Таблица 5. Результаты испытаний технологических проб «жесткая обварка», выполненных проволоками ХОРДА 307 Ti и Св-08Х20Н9Г7Т.

Сварочная проволока	Режимы сварки			Толщина металла шва, мм	Наличие холодных трещин
	$I_{св}$, А	$U_д$, В	$V_{св}$, м/ч		
ХОРДА 307 Ti	160–180	26–28	12–15	10	Отсутствуют (рис. 2, а)
				16	Отсутствуют (рис. 2, б)
Св-08Х20Н9Г7Т				10	Отсутствуют (рис. 2, в)

По результатам визуального контроля макрошлифов холодных трещин в сварных соединениях не выявлено.

Анализируя результаты проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Химический состав новой сварочной проволоки отечественного производства марки ХОРДА 307 Ti (ISO 14343 Stainless Steel) полностью отвечает составу серийной проволоке марки Св-08Х20Н9Г7Т (ГОСТ 2246–70).

2. Проволока марки ХОРДА 307 Ti Ø 1,2 мм является высокотехнологическим продуктом: имеет требуемые показатели сварочно-технологических свойств при механизированной сварке в смеси газов (82 % Ar + 18 % CO_2) на режимах от 130 до 220 А.

3. Производительность сварочного процесса, выполняемого проволокой ХОРДА 307 Ti, на 5–10 % выше, чем при сварке проволокой Св-08Х20Н9Г7Т, при этом коэффициент потерь электродного металла на 15–30 % ниже.

4. Проволока марки ХОРДА 307 Ti обеспечивает стабильное горение дуги как при сварке в смеси

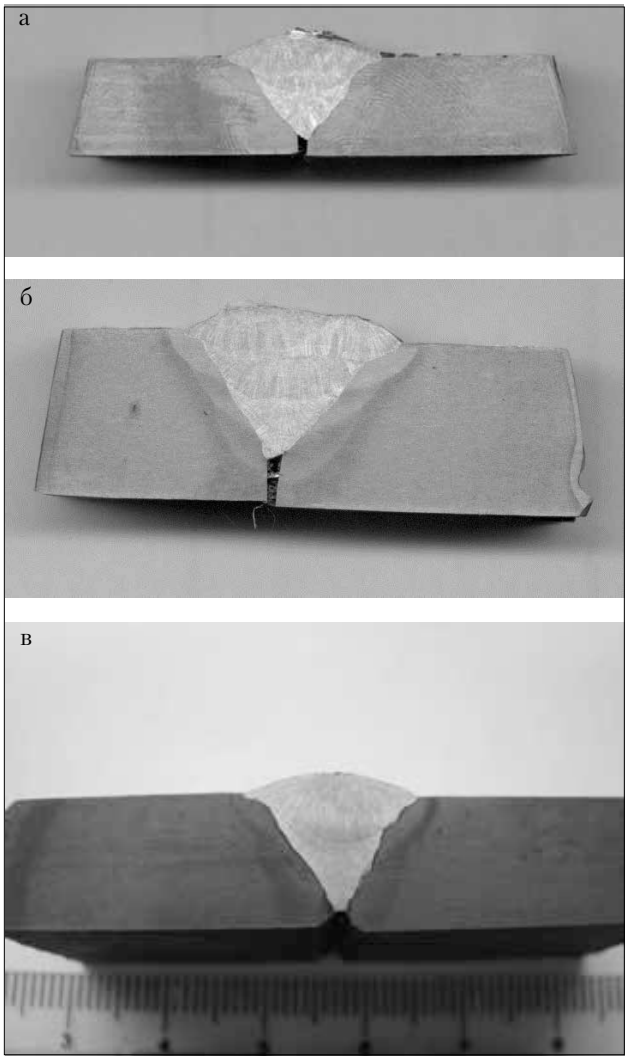


Рис. 2. Макрошлифы из контрольных сварных соединений толщиной 10 мм (а, в) и 16 мм (б), выполненных проволоками ХОРДА 307 Ti (а, б) и Св-08Х20Н9Г7Т (в) без предварительного подогрева.

газов на базе аргона, так и при механизированной сварке в CO_2. Формирование поверхности шва мелкочешуйчатое. На поверхности швов при сварке в газовой смеси образуется незначительный налет или корка (при использовании CO_2), которые легко удаляются с поверхности металла. По этим показателям проволока ХОРДА 307 Ti не уступает серийной проволоке Св-08Х20Н9Г7Т.

5. Механические свойства металла швов сварных соединений закаливающихся высокопрочных сталей высокой твердости, выполненных проволокой ХОРДА 307 Ti, находятся на уровне показателей получаемых при использовании проволоки Св-08Х20Н9Г7Т.

6. При сварке проволокой ХОРДА 307 Ti обеспечивается высокая стойкость сварных соединений из высокопрочных закаливающихся сталей

против образования холодных трещин. По этим показателям проволока марки ХОРДА 307 Ti не отличается от серийной проволоки марки Св-08Х20Н9Г7Т.

7. При сварке проволокой ХОРДА 307 Ti обеспечивается высокая стойкость швов против образования горячих трещин. Критическая скорость нагружения, при которой в швах не образуются горячие трещины, на 20 % выше, чем при сварке проволокой Св-08Х20Н9Г7Т.

8. По сварочно-технологическим свойствам, стабильности процесса сварки, механическим свойствам металла швов, стойкости сварных соединений против образования холодных и горячих трещин, новая сварочная проволока отечественного производства марки ХОРДА 307 Ti не уступает серийной проволоке марки Св-08Х20Н9Г7Т. Это дает основания рекомендовать ее к применению для сварки закаливающихся высокопрочных сталей высокой твердости.

Литература

1. Мусияченко В. Ф., Миходуй Л. И. Дуговая сварка высокопрочных легированных сталей.— М.: Машиностроение, 1987.— 79 с.

2. Римский С. Т. Руководство по технологии механизированной сварки в защитных газах.— К.: «Экотехнология», 2006.— 60 с.

3. Потапьевский А. Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах.— К.: «Экотехнология», 2007.— 192 с.

4. Фридлянд Л. А., Тимофеев К. И. Испытание статическим изгибом сварных швов на склонность к образованию горячих трещин // Автомат. сварка.— 1957.— № 2.— С. 66–69.

5. Риск образования холодных трещин при сварке конструкционных высокопрочных сталей / В. И. Махненко, В. Д. Позняков, Е. А. Великоиваненко и др. // Там же.— 2009.— № 12.— С. 5–10.

#1616

Александру Семеновичу Письменному — 70 лет

Известному специалисту в области технологических процессов индукционной сварки, прессовой сваркопайки давлением, пайки, индукционной термической обработки, термической гибки труб для трубного производства, а также электрических систем и высокочастотных источников питания для сварки и родственных технологий Александру Семеновичу Письменному исполнилось 70 лет.

Свою трудовую деятельность в ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины А. С. Письменный начал в далеком 1971 г., после окончания электроэнергетического факультета КПИ.

В 1978 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Электромагнитные расчеты некоторых типов сварочных индукторов».

В 1991 г. защитил докторскую диссертацию на тему «Повышение технологической эффективности индукционного нагрева для сварки и пайки».

В 1992 г. А. С. Письменный возглавляет основанный им отдел «Электротермии», где пользуется заслуженным авторитетом и уважением сотрудников.

За прошедшие годы им опубликовано 220 научных работ в специализированных изданиях, включая около 50 авторских свидетельств и патентов.

В области теоретических исследований А. С. Письменный разработал и обосновал метод синтеза индукционных систем — расчет параметров электромагнитного поля и геометрических размеров индукционного оборудования по заданным технологическим условиям процессов сварки, пайки, термической обработки.

А. С. Письменный является лауреатом Премии Совета Министров СССР и Государственной Премией Украины в области разработки и масштабного внедрения оборудования и технологий высокочастотной сварки на трубных заводах.

Многие годы А. С. Письменный участвует в научно-организационной и общественной работе ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины.

Сердечно поздравляем Александра Семеновича с 70-летним юбилеем, желаем крепкого здоровья, трудовых свершений и творческих успехов!

Коллектив Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, Совет Общества сварщиков Украины, НТК ИЭС им. Е.О. Патона, редакция и редколлеция журнала «Сварщик»

До 95-річчя з дня народження видатного вченого в галузі електрозварювання і матеріалознавства академіка НАНУ Дудка Д. А.

22 липня 2016 р. у селі Попелюхи Мурованo-Куриловецького району, Вінницької області відбулися конференція та виставка творів і світлин академіка НАН України Дудка Данила Андрійовича під назвою «З Попелюх до космосу». Цей захід був ініційований односельцями вченого, які виявили зацікавленість у створенні виставки і можливо майбутньої музейної експозиції, присвяченої видатному землякові, при місцевому будинку культури. Основні організаційні клопоти лягли на плечі Валентини Леонтіївни Мельник, директора Будинку культури, та дочки вченого Кістерської (Дудко) Людмили Данилівни, які впродовж декількох місяців збирали оригінальні документи, готували презентаційні матеріали, що відбивали життєвий та науковий шлях Д. А. Дудка. Активну участь у підготовці заходу взяв заступник директора Інституту електрозварювання ім. Є. О. Патона НАНУ д.т.н., академік НАНУ Лобанов Леонід Михайлович. Долучилися до написання спогадів про вченого його колеги та учні: к.т.н, академік УАН Богдан Будзан, на сьогодні радник агропромислового холдингу «АСТАРТА», ветеран ІЕЗ ім. Є. О. Патона, виконавчий директор Товариства зварників України, к.т.н., академік УАН Ілюшенко В. М. Участь у конференції прийняли багато колег, рідних та людей, знайомих з творчістю академіка Д. А. Дудка.

Урочистий захід відбувався у Мурованo-Куриловецькому будинку культури в присутності великої кількості односельців та гостей. Біографічні документи, презентаційні матеріали, книги, історичні світлини, матеріали винаходів та нагороди викликали жвавий інтерес присутніх.

Вступне слово до відкриття виставки творів і світлин академіка НАНУ Дудка Данила Андрійовича «З Попелюх до космосу» зробили Петро Струсевич, депутат обласної Ради, Андрій Никитчук, заступник голови районної Ради, Валерій Козачишин, заступник голови райдержадміністрації, Валентина Мельник, директор музею при Будинку культури. Розширену доповідь-презентацію про життєвий та науковий шлях Данила Андрійовича зробила дочка вченого к.т.н. Кістерська Л. Д. — старший науковий співробітник Інституту надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАНУ (Київ). Про сучасний стан робіт з нанотехнології як розвитку винаходів академіка Д. А. Дудка в галузі процесів плазмового напилення, що запроваджені в Інституті надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАНУ, розповіла провідний науковий співробітник цього інституту, д.т.н. О. Б. Логінова.

Родинне коло академіка НАНУ Д. А. Дудка на виставці «З Попелюх до космосу»

Із доповіддю про стан впровадження винаходів Д. А. Дудка в галузі плазмових технологій, в т.ч. і при виготовленні сучасних зварювальних матеріалів виступив технічний директор ПАТ «ПлазмаТек» Крижанівський О. І. (Вінниця). Про розвиток робіт академіка Д. А. Дудка в галузі використання зварювальних технологій у космосі дослідниками Київського політехнічного інституту в 90-х роках XX століття розповіла його родичка — Фурман Т. А., викладач електротехнічних дисциплін Автотранспортного та електромеханічного коледжу (С.- Петербург, РФ).

Цікаву інформацію та документи про походження родини, батьків-вчителів та дитячі роки академіка Дудка Д. А. в селі Попелюхи представив Анатолій Драганюк, місцевий краєзнавець. Родинними спогадами про період життя Данила Андрійовича на малій батьківщині та спілкування з вченим в Києві поділилися Наталя Николайчук, директор сільського будинку культури, Василь Серветник, вчитель математики гімназії № 1, Оксана Устименко, генеральний директор компанії РА Медиа Альянс Групп.

Доповіді та спогади супроводжувалися виступами аматорів художньої самодіяльності районного будинку культури і села Попелюхи — як молоді, так і людей поважного віку, що викликало щире захоплення присутніх.

Із заключним словом та оголошенням вітальної адреси від академіка Бориса Євгеновича Патона — директора Інституту електрозварювання, звернулась до присутніх Валентина Веклюк, начальник відділу культури і туризму райдержадміністрації.

Присутні на виставці «З Попелюх до космосу» схвалили ініціативу земляків академіка Д. А. Дудка щодо присвячення його пам'яті постійної експозиції в стінах Будинку культури і проведення щорічних науково-культурних читань.

Урочистий захід висвітлювали представники районної та обласної преси — газети «Наше Придністров'я» (29/07/2016 стор. 4) та «Вінничина» (5.08.2016 стор. 7).

Ю. М. Омельчук, *ТОВ «Плазма-Тек», Член Ради Товариства зварників України*

Центр малоэнергоемких технологий послесварочной обработки металлоконструкций

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

Технологические процессы сварки, литья, механической обработки, штамповки, прокатки вызывают в металлоконструкциях и изделиях образование внутренних остаточных напряжений, которые с течением времени перераспределяются и релаксируют, создавая упругие деформации, переходящие в пластические. Неравномерность протекания этих процессов в металле нарушает равновесное состояние и вызывает необратимые деформации, искажающие геометрическую форму изделий. Кроме того, остаточные напряжения, как правило, оказывают отрицательное влияние на выносливость при динамических нагрузках, коррозионную стойкость и эксплуатационную надежность металлоконструкций.

При изготовлении сварных конструкций отрицательное влияние остаточных напряжений не всегда удается в нужной степени минимизировать с помощью досварочных, а также выполняемых в процессе сварки мероприятий [1]. Поэтому в ряде случаев прибегают к послесварочной обработке, которая обычно заключается в отпуске или отжиге. Такая термообработка весьма энергоемкая и высокозатратная операция, от ее применения производственники стараются уйти. Кроме того, термообработка не всегда дает требуемый технологический эффект.

В последние годы в мире наблюдается четкая тенденция расширения применения альтернативных отпуску и отжигу малоэнергоемких технологий послесварочной обработки металлоконструкций. Проводятся такие работы и в нашей стране. Следует выделить несколько групп технологий, над которыми работают отечественные специалисты. К ним относятся:

- вибрационная обработка в процессе сварки, после сварки и виброобработка в сочетании с местным нагревом [2];
- послесварочная обработка металлоконструкций поверхностным пластическим деформированием (проковка пневматическим и электромагнитным инструментом, дробеструйная обработка, ультразвуковая ударная обработка, лазерный наклеп и др.) [3];
- электрогидроимпульсная [4] и электродинамическая обработка [5];
- обработка взрывом [6].

Каждая из упомянутых групп технологий имеет свои достоинства, недостатки и рациональные области применения. Последние определяются с одной стороны минимизацией энергетических затрат, а с другой — технологическим эффектом, связанным с улучшением тех или иных служебных характеристик металлоконструкций.

Накопленный за последние десятилетия опыт промышленного использования послесварочной обработки свидетельствует о том, что эти технологии являются эффективным средством повышения размерной стабильности сварных базовых деталей металлообрабатывающего оборудования (станины, основания, стойки, поперечины и др.), рамных и корпусных деталей энергетического машиностроения, различных узлов и деталей судостроения и оборонной техники, в том числе из титановых и алюминиевых сплавов. При этом величина снижения остаточных напряжений первого рода может достигать 50–60-ти %, а энергетические затраты уменьшаются до 50-ти раз.

Послесварочная виброобработка в определенном диапазоне режимов способствует некоторому увеличению сопротивления усталости и коррозии.

В то же время виброобработка в процессе сварки и наплавки является эффективным средством снижения остаточных напряжений, повышения механических свойств и служебных характеристик (сопротивления усталости, износостойкости, коррозионной стойкости и др.), улучшения свариваемости сталей и других материалов.

Группа технологий послесварочной обработки поверхностным пластическим деформированием ориентирует производственников на выбор альтернативных и эффективных решений за счет использования прокатки, дробеструйной обработки, проковки пневматическим и электромагнитным инструментом, ультразвуковой ударной обработки, лазерного наклепа.

Дробеструйную обработку используют для повышения сопротивления усталости сварных соединений различных металлоконструкций (шнеки, радиальные колеса вентиляторов, балки, рамы и др.), твердости и износостойкости наплавленных поверхностей за счет наклепа. Обычно дробеструйная обработка позволяет получать глубину наклепанного

слоя до 0,5–0,8 мм. В случае лазерного наклепа глубина упрочненного слоя может быть в три раза больше. Хорошие результаты обеспечивает дробеструйная обработка и в части повышения коррозионной стойкости. При этом правильный выбор технологического материала (дроби, абразива, стеклянных шариков и др.) и размера его частиц в сочетании с основными параметрами режима позволяет существенно повысить коррозионную стойкость сварных соединений.

Продолжает совершенствоваться технология проковки. Опыт многолетнего промышленного использования поверхностного наклепа, выполняемого ударным пневматическим и электромагнитным инструментом, подтвердил его эффективность для повышения сопротивления усталости и коррозионной стойкости сварных соединений разнообразных машин и сооружений (сварные крановые и мостовые конструкции, рамы подвижного состава железных дорог, корпусные детали судов, элементы буровых платформ, гребные судовые валы с наплавками, детали машин с ремонтными заварками, наплавками и др.).

Многие специалисты считают, что ультразвуковая ударная обработка (высокочастотная механическая проковка) является наиболее эффективной технологией увеличения циклической долговечности (до 8–10 раз), повышения пределов выносливости и коррозионной стойкости сварных стальных конструкций.

Получены интересные результаты по электродинамической обработке, используемой для снижения уровня коробления тонколистовых (до 3–4 мм) металлоконструкций из алюминиевых, магниевых сплавов и сталей, а также с целью повышения их циклической долговечности за счет перераспределения остаточных напряжений.

Технологии обработки взрывом обеспечивают перераспределение остаточных напряжений и деформаций, увеличивают коррозионную стойкость в щелочных и других средах, повышают усталостную долговечность сварной конструкции в многоцикловой области нагружения.

Специфика работы с взрывчатыми веществами несколько ограничивает возможности применения этих технологий.

Можно уверенно утверждать, что уже существуют достаточные технологические наработки, позволяющие значительно сократить объемы нагрева для послесварочной обработки и ставить задачу на ближайшие годы по полному отказу от термообработки.

Однако следует отметить, что упомянутый выше арсенал альтернативных термообработке малоэнергоемких технологий используется в Украине пока недостаточно.

Причин здесь несколько, но главных, по мнению автора, три.

Первая — значительное сокращение в стране объемов производства машиностроительной продукции и перманентный спад промышленного производства.

Вторая — разобщенность разработчиков различных технологий и их стремление любой ценой продвинуть свой товар, отсутствие соответствующего взаимодействия и нацеленности на конечный практический результат.

Третья — избыточное стремление производителей получить сиюминутную выгоду и не расходовать деньги на разработку энергосберегающих технологий и приобретение соответствующего оборудования. Присутствует и желание избежать риска, отдав предпочтение традиционным решениям. Устранить или значительно минимизировать отмеченные выше причины автор считает возможным за счет создания негосударственного инженерно-технического центра малоэнергоемких технологий послесварочной обработки металлоконструкций.

Основные направления деятельности центра могут включать:

- разработку рекомендаций по рациональному конструктивно-технологическому проектированию сварных конструкций и узлов с возможностью применения малоэнергоемких технологий;
- разработку рекомендаций по технологии досварочной обработки заготовок, сборки и сварки металлоконструкций и узлов;
- разработку и промышленное внедрение малоэнергоемких технологий послесварочной обработки металлоконструкций и изделий;
- разработку нормативной документации по новым малоэнергоемким технологиям послесварочной обработки;
- предоставление информационно-консультационных услуг;
- подготовку и обучение специалистов предприятий.

На первом этапе работы центра основное внимание должно быть уделено проковке бойковым инструментом, дробеструйной обработке, ультразвуковой ударной обработке (высокочастотной механической проковке) и виброобработке. В последующем объем предлагаемых технологий может быть расширен, тем более, что в ряде случаев целесообразно применять комбинированную обработку, которая дает соответствующий синергетический эффект.

Применение той или иной послесварочной обработки с целью снижения остаточных деформаций во многом зависит от рационального выбора предшествующих конструктивно-технологических решений и соблюдения существующих технологических регламентов (досварочная обработка заготовок, порядок сборки и сварки, соблюдение режимов обработки и др.).

Центр малоэнергоемких технологий должен иметь в своем составе мобильную компоненту в виде лаборатории, скомплектованной на автомобиле. В таком варианте географическое расположение центра в Украине не играет существенной роли.

Важны и организационные формы хозяйственной деятельности центра. Это может быть ООО, ЧП или смешанная форма собственности, но не государственное предприятие. Главная причина не только в том, что государство далеко не всегда эффективный собственник, а в том, что у него на текущий момент практически нет финансовых ресурсов.

Для успешного функционирования центра необходимы высококвалифицированные специалисты-энтузиасты сварочного производства, финансовые ресурсы, поддержка сварочной общественности. Решение этих вопросов возможно по нескольким направлениям, требующим обсуждения с заинтересованными лицами.

Предприниматели, желающие участвовать в создании центра, могут обращаться в редакцию журнала.

Литература

1. Сварные строительные конструкции. Т. 1. Основы проектирования конструкций / Л. М. Лобанов.— К.: Наукова думка.— 1993.— 416 с.

2. Лащенко Г. И. Технологические возможности вибрационной обработки сварных конструкций (Обзор) // Автомат. сварка.— 2016.— № 7.— С. 28–34.

3. Лащенко Г. И. Технологии послесварочной обработки металлоконструкций поверхностным пластическим деформирование. // Сварщик.— 2016.— № 3.— С. 14–21.

4. Опара В. С. Электрогидроимпульсный метод снижения остаточных напряжений в сварных конструкциях // Сварочное пр-во.— 1990.— № 2.— С. 12–13.

5. Применение электродинамической обработки импульсно-частотным регулированием импульсов тока для продления ресурса авиационных конструкций из легких сплавов / Л. М. Лобанов, Н. А. Пащин, О. Л. Миходуй и др. // Автомат. сварка.— 2016.— № 7.— С. 9–17.

6. Петушков В. Г. Применение взрыва в сварочной технике / Под ред. Б. Е. Патона.— К.: Наукова думка.— 2005.— 753 с.

#1617

Техническая литература **Тел.: +38 (044) 200-80-14, 200-80-18**

Г. И. Лащенко. **Способы дуговой сварки стали плавящимся электродом.** 2006.— 384 с.

Рассмотрены структурные схемы способов дуговой сварки сталей плавящимся электродом (ДСПЭ) и общие вопросы свариваемости сталей. Изложены современные представления об энергетической эффективности процесса, формировании швов, производительности и экологических показателях ДСПЭ. Приведены современные способы сварки с применением различных защитных сред, позволяющие регулировать тепловложение в свариваемое изделие, улучшающие формирование металла шва и повышающие производительность сварки. Приведены сведения о гибридных и комбинированных способах дуговой сварки плавящимся электродом.

З. А. Сидлин. **Производство электродов для ручной дуговой сварки.** 2009.— 464 с.

Детально описаны все стадии технологического процесса производства металлических покрытых электродов для ручной дуговой сварки, применяемые материалы и оборудование. Даны теоретические основы процессов, протекающих как при изготовлении, так и при применении электродов. Особое внимание уделено вопросам обеспечения качества продукции.

Для инженерно-технического персонала, сварщиков и рабочих электродных производств.

С. Н. Жизняков, З. А. Сидлин. **Ручная дуговая сварка. Материалы. Оборудование. Технология.** 2006.— 360 с.

Рассмотрены физико-металлургические процессы при ручной дуговой сварке покрытыми электродами. Даны характеристики и классификация электродов, представлена номенклатура промышленных марок, источники питания и другое оборудование. Изложены рекомендуемые технологии сварки сталей, чугуна и цветных металлов и их особенности. Рассмотрены дефекты сварных соединений и причины их образования, а также вопросы ремонтной сварки.

«Сварка в защитных газах плавящимся электродом», Часть 1. Сварка в активных газах *А.Г.Потапьевский.*

Описаны современные способы сварки в защитных газах плавящимся электродом, особенности горения дуги в защитных газах, виды переноса электродного металла и управление процессами сварки. Рассмотрены особенности металлургических реакций. Даны рекомендации по выбору электродной проволоки для сварки сталей, технике и технологии сварки, повышению производительности. Приведены сведения об аппаратах, источниках тока и системах обеспечения защитными газами, а также технике безопасности при выполнении сварочных работ.

E-mail: welder.kiev@gmail.com trofimets.welder@gmail.com URL: http://www.welder.stc-paton.com/

Если у Вас возникли вопросы по технологии сварки, организации рабочих мест сварщиков, правильному выбору сварочных материалов и оборудования, Вы можете отправить письмо в редакцию журнала по адресу: 03150, Киев, а/я 337 или e-mail: demuv@ukr.net, позвонить по тел. +38(044) 200 80 88. На Ваши вопросы ответит кандидат технических наук, Международный инженер-сварщик (IWE) Юрий Владимирович ДЕМЧЕНКО.

Для снижения себестоимости изделия планируется применять вместо стали 12Х18Н10Т безникеливую сталь 12Х17 или ей подобную. В связи с этим у нас возникают следующие вопросы:

- **в каких случаях рационально использование упомянутой стали;**
- **как скажется такая замена на эксплуатационных характеристиках изделия;**
- **усложнится ли в этом случае технология сварки.**

Янковская Т.Л., *г. Брест*

Сталь марки 12Х17 (зарубежный аналог — AISI 430 по ASTM A240) наиболее широко используемая ферритная хромистая коррозионностойкая сталь общего применения (в соответствии со стандартом ГОСТ 5632–78), в которой сочетаются:

- высокие прочностные и механические свойства;
- высокая коррозионная стойкость, в том числе атмосферная, которая обеспечивается высоким содержанием хрома и низким содержанием углерода;
- хорошая обрабатываемость (хорошо поддается пластической деформации); применимость к процессам вытяжки, штамповки, перфорации в ней отверстий и т.п.

Химический состав стали приведен в *табл. 1.*

Таблица 1. Химический состав стали марки 12Х17 (аналог AISI 430)

Марка стали	Массовая доля элементов, максимум,%					
	C	Mn	P	S	Si	Cr
12Х17	0,12	0,8	0,035	0,025	0,8	16–18
AISI 430	0,12	1,0	0,045	0,03	1,0	16–18

Краткая характеристика и области применения.

Общая коррозионная стойкость данной стали во многих средах сравнима со стойкостью аустенитной стали 12Х18Н10Т. Кроме того, в отличие от аустенитных никельсодержащих сталей типа «18Cr-10Ni», низкоуглеродистые хромистые ферритные стали устойчивы и в различных серосодержащих средах. Поэтому, изделия из стали 12Х17 могут быть использованы в системах для перекачивания газа, нефти и чистых нефтепродуктов, различных углеводородов, в технологических установках газо- и нефтепереработки. Конечно, при использовании той или иной стали желательны индивидуальные тесты на коррозионную стойкость, которая определяется температурой, контактом с другими материалами, нагрузкой, степенью непосредственного контакта с технологическими средами, длительностью непрерывной работы, абразивным воздействием продуктов, агрессивным влиянием моющих и/или дезинфицирующих растворов, а также другими специфическими условиями.

Низкая концентрация углерода в стали обуславливает исключение ее дополнительной стабилизации титаном, гарантирует отсутствие склонности стали к межкристаллитной коррозии при повышенных температурах (интенсивное карбидообразование в стали 12Х17 начинается лишь при температуре свыше 1000 °С) и обеспечивает ее свариваемость. По своим эксплуатационным характеристикам данная марка стали является улучшенным аналогом стали 08Х17Т, которая по ГОСТ 5632–72 «рекомендуется в качестве заменителя стали марок 12Х18Н10Т и 12Х18Н9Т». Дополнительными преимуществами стали 12Х17 является то, что в отличие от этих аустенитных никельсодержащих марок, она нечувствительна к коррозионному межкристаллитному разрушению в температурном интервале 500–800 °С и гораздо менее чувствительна к хлоридному растрескиванию под напряжением.

Благодаря низкому коэффициенту термического расширения сталь оптимальна для изделий, испытывающих перепады температур, а высокая теплопроводность предопределяет преимущества использования этой стали в системах теплообмена. Обладая сравнительно низкой тепловой инер-

Таблица 2. Сравнительные характеристики сталей марок 12Х17 и 12Х18Н10Т

Марка стали	Удельная теплоемкость (Дж/г·К) при 20 °С	Теплопроводность, (Вт/ м·К) при 20 °С	Коэффициент термического расширения (106 °С –1) усредн.	Сопротивление коррозионному хлоридному растрескиванию, МПа	Магнитные свойства
12Х17	0,44	25	10	350	Да (ферромагнетик)
12Х18Н10Т	0,52	15	17,5	140	Нет

цией (удельной теплоемкостью), сталь 12Х17 при меньших энергозатратах быстрее прогревается и охлаждается, что позволяет избежать возможного инерционного перегрева.

В *табл. 2.* приведены некоторые сравнительные характеристики сталей марок 12Х17 и 12Х18Н10Т.

Сталь 12Х17 широко используется в следующих отраслях промышленности:

- гражданское машиностроение;
- архитектура и дизайн;
- пищевая промышленность;
- изготовление кухонной утвари, столов, сервировочного инструмента, моек, сливов, частей стиральных машин, барабанов и поддонов для посудомоечных машин и т.п.;
- автомобилестроение (декоративные системы выхлопа и т.п.);
- изготовление наружной и внутренней фурнитуры;
- оборудование для теплообменников.

Применение экономнолегированных безникелевых нержавеющих сталей в пищевой и перерабатывающей отраслях промышленности установлено стандартами и другими нормативными документами. Например, ГОСТ 27002 «Посуда из коррозионно-стойкой стали» указывает, что «для изготовления корпусов и крышек посуды, должны применяться стали марок 12Х17 и др.».

Основной ГОСТ 5632 также регламентирует использование хромистых ферритных сталей марок 12Х17 и 08Х17Т в качестве заменителей аустенитных хромоникелевых сталей типа 12Х18Н9Т и 12Х18Н10Т, в том числе и «для изготовления предметов домашнего обихода, кухонной утвари и оборудования пищевой промышленности».

В соответствии с данными справочной литературы, упомянутые ферритные стали могут использоваться при изготовлении деталей машин и аппаратов для винодельческой промышленности. Эти стали разрешено применять в непосредственным контакте с суслом, вином, коньячным спиртом, продуктами переработки отходов виноделия и т.д. А сталь 08Х17Т – для изготовления оборудования, используемого в мясной и молочной промышленности при температуре 30–140 °С.

Сталь 12Х17 является весьма перспективной для применения в производстве технологического оборудования для различных отраслей пищевой и перерабатывающей промышленности (мойка или гигиеническая обработка сырья, продуктов и оборудования, измельчение, разделение и сортировка продукции, смешивание, тепловая обработка, расфасовка и упаковка, транспортировка и т.д.), а также в масложировой, мясной, хлебопекарной, пивной и безалкогольной, спиртовой, ликероводочной и кондитерской.

Поскольку, по сравнению с никельсодержащими аустенитными сталями, хромистые стали обладают низким коэффициентом термического расширения (КТР) и повышенной теплопроводностью, это предопределяет их преимущественное использование (в том числе и для трубного проката) в таких теплообменных конструкциях как охладительные градильни и т.п. Низкий КТР обеспечивает более надежное фиттинговое крепление и обеспечивает ускоренный теплообмен в системах охлаждения пищевых резервуаров (системы с охлаждением гликолем, водой и другими охлаждающими средами). Сварные конструкции и трубопроводы из хромистых сталей существенно меньше изменяют размеры при колебаниях температуры, что предопределяет снижение разрушающих усталостных нагрузок при перепадах температуры и предотвращает возможные утечки из гидравлических соединений.

Сталь 12Х17 прекрасно зарекомендовала себя как материал устойчивый в газовых средах, образующихся при сжигании различного топлива. Эти среды могут содержать продукты полного (двуокись углерода, водяной пар, азот и т.п.) и неполного (оксид углерода, углеводороды, окислы азота, двуокись серы, сероводород и т.д.) сгорания. Применяется для изготовления корпусов и труб систем нейтрализации, рециркуляции, улавливания и выхлопа отработавших газов. Сложные окислительно-восстановительные высокотемпературные каталитические реакции и наличие агрессивных газовых сред диктуют непременное использование их в качестве конструкционного материала для изготовления выхлопных систем, а также для

печного и сопутствующего оборудования (вытяжные короба, дымоходы и т.п.).

Сталь 12Х17 не подвержена полиморфному превращению при нагреве и охлаждении, не упрочняется термообработкой и обладает хорошей стойкостью к образованию окалины вплоть до 850 °С, сохраняя свои полезные эксплуатационные механические свойства при высоких температурах.

Зависимость временного сопротивления при повышенных температурах приведена в *табл. 3*:

Таблица 3. Зависимость временного сопротивления стали 12Х17

Температура, °С	300	400	500	600
Предел прочности, МПа	450	430	250	145

Сталь 12Х17 классифицируется как жаростойкая при эксплуатации до температуры 850 °С, удовлетворительно сваривается любыми известными способами по специально разработанной технологии. Сталь не склонна к интенсивному росту зерна при высокотемпературном нагреве. Заметное ее упрочнение и полное охрупчивание (*рис. 1*) обусловлены образованием мартенсита при охлаждении. Повторный отжиг при 700–850 °С восстанавливает прочность и относительное удлинение, обеспечивая максимальную коррозионную стойкость сварных соединений в HNO_3. В то время как более низкие температуры отпуска (450–600 °С) увеличивают скорость коррозии (*рис. 2*).

При технологических переделах стали 12Х17, во избежание образования трещин, сварку, гибку, правку и все операции, связанные с ударными нагрузками при изготовлении узлов оборудования, рекомендуется проводить с подогревом до 150–200 °С. Однако, подогрев может оказать и отрицательное влияние на пластичность и ударную вязкость околошовного металла с ферритной структурой, так как способствует уменьшению скорости охлаждения и увеличению продолжительности нагрева в интервале температур близких к 457 °С. Ускоренное охлаждение существенно повышает пластичность этой стали. Для стали 12Х18Н10Т подогрев не требуется.

Рационально использовать дуговую сварку в инертных газах при соблюдении минимального тепловложения. В качестве присадочного материала можно использовать аустенитную проволоку 309L, Св-07Х25Н13, Св-08Х25Н13БТЮ и т.п. Допускается использование электродов и присадочных проволок на основе ферритной хромистой стали.

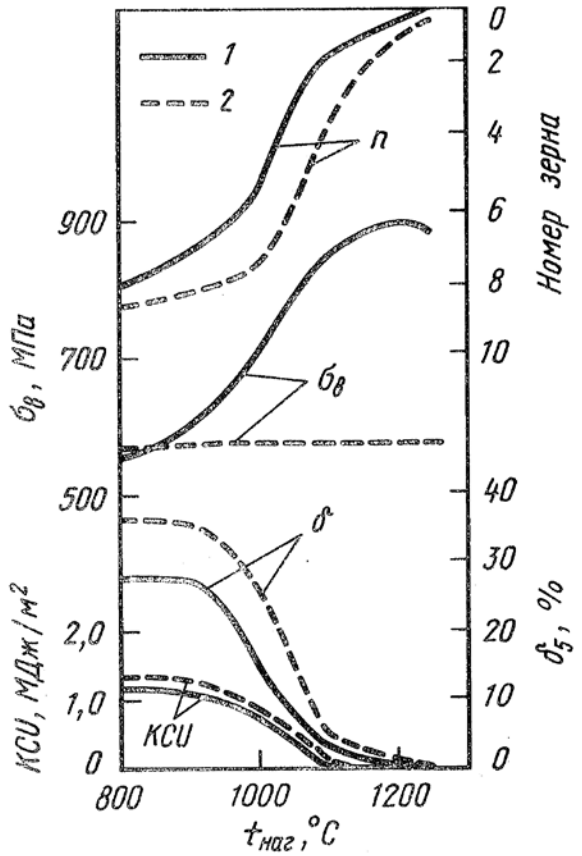


Рис. 1. Механические свойства и номер зерна стали марок 12Х17–1 и 08Х17Т – 2 после нормализации с различных температур нагрева. Выдержка 10 мин.

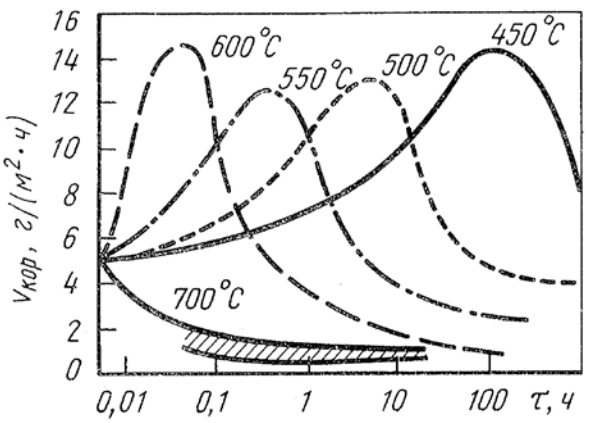


Рис. 2. Влияние температуры (цифры у кривых) и продолжительности отпуска на скорость коррозии в кипящей HNO_3, закаленной с 1200 °С (15 мин, вода) стали 12Х17

Для того, чтобы гарантировать адекватную коррозионную стойкость необходимо убрать окалину и цвета побежалости травлением или механической обработкой щетками из нержавеющей стали и пропассивировать холодным 10–20% раствором азотной кислоты. После этого необходимы последующая тщательная промывка холодной водой и сушка.

#1622

АВТОМАТЫ АДЦ 628 У3.1 и АДЦ 629 У3.1 для орбитальной сварки трубопроводов

Разработанные в НИЦ СКАЭ ИЭС им. Е.О. Патона сварочные комплексы АДЦ 628 У3.1 и АДЦ 629 У3.1 предназначены для автоматической орбитальной сварки неплавящимся (вольфрамовым) электродом в среде инертных газов с подачей присадочной проволоки неповоротных стыков трубопроводов с разделкой кромок диаметром от 76 до 159 мм с толщиной стенки до 12,0 мм из сталей перлитного, аустенитного классов и высоколегированных сплавов, в условиях монтажа и ремонта объектов энергетики, в том числе АЭС, ТЭС, а также в других отраслях промышленности.

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Наименование параметра	Значение	
	Обозначение автомата	
	АДЦ 628 У3.1	АДЦ 629 У3.1
Диаметр свариваемых труб, мм	76–114	114–159
Наименьшее межтрубное расстояние, мм	160	180
Пределы регулирования скорости сварки, м/ч	(1,7–17,7; 2,65–27,0)	(0,95–9,5; 1,3–13,5)
Диаметр вольфрамового электрода (марок ВЛ, ВИ, ВТ), мм	3,0; 4,0	
Наибольшее радиальное перемещение горелки, мм	35,5	
Наибольшее перемещение горелки поперек стыка: в настроечном режиме (с помощью корректоров), мм	± 5,0	
в автоматическом режиме (с помощью колебателя), мм	±12,0	
Охлаждение горелки	жидкостное	
Пределы регулирования сварочного тока, А	8–250	
Пределы регулирования напряжения дуги, В	6–20	
Точность поддержания сварочного тока, не более,%	± 2	
Точность поддержания напряжения дуги, не более, В	±0,15	
Наибольшая скорость перемещения горелки относительно механизма АРНД, мм/с	10,0	
Частота колебаний электрода, в пределах, мин$^{-1}$	10–150	
Расположение электропривода вращения планшайбы	Параллельно оси трубы	
Масса головки сварочной (без массы шлангов и кабелей), не более, кг	13,5	16,0
Потребляемая электрическая мощность, не более, кВА	6,4	

В состав каждого из сварочных комплексов АДЦ 628 У3.1 и АДЦ 629 У3.1 входят:

- многофункциональный источник питания ИЦ 617 У3.1 для сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов (TIG-сварки);
- система управления, в т.ч. блок интерфейса и персональный компьютер;
- пульт управления выносной АДЦ 628.30.00.000;
- головки сварочные – АДЦ 628.03.00.000 или АДЦ 629.03.00.000 соответственно;
- механизм подачи (присадочной проволоки) АДЦ 628.04.00.000;
- коллектор АДЦ 629.07.00.000;
- блок автономного жидкостного (водяного) охлаждения;
- комплект соединительных кабелей, проводов и шлангов.

Источник питания ИЦ 617 У3.1 повышенной надежности обеспечивает:

- формирование необходимых для процесса TIG-сварки крутопадающих («штыковых») внешних вольт-амперных характеристик и аналогичные сварочным инверторам высокие динамические свойства;
- предварительную установку значений сварочного тока и временных параметров составляющих цикла сварки по сварочному току и подаче инертного газа (длительность интервалов времени «газ до сварки», «плавное нарастание сварочного тока», «прогрев», «плавный спад сварочного тока», «газ после сварки»);
- бесконтактное возбуждение сварочной дуги высоковольтным пробоем дугового промежутка;
- стабилизацию заданных значений сварочного тока и временных параметров цикла сварки при воздействии внешних возмущений (колебаний напряжения питающей сети, изменений длины дугового промежутка и т.п.);
- реализацию режимов автоматической шагоимпульсной сварки и сварки модулированным током, а также циклов сварки в режимах 2Т, 4Т и в специальном режиме 4Т-I;

Источник питания ИЦ617 У3.1 типа УДГ-257 У3.1 для сварки неплавящимся электродом в среде инертных газов

- возможность дистанционного управления (с пульта управления выносного или с персонального компьютера – блок интерфейса).

Система управления оборудования для автоматической орбитальной сварки трубопроводов диаметром (76–159) мм

Система управления (СУ) оборудования для TIG-сварки трубопроводов диаметром (76–159) мм рассчитана на совместную работу со специализированным источником питания ИЩ 617 У3.1 типа УДГ-257 У3.1 и исполнительными механизмами сварочных автоматов АДЦ 628 УХЛ4 и АДЦ 629 УХЛ4 и предназначена для их управления при осуществлении процессов TIG-сварки с подачей присадочной проволоки неповоротных стыков с U – подобной разделкой кромок трубопроводов (преимущественно из сталей аустенитного класса) диаметром от 76 до 159 мм[3] толщиной стенки до 12 мм включительно в соответствии с запрограммированными алгоритмами процессов сварки и значениями параметров цикла и режимов сварки.

СУ обеспечивает:

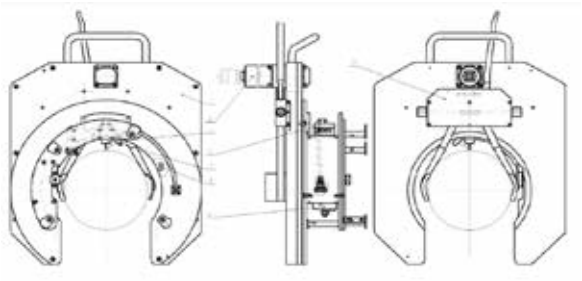
- две разновидности функционирования сварочных автоматов – НАЛАДКА и СВАРКА;
- два способа управления технологическими процессами и работой составных частей сварочных автоматов – РУЧНОЕ и АВТОМАТИЧЕСКОЕ;
- три разновидности (и варианты их исполнения) режимов сварки, в т.ч. сварки неизменным (непрерывным) током, шагоимпульсная сварка и сварка с модуляцией сварочного тока или скорости сварки, или и того и другого одновременно;
- программирование и гарантированное воспроизведение и поддержание в процессе сварки заданных параметров цикла и режимов сварки при выполнении корневых швов, «горячего» прохода, заполняющих и облицовочных швов во всех пространственных положениях электрода горелки.

Одной из особенностей СУ является возможность осуществления автоматического определения сопротивления сварочного контура с целью обеспечения требуемой точности автоматического регулирования напряжения дуги, а также автоматического определения амплитуды колебаний электрода горелки головки сварочной, то есть автоматической калибровки, которая осуществляется при функционировании сварочных автоматов в режиме НАЛАДКА.

СУ состоит из блока интерфейса АДЦ 628.20.00.000, пульта управления выносного (пульта оператора АДЦ 628.30.00.000 и персонального компьютера.

Блок интерфейса АДЦ 628.20.00.000:

- вырабатывает сигналы управления включением, выключением и длительностью функционирования составных частей и механизмов сварочного комплекса в режимах НАЛАДКА и СВАРКА, согласно запрограммированным алгоритмам осуществления TIG – сварки неповоротных стыков трубопроводов;
- обеспечивает регулирование, обработку сигналов обратных связей и поддержку в процессе сварки заданных значений сварочного тока, длины дугового промежутка (напряжения дуги), скорости сварки (скорости вращения планшайбы головки сварочной), амплитуды колебаний электрода горелки и длительностей его задержек на кромках U-подобной разделки стыка трубопровода;
- автоматически изменяет значения параметров цикла сварки (сварочного тока, скорости вращения горелки вокруг неповоротного стыка, амплитуды и скорости колебаний электрода) в зависимости от пространственного положения электрода горелки относительно вектора гравитации, направления вращения электрода вокруг свариваемого трубопровода, а также от стадии цикла сварки.



Головка сварочная (АДЦ 628.03.00.000 или АДЦ 629.03.00.000): 1 – корпус; 2 – механизм вращения; 3 – механизм зажима; 4 – горелка; 5 – механизм АРНД; 6 – механизм поперечного перемещения горелки; 7 – узел канала подачи присадочной проволоки; 8 – датчик пространственного положения электрода относительно вектора гравитации

В состав блока интерфейса входят контроллеры (процессоры): цикла сварки; привода вращателя; привода механизма подачи присадочной проволоки; автоматического регулятора напряжения дуги (АРНД); привода колебателя электрода.

Пульт управления выносной АДЦ 628.30.00.000 содержит органы управления, сигнализации и индикации, обеспечивающие:

- выбор рода работы сварочного комплекса (НАЛАДКА / СВАРКА);
- выбор вида режима управления (АВТОМАТИЧЕСКОЕ / РУЧНОЕ);
- выбор вида шва (КОРНЕВОЙ, «ГОРЯЧИЙ ПРОХОД», ЗАПОЛНЯЮЩИЙ, ОБЛИЦОВОЧНЫЙ);
- выбор способа сварки (ШАГОИМПУЛЬСНАЯ; МОДУЛИРОВАННЫМ ТОКОМ; С ПРОГРАММИРОВАНИЕМ СВАРОЧНОГО ТОКА или СКОРОСТИ СВАРКИ или СВАРОЧНОГО ТОКА и СКОРОСТИ СВАРКИ ОДНОВРЕМЕННО – в зависимости от пространственного положения электрода горелки относительно вектора гравитации);
- задание направления вращения планшайбы головки сварочной (CW/CCW, то есть «по часовой стрелке» или «против часовой стрелки»);

- задание для режима НАЛАДКА направления радиального перемещения электрода головки сварочной (ЭЛЕКТРОД ВВЕРХ / ВНИЗ);
- задание для режима НАЛАДКА направления подачи присадочной проволоки (ВПЕРЕД/НАЗАД);
- задание для режима НАЛАДКА направления колебательных перемещений электрода горелки (ВЛЕВО/ВПРАВО);
- задание, регулирование и контроль в процессе сварки текущих значений основных параметров режима сварки (СВАРОЧНОГО ТОКА $I_{СВ}$, СВАРОЧНОГО ТОКА В ПАУЗЕ $I_{СВ.П}$, НАПРЯЖЕНИЯ ДУГИ $U_{Д.З}$ – задаваемое значение и $U_{СВ}$ – измеряемое значение, СКОРОСТИ СВАРКИ $V_{СВ}$ и СКОРОСТИ СВАРКИ В ПАУЗЕ $V_{СВ.П}$, СКОРОСТИ ПОДАЧИ ПРИСАДОЧНОЙ ПРОВОЛОКИ $V_{ПР}$ – задаваемое значение и $V_{ПР.И}$ – измеряемое значение, ЧАСТОТЫ и АМПЛИТУДЫ колебаний электрода $F_{КОЛ}$ и $A_{КОЛ}$ соответственно – задаваемые значения, УГЛА положения электрода горелки относительно вектора гравитации $\Psi_{ЭЛ}$, РАСХОДА ГАЗА);
- предварительный контроль расхода инертного газа (КОНТРОЛЬ ГАЗА);
- включение/выключение цикла сварки (ПУСК / СТОП);
- регулировку в процессе сварки значения сварочного тока ($\Delta I_{св}$);
- цифровую индикацию предварительно задаваемых и текущих значений параметров режима сварки;
- аварийную остановку (выключение) сварочного автомата.

Каждая головка сварочная включает в себя:

- корпус облегченной конструкции;
- механизм зажатия головки сварочной на трубе;
- вращающуюся вокруг оси трубы планшайбу;
- механизм вращения планшайбы.

На планшайбе установлены:

- горелка сварочная;
- исполнительный механизм вертикального перемещения горелки сварочной системы автоматического регулирования напряжения дуги (механизм АРНД);
- механизм поперечных перемещений горелки сварочной (механизм колебателя);
- узел канала присадочной проволоки;
- датчик пространственного положения электрода.

Конструкция головок сварочных обеспечивает:

- быструю установку и закрепление головки на свариваемом трубопроводе и ее снятие одним сварщиком-оператором;
- надежную фиксацию корпуса головки на трубопроводе, что исключает ее смещение вследствие толчков или вибрации;
- точность установки головки на трубопроводе (непараллельность оси горелки сварочной по отношению к оси трубопровода не превышает 3°);
- реверс направления вращения планшайбы (по команде системы управления сварочного комплекса);
- быструю замену изношенного вольфрамового электрода горелки сварочной;
- ламинарное истечение инертного газа и надёжную защиту зоны сварки;
- возможность поперечного и радиального корректирования положения электрода горелки сварочной относительно стыка трубопровода.

Подключение любой из головок сварочных АДЦ 628.03.00.000 и АДЦ 629.03.00.000 к источнику питания ИЦ 617 У3.1, блоку интерфейса АДЦ 628.20.00.000, пульту управления выносному АДЦ 628.30.00.000, блоку жидкостного (водяного) охлаждения и системе газоснабжения осуществляется с помощью **коллектора АДЦ 629.07.00.000**.

Система водяного охлаждения (СВО) сварочных автоматов предназначена для обеспечения отвода тепла, выделяемого в горелке головки сварочной и ее токоподводе.

СВО построена по принципу замкнутой системы жидкостного охлаждения, базирующейся на основе использования блока водоохлаждения автономного БВА-02, предназначенного для обеспечения охлаждения и циркуляции рабочей жидкости в полостях горелок с водяным охлаждением установок для TIG – сварки при сварочном токе до 500 А.

Отличительной особенностью сварочных комплексов АДЦ 627 У3.1, АДЦ 625 У3.1 и АДЦ 626 У3.1 является их способность обеспечивать качественный процесс автоматической орбитальной TIG-сварки неповоротных стыков трубопроводов при длине сварочного контура до 60 м.

Сварочные комплексы АДЦ 627 У3.1, АДЦ 625 У3.1 и АДЦ 626 У3.1 изготавливаются под заказ. Срок выполнения заказа – до 24 недель.

Возможна поставка с различными вариантами комплектации – например, с двумя или тремя головками сварочными (по выбору Заказчика).

#1623

За информацией о поставке автоматов АДЦ 628 УЗ.1 и АДЦ 629 УЗ.1 Вы можете обратиться:
в ГП «НИЦ СКАЭ ИЭС им. Е.О. Патона» НАНУ
Тел./факс: +38 (044) 287-10-66, тел.: +38 (044) 289-16-43, 287-30-78
E-mail: techno@paton.kiev.ua

НТК «ИЭС им. Е. О. Патона» НАНУ
Тел./факс: +38 (044) 287-55-29
E-mail: Proskudin@ntk.in.ua, office@stc-paton.com
www.stc-paton.com

Состояние и тенденции развития рынка сварочного оборудования в Украине

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

В статье представлена систематизированная экономико-статистическая информация о состоянии и развитии рынка сварочного оборудования в Украине, приведены показатели объемов производства и экспорта-импорта за 2014 г.

Сварочное производство в Украине является самостоятельным технологическим сектором и одним из науко- и инженероемких составляющих национальной экономики.

Процессы глобализации мировой экономики и их влияние на внутренний рынок обуславливают необходимость проведения исследований рынка сварочной техники в Украине с целью выявления перспективных направлений развития сварочного производства, поиска оптимальных путей успешного функционирования украинских производителей и обеспечения стабильно растущего спроса на их продукцию в условиях жесткой конкуренции как на внутреннем, так и на внешних рынках.

Сварочное оборудование является весомым сегментом украинского рынка сварочной техники. В Украине насчитывается 39 предприятий-изготовителей сварочного оборудования, сертифицированных в системе УкрСЕПРО [1], производственные мощности которых позволяют суммарно производить 20–25 тыс. единиц оборудования в год. Динамика выпуска электросварочного оборудования в Украине в 2000–2014 гг. представлена на *рис. 1*.

Производство сварочного оборудования в Украине ориентировано на потребление его как внутри страны, так и на поставку на зарубежные рынки. Объемы производства зависят от состояния украинской экономики и спроса на основных рынках сбыта украинской продукции. Так при подготовке к Евро-2012, когда в стране осуществлялись крупные инфраструктурные проекты, объемы производства и реализации электросварочного оборудования росли. С 2013 г. на основных внешних рынках наблюдается снижение спроса на многие товары украинской промышленности. Это, в свою очередь, повлекло за собой спад производства основных экспортеров и снижение спроса, в том числе и на сварочное оборудование.

На *рис. 2* представлена динамика и структура производства электросварочного оборудования в Украине.

В структуре производства сварочного оборудования преобладают автоматы и полуавтоматы для дуговой сварки, а также машины для контакт-

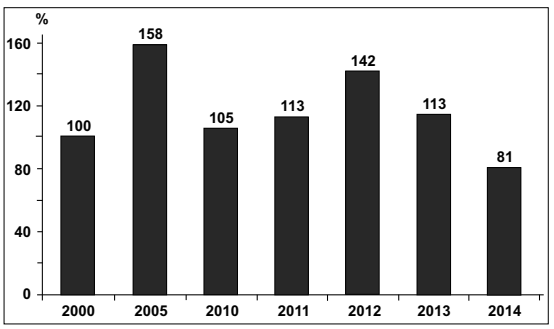


Рис. 1. Динамика производства электросварочного оборудования в Украине,% (100 % – показатели 2000 г.)

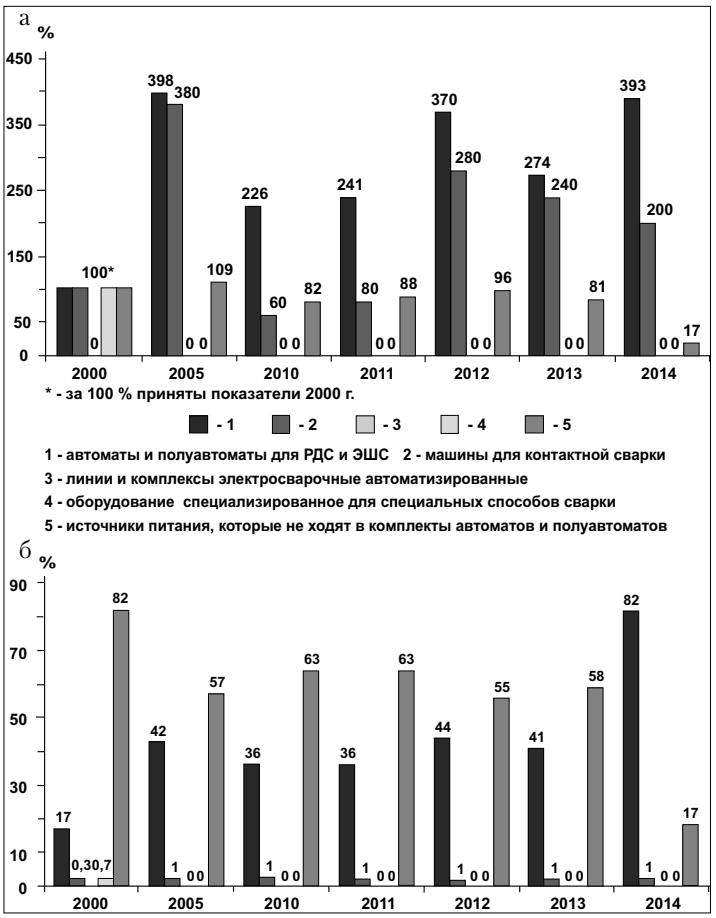


Рис. 2. Производство электросварочного оборудования в Украине, %: динамика – а (100 * % – показатели 2000 г.); структура – б

ной сварки. Объемы их производства за последние годы увеличились в 2,7–3,9 раз и в 2–2,8 раза соответственно. Выпуск же источников питания, которые не входят в комплект автоматов и полуавтоматов, постоянно сокращается и в 2014 г. их производство составило 17,4 %. По сравнению с базовым периодом производство сократилось почти в 7 раз. Это связано со вступлением Украины в ВТО и открытием внутреннего рынка. Объем импортных поставок сварочного оборудования на украинский рынок с тех пор постоянно растет и, как следствие, доля отечественных производителей падает.

Следует отметить что за последние 20 лет на Украине практически прекратился выпуск автоматизированных электросварочных линий и комплексов, и специализированного оборудования для специальных способов сварки, доля которых в структуре производства составляла несколько процентов. Это оборудование во многих случаях является наукоемким, отличается наличием инновационных научных и инженерных решений, зачастую запатентованных, что делает его уникальным и востребованным на рынке. Стоимость этого оборудования выше за счет большей доли добавочной стоимости. Как правило, такое оборудование создается предприятиями при сотрудничестве с различными научными, конструкторскими и внедренческими организациями. Поэтому увеличение производства последнего является одной из задач стоящих перед предприятиями и организациями сварочного производства.

Динамика экспорта-импорта по группе товаров электросварочного оборудования представлена на *рис. 3* [2]. Как указывалось выше, со времени вступления Украины в ВТО во внешнеторговой деятельности преобладают импортные операции, по сравнению с базовым периодом объем импорта увеличился в 1,8–3,5 раза. Экспорт электросварочного оборудования зависит от спроса на внешних рынках. Во время кризисных явлений в мировой экономике объемы поставок продукции снижаются, а во время восстановления рынка — увеличиваются. Наблюдаемое соотношение объемов импортных и экспортных операций формирует отрицательное сальдо по группе товаров электросварочного оборудования.

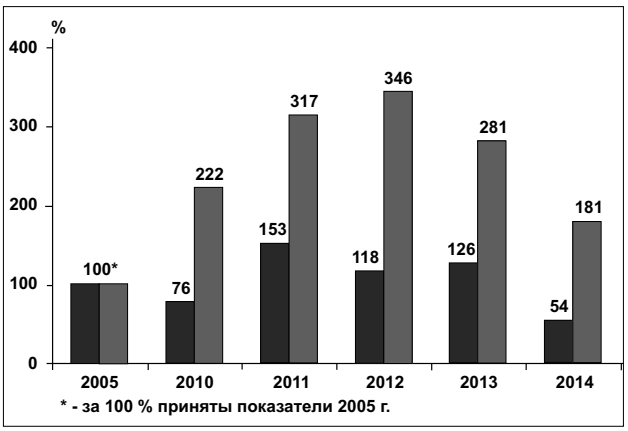


Рис. 3. Динамика экспорта-импорта по группе товаров электросварочного оборудования (100 * % – показатели 2005 г.)

Динамика внутреннего рынка сварочного оборудования представлена в *табл. 1*. На его объем в последние годы существенно влияют импортные поставки. Украинские предприятия-изготовители сварочного оборудования занимают 7–10 % объема внутреннего рынка.

Таблица 1. Украинский рынок сварочного оборудования

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Производство	100	118	174	145	50	67	71	90	72	51
Экспорт	100	120	105	88	19	34	26	23	21	7
Импорт	100	221	305	552	151	616	776	559	997	653
Внутренний рынок	100	196	382	615	177	647	812	608	1035	682

(100 % – показатели 2005 г.)

В соответствии с данными государственной статистики основными торговыми партнерами Украины в 2014 г. были страны Европейского Союза (ЕС), Азии (Китай) и СНГ. Экспортно-импортные операции по группе электросварочного оборудования охватывают более 25 стран. Среди них выделяются два главных региональных объединения — ЕС и СНГ. На страны СНГ (в основном Россия, Беларусь и Казахстан) приходится основная часть экспорта, а импорт поступает в основном из ЕС и Китая. С 2008 г. существенно увеличились и затем ежегодно росли объемы поставок сварочного оборудования из Китая.

На *рис. 4* приведены данные экспорта-импорта за 2014 г. основной номенклатуры сварочного оборудования — машин для контактной сварки, аппаратов для дуговой сварки и других машин и аппаратов для сварки — по главным региональным объединениям. Они показывают тенденцию к снижению объемов экспорта в страны СНГ.

На *рис. 5* приведены данные внешнеторгового баланса по номенклатуре товаров сварочного оборудования. В рассматриваемый период в основном наблюдается отрицательное торговое сальдо. В 2009 г. в связи с обвалом гривны и, соответственно, ростом цен на импортное оборудование

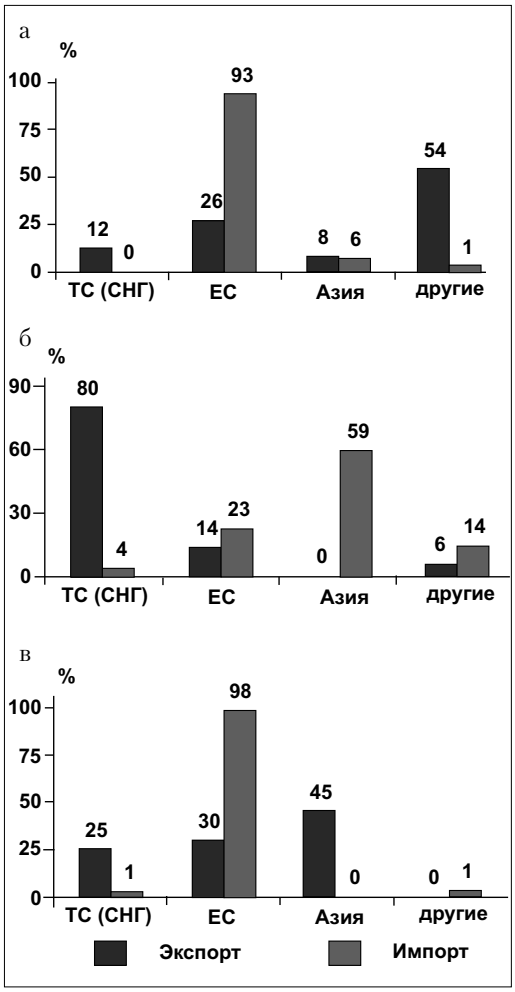


Рис. 4. География экспорта-импорта электросварочного оборудования в 2014 г.,%: машины для контактной сварки – а; аппараты для дуговой сварки – б; другие машины и аппараты для сварки – в

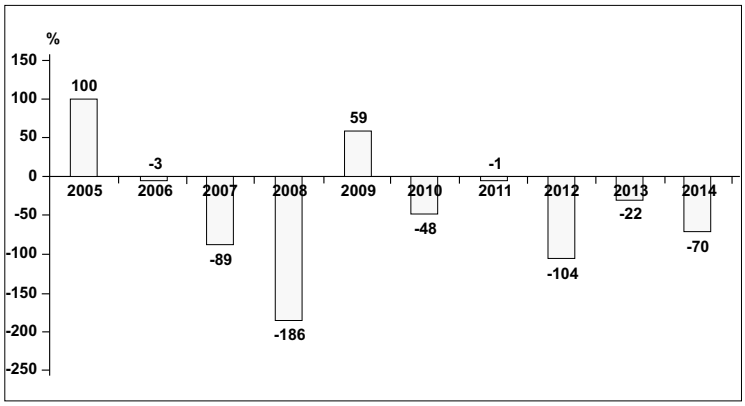


Рис. 5. Динамика внешнеторгового баланса электросварочного оборудования, % (100 % – показатели 2005 г.)

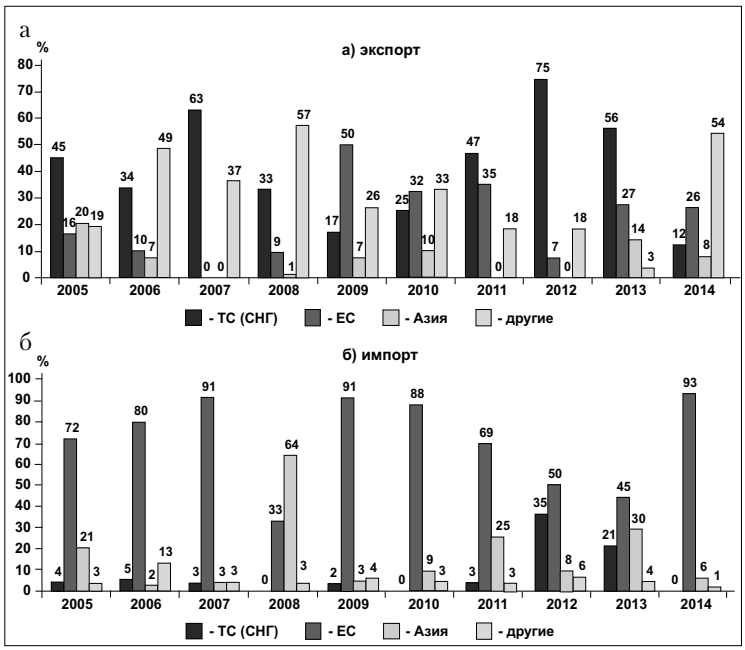


Рис. 6. География экспорта – а и импорта – б машин для контактной сварки по главным региональным объединениям

объем импортных операций существенно уменьшился, что способствовало положительному внешнеторговому балансу.

Рассмотрим динамику экспортно-импортных операций основных групп электросварочного оборудования в страны главных региональных объединений.

Машины для контактной сварки. Данные о динамике экспорта-импорта приведены на *рис. 6*. Экспорт осуществляется в основном в страны СНГ, доля которых составляет от 25 % до 75-ти %. Объемы поставок зависят от состояния спроса на этих рынках. Вследствие политических событий в Украине экспорт в страны СНГ снизился до 12-ти %. Объемы экспорта в ЕС и на азиатский рынок, в основном в Китай, тоже не постоянны и определяются в первую очередь спросом на эту продукцию.

Аппараты для дуговой сварки. На *рис. 7* представлены данные о динамике экспорта и импорта аппаратов для дуговой сварки по главным региональным объединениям. Основным рынком сбыта производителей данного вида продукции в силу исторических особенностей являются страны СНГ. Технологии дуговой сварки широко применялись в промышленности СССР.

Доля экспорта в страны СНГ составляла свыше 90 %. В 2010 и 2011 гг. поставки в страны ЕС составили около 10-ти %, в остальные годы этот показатель не превышал уровень 5-ти %. В 2012 г. доля экспорта на азиатский рынок (в основном в Китай) составила 34 %, а в последующие годы снизилась почти в 2 раза – до 14–16-ти %.

В 2005–2008 гг. на импорт из стран ЕС приходится 67–79 %; с 2009 г. основным импортером аппаратов для дуговой сварки становится Китай (до 70-ти %). В импортных поставках преобладает продукция предназначенная для бытового применения.

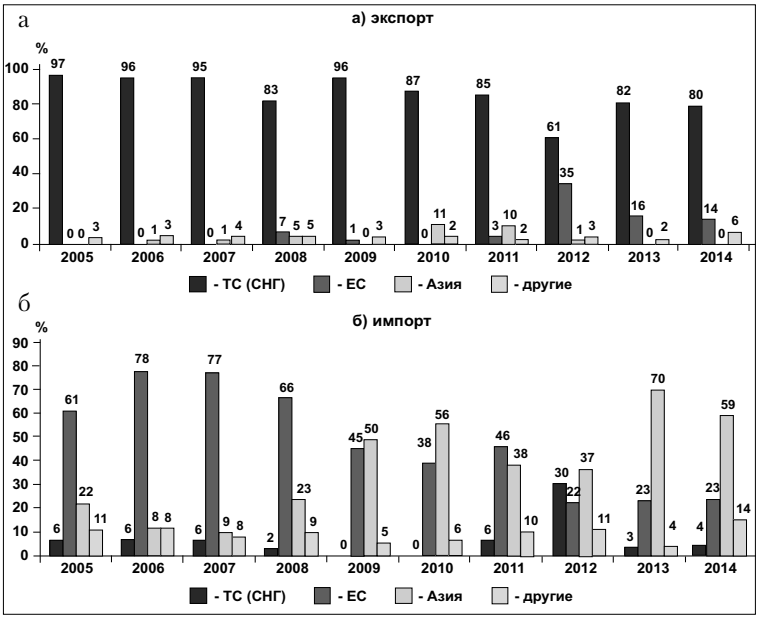


Рис. 7. География экспорта – а и импорта – б аппаратов для дуговой сварки по главным региональным объединениям.

Другие машины и аппараты для сварки. По этой группе товаров основными рынками сбыта являются страны Азии (Китай) и в отдельные годы страны СНГ (*рис. 8*). Доля поставок на азиатский рынок достаточно высока и стабильна. В 2013 и 2014 гг. отмечается рост экспорта в страны ЕС, который составил в эти годы 61 % и 30 %, соответственно. Также достаточно высока доля стран ЕС в импорте этой группы товаров. На протяжении 2005–2014 гг. она составляла 70–98 %. В отдельные годы весомыми были объемы поставок по названной группе товаров из Китая.

Анализ состояния экспортно-импортных операций по группе товаров электросварочного оборудования показал, что их производителям необходима диверсификация направлений сбыта своей продукции. Большая зависимость от поставок электросварочного оборудования на рынок стран СНГ в сегодняшних условиях взаимоотношений стран скрывает в себе большие риски. Ограничения, вводимые на этом рынке, могут негативно сказаться на экономическом состоянии предприятий-изготовителей сварочного оборудования.

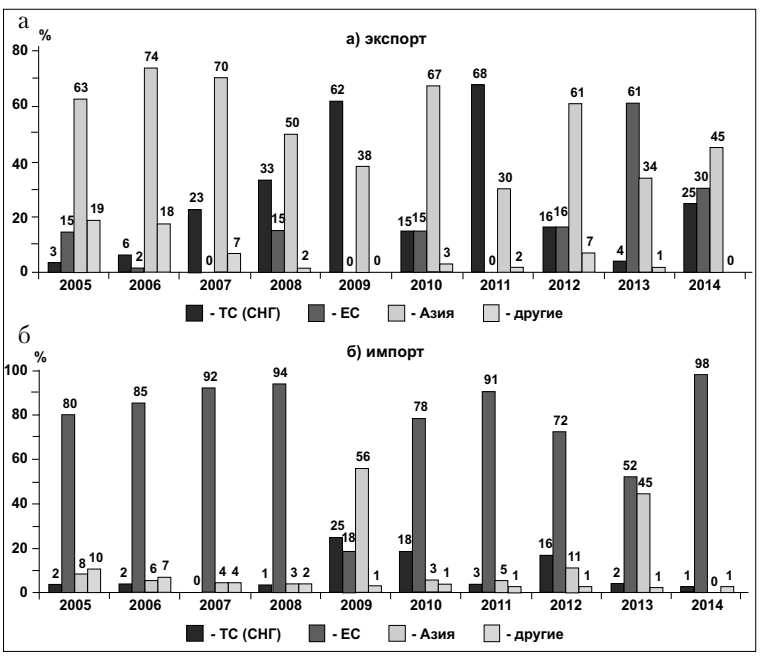


Рис. 8. География экспорта – а и импорта – б по другим машинам и аппаратам для сварки по главным региональным объединениям

Результаты анализа состояния украинского рынка сварочного оборудования позволяют сделать вывод, что имеющиеся производственные мощности позволяют удовлетворить внутренние потребности рынка в электросварочном оборудовании и поставлять продукцию на внешние рынки.

Дальнейшее устойчивое и эффективное развитие рынка сварочного оборудования возможно при использовании результатов фундаментальных и прикладных исследований, активном трансфере высоких сварочных технологий и других инноваций.

Одной из основных тенденций на мировом рынке сварочного оборудования является устойчивый рост спроса и предложения современного «наукоемкого» дорогостоящего сварочного оборудования для механизированной и автоматической дуговой сварки в защитных газах сплошной и порошковой проволокой, лазерной и гибридной лазерной сварки, а также сварки трением с перемешиванием. Это способствует созданию новых производственных мощностей для организации его производства.

Освоение выпуска в Украине такого современного сварочного оборудования позволит украинским предприятиям укрепить свои позиции на мировом и национальном рынках.

Литература

1. Економіко-статистичний огляд зварювального виробництва і ринку зварювальної техніки України в 1990–2014.— К.: Вид-во ІЕЗ ім. Є. О. Патона, 2015.— 75 с.

2. Зовнішньоекономічна діяльність України в 2002–2014 рр. (зварювальні матеріали та обладнання).— К.: Вид-во ІЕЗ ім. Є. О. Патона, 2015.— 35 с.

#1624

Применение динамического программирования для планирования управленческих решений по охране труда на предприятии

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

На сегодняшний день чрезвычайно важным свойством оптимальных решений, которые получают на основе статических математических моделей, является их устойчивость во времени. К сожалению, во многих задачах принятия решений в области охраны труда основные параметры и ограничения, такие как сырьевые и людские ресурсы, меняются во времени, показывая их динамический характер. Действительно, увеличение продолжительности планового периода может существенно усложнить и повлиять на правильность текущего выбора соответствующих управленческих решений по охране труда.

Следует отметить, что динамическое программирование не сводится полностью к задаче оптимизации для последовательных периодов времени, которые рассматриваются отдельно друг от друга. Например, решая задачу рационального выбора плана мероприятий по повышению безопасности оборудования, руководитель предприятия может допустить некоторые снижения требований к оборудованию, мало используемому в определенные периоды времени. При этом очевидно, что в такой оптимизационной задаче не удастся представить модель как простую совокупность не взаимосвязанных задач оптимизации для каждого периода времени.

Общим для всех моделей данной категории является то, что текущие управленческие решения проявляются как в период, относящийся непосредственно к моменту принятия решения, так и в последующие периоды. Такого рода последствия, как правило, будут существенными в тех случаях, когда речь идет об управленческих решениях, связанных с возможностью новых капиталовложений, увеличением производственных мощностей или обучением персонала с целью создания предпосылок для увеличения прибыли или сокращения расходов в последующие периоды.

Типичными областями применения моделей динамического программирования при принятии решений в сфере охраны труда на предприятии являются:

- разработка правил управления запасами средств индивидуальной защиты, определяющих момент пополнения запасов и размеров пополнения заказа;
- определение необходимого объема запасных частей, который гарантирует эффективное использование дорогостоящего оборудования;
- распределение дефицитных капитальных вложений между возможными новыми направлениями их использования;
- составление календарных планов текущего и капитального ремонта сложного оборудования для повышения безопасности производства;
- разработка долгосрочных правил замены основных фондов, срок эксплуатации которых истек, для повышения безопасности производства.

Процессы принятия решений, которые выражаются упомянутыми выше моделями, отражают динамику экономических условий и с этой точки зрения, могут быть отнесены к числу микроэкономических. Такие модели очень важны, поскольку во многих реально функционирующих системах управления охраной труда (СУОТ) нужно принимать тысячи подобных решений. Вместе с тем, отражая реальную динамику СУОТ, эти модели позволяют осуществить более долгосрочное планирование.

Реальные задачи оптимизации являются сложными, а эффективный инструмент их решения в общем виде отсутствует. Решение многих задач математического программирования можно упростить если развернуть процесс планирования поэтапно, то есть использовать метод динамического программирования. Суть метода заключается в том, что определение точек оптимального решения целевой функции многих переменных заменяют многократным поиском точек экстремума одной или небольшого числа переменных.

Динамическое программирование — это поэтапное планирование многошагового процесса, при котором на каждом этапе оптимизируют только один шаг. Причем управление на каждом шагу должно выбираться с учетом всех его последствий в будущем. Использование методов динамического программирования позволяет осмысленно структурировать реальную задачу долгосрочного планирования с учетом условий осуществления проекта, меняющихся во времени.

В задачах, решаемых методом динамического программирования, значения целевых функций для

всего процесса определяются простым суммированием частных значений *fi* (x) этой же функции на отдельных шагах, то есть

$$f(x) = \sum_{i=1}^{m} f_i(x) \quad (1)$$

Рассмотрим общую схему решения задач динамического программирования. Процесс управления состоит из *m* шагов. На каждом *i*-м шаге управления x_i переводит систему из состояния S_{i-1}, достигнутого в результате *(i-1)*-го шага, в новое состояние S_i, которое зависит от состояния S_{i-1} и выбранного управления x_i

$$S_i = S_i(S_{i-1}, x_i) \quad (2)$$

Важно, чтобы новое состояние S_i зависело только от состояния S_{i-1} и управления x_i, не зависело от того, каким образом система перешла в состояние S_{i-1}. В худшем случае это достигается увеличением числа состояний системы (в понятие «состояние системы» вводят те параметры, от которых зависит будущий результат).

Рассмотрим задачу про максимизацию целевой функции *f(x)* на *m* — шагового процесса.

Под влиянием управления, $x_1, x_2, \ldots x_m$ система переходит из начального состояния S_0 в конечное $S_{кон}$. За *m* шагов получают выигрыш (значение целевой функции)

$$f(x) = \sum_{i=1}^{m} f_i(S_{i-1}, x_i) \quad (3)$$

где $f_i\ (S_{i-1}, x_i)$ — выигрыш на *i*-м шаге.

Принцип оптимальности позволяет утверждать, что при любом начальном управлении x_i имеет место выражение:

$$f(x) = f_1(S_0, x_1) + [f_2(S_1, x_2) + \ldots + f_m(S_{m-1}, x_m)] = \\ = f_1(S_0, x_1) + f_{m-1}[S_{m-1}(S_0, x_1)] \quad (4)$$

Поскольку уравнение (4) справедливо для всех начальных решений x_1, то для получения максимального выигрыша необходимо найти максимум по x_1 значениям *f(x)*. Это приводит к рекуррентной формуле динамического программирования:

$$f_m(S)_0 = \max f(x) = \max[f_1(S_0, x_1) + \\ + f_m[S_{m-1}(S_0, x_1)]];\ m \geq 1 \quad (5)$$

Выражение (5) означает, что зная $f_0(S)$, можно вычислить $f_1(S)$, а зная $f_1(S) - f_2(S)$ и т.д.

Таким образом, алгоритм получения решения в динамическом программировании можно охарактеризовать как последовательность функций выигрыша или последовательность управлений $\{x_n(S_0)\}$. Эти последовательности определяют друг друга — в этом и заключается значение рекуррентных соотношений. Есть только одна последовательность оптимальных значений целевой функции, хотя, могут иметь место различные оптимальные управления, которые приводят к тому же максимальному выигрышу.

Планируя многоэтапную операцию, управление на каждом шагу выбирают с учетом будущего шага. Только на последнем этапе такой необходимости нет. Этот шаг можно спланировать таким образом, чтобы он приносил наибольшую выгоду.

Планируя последний шаг, к нему присоединяют предпоследний, находят согласно основной рекуррентной формуле наибольший выигрыш на этих двух шагах и т.д. Поэтому процесс идет в обратном порядке – от конца к началу.

Алгоритм динамического программирования выглядит следующим образом.

1. На выбранном шаге задаем набор значений переменной, характеризующей последний шаг и возможные состояния системы на предпоследнем шаге. Для каждого возможного состояния и каждого значения выбранной переменной вычисляем значение целевой функции. Из них для каждого выхода предпоследнего шага выбираем оптимальные значения целевой функции и соответствующие им значения рассматриваемой переменной. Получим значения и фиксируем соответствующую таблицу.

2. Переходим к оптимизации на предыдущем этапе (движение назад), отыскивая оптимальное значение новой переменной при фиксированных, найденных ранее, оптимальных значениях следующих переменных. Оптимальное значение целевой функции на последующих шагах получаем из предыдущей таблицы. Если новая переменная характеризует первый шаг, то переходим к п. 3. В противном случае повторяем п. 2 для последующей переменной.

3. При данных в начальном условии для каждого возможного значения первой переменной вычисляем значение целевой функции и выбираем ее оптимальное значение, соответствующее оптимальному значению первой переменной.

4. При известном оптимальном значении первой переменной определяем исходные данные для следующего шага и по последней таблице — оптимальные значения следующей переменной.

5. Если следующая переменная не характеризует последний шаг, то переходим к п. 4. В противном случае переходим к п. 6.

6. Формируем оптимальное решение.

Применение методов динамического планирования позволяет значительно упростить процедуру планирования мероприятий по охране труда предприятия и повысить эффективность последствий их реализации. Такой подход позволит более рационально распределять имеющиеся ресурсы для обеспечения надлежащих условий труда на производстве с учетом специфики производства и конкретных условий труда.

#1625

ИЭС им. Е. О. Патона в годы войны 1941–1945 гг.*

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

В тяжелые военные годы советская наука сосредоточилась на решении проблем, способствовавших достижению победы над фашистской Германией. Необходимо было не только обеспечить армию, авиацию и флот достаточным количеством технических средств и вооружений, но и превзойти противника по качеству боевой техники. Были созданы лучшие танки Второй мировой войны – тяжелый ИС и средний Т-34. С помощью патоновских технологий сварки броневых сталей производство танков было поставлено на поток.

Новым словом в промышленном производстве танков стала замена ручной сварки бронекорпусов на автоматическую. Эту технологию до самого конца войны не смогли повторить ни наши союзники, ни противники.

В августе 1942 г. в перемещенной в Нижний Тагил лаборатории Института электросварки Академии наук УССР под руководством академика Е. О. Патона была создана первая поточная линия автоматической сварки бронекорпусов танка Т-34. Вскоре эти аппараты применялись уже на всех танковых заводах. Огнестойкость танков возросла на порядок, их выпуск в 1942 г. в пять с лишним раз превысил показатели 1941 г. В январе 1943 г. в танковом парке действующих фронтов имелось около 8,5 тыс. машин – в 6,5 раз больше, чем в январе 1942 г.

Рис. Танк Т-34

Недаром министр пропаганды III Рейха Геббельс в январе 1943 г. заявил: «Кажется каким-то чудом, что из обширных степей России появлялись все новые массы людей и техники, как будто какой-то великий волшебник лепил из уральской глины людей и танки в любом количестве».

Развернув крупносерийное производство танков и САУ, со второго полугодия 1941 г. до конца войны отечественные танковые заводы выпустили 102,8 тыс. боевых машин, что в два с лишним раза превысило объем производства на немецких заводах и заводах оккупированных европейских стран за тот же период.

ИЭС в Нижнем Тагиле. С началом войны Е. О. Патон по рекомендации заместителя председателя Совнаркома СССР, наркома тяжелого машиностроения и наркома танковой промышленности В. А. Малышева обратился к Эвакуационной комиссии с просьбой перевести Институт на Урал, в Нижний Тагил и разместить его на территории Уральского вагоностроительного завода (УВЗ) им. Ф. Э. Дзержинского, где в это время на базе УВЗ и прибывшего из Харькова завода им. Коминтерна велись работы по организации Уральского танкового завода.

Выбор Патоном Нижнего Тагила был неслучаен. Для УВЗ перед войной Институт проводил исследования сварки различных марок низколегированных сталей, что давало возможность сократить расход металла и уменьшить вес изделий. Еще в апреле 1941 г. в цехе изготовления грузовых железнодорожных платформ была внедрена автоматическая сварка под флюсом.

Накопленный опыт совместной работы по применению автоматической сварки, большая заводская сварочная лаборатория со штатом квалифицированных инструкторов, наличие базы по изготовлению сварочных приспособлений и материалов предопределили выбор Е. О. Патоном Нижнего Тагила как наиболее подходящего места для размещения Института с целью максимальной помощи фронту. Способствовала этому и близость индустриальных гигантов – Уралмаша в Свердловске и Челябинского тракторного завода, превратившихся в скором времени вместе с УВЗ в крупнейшие центры отечественного танкостроения.

На новом месте пришлось начинать почти с нуля. Оборудования пришло намного меньше, чем ожидал директор. Из старой гвардии, с которой был пройден весь довоенный путь Института, мало кто остался. Из четырех заведующих отделами на месте был только один. Приехало всего лишь восемь старших научных сотрудников, столько же младших и два инженера. Из рабочих

* *Часть 2. Продолжение серии публикаций по материалам книги: «ИЭС и государственное планирование развития сварочной науки, техники и производства»*

экспериментальных мастерских не было ни одного, все были мобилизованы на фронт. Небольшой коллектив к концу пребывания в Тагиле вырос с 38 до 80 человек. Это было дружное сообщество, работавшее по суворовской формуле – не числом, а умением.

Евгений Оскарович умел ставить сложные, но выполнимые задачи, подбирать и воспитывать людей, передавать им свои идеи, свой энтузиазм. Он направил усилия коллектива на разработку принципиальных вопросов сварки под флюсом специальных сталей и на применение ее при выпуске крайне необходимой для фронта продукции, прежде всего танков. Нужно было значительно повысить качество сварных швов и производительность труда, обеспечить бесперебойное массовое производство танков при одновременном снижении затрат, трудоемкости и себестоимости.

Особо острыми были проблемы сварки бронекорпусов танков, лимитировавшие объемы и качество продукции. По действовавшей технологии требовались сотни квалифицированных сварщиков, что нереально было обеспечить в условиях возрастающих потребностей фронта в людских резервах.

В тяжелых условиях военного времени сотрудники Института под руководством Е. О. Патона впервые в мире в сжатые сроки решили сложнейшие научные и технические задачи, связанные с автоматической сваркой брони. Одновременно с разработкой технологии были спроектированы и изготовлены две установки для сварки наиболее уязвимого места танка – стыка борта корпуса с подкрылком. В начале января 1942 г. сварен первый образец. Технология, оборудование и сварные швы прошли успешную апробацию. Производительность автоматической сварки оказалась в 10 раз выше, чем у сварщиков-ручников. Высокое и стабильное качество сварных швов наряду с высокой производительностью стало весомым преимуществом нового способа сварки.

Испытания новой конструкции танка и нового способа сварки включали традиционный для танковой промышленности «отстрел», когда танк прямой наводкой расстреливается бронебойными и фугасными снарядами с небольшого расстояния. Первые же попадания снарядов в борт, сваренный вручную, вызвали недопустимые разрушения швов. При сварке автоматом борт без разрушения выдержал 7 попаданий снарядов, нос – 12 попаданий. Швы, сваренные автоматом, оказались равнопрочными броне. Результаты испытаний показали, что автоматическая сварка позволяет не только во много раз увеличить выпуск танков, но и делает их более живучими в бою. По итогам испытаний в январе 1942 г. наркомом танковой промышленности В. А. Малышевым был подписан приказ о массовом внедрении автоматической сварки под флюсом в танкостроении.

Под руководством Евгения Оскаровича была разработана и введена в строй первая в мире поточная линия сварки для массового выпуска бронекорпусов танков, оснащенная 20-ю установками автоматической сварки, что позволило решить острую проблему дефицита высококвалифицированных сварщиков. На автоматах работали обученные патоновцами юноши и девушки 16–18 лет, приехавшие из глубинных курских, мордовских и чувашских сел. Многие из них были такими маленькими, что приходилось подставлять им под ноги ящики, чтобы могли дотянуться до пульта управления. Но уже через некоторое время, сначала с помощью патоновцев, а затем и самостоятельно, молодежь прекрасно справлялась со сваркой таких нужных фронту «тридцатьчетверок».

Сотрудники Института, работая инструкторами, выступали не только в роли консультантов и советчиков, но были также практическими работниками и вместе с заводчанами отвечали за выполнение программы. Они начинали и заканчивали смену вместе с заводчанами, работая по 10–12 часов. Все сотрудники Института, включая 72-летнего директора и двух его сыновей, непосредственно участвовали в монтаже и наладке сварочных установок.

Внедрение автоматической сварки шло невиданными ранее темпами. Уже в конце 1941 г. автоматы под флюсом варили корпуса бомб и снарядов на других заводах оборонной промышленности.

Из официального отчета Института за 1942 г., самого напряженного для коллектива на Урале, видно, какой огромный объем работ выполняли его сотрудники:

1. Работы по скоростной сварке боевых машин и бомб разного типа на ряде заводов:

- проектирование, изготовление, монтаж, наладка и пуск станков, флюсовой аппаратуры и приспособлений для автосварки деталей боевых машин;
- инструктаж и обучение кадров по автосварке, которые проводились сотрудниками ИЭС непосредственно в цехах;
- совершенствование технологии автосварки под флюсом с целью повышения ее производительности и борьбы с трещинами в броне.

2. Работы по повышению надежности, упрощению и улучшению аппаратуры для скоростной сварки под флюсом:

- полный переход на переменный ток с отказом от всех моторов постоянного тока, дефицитных в мирное время, а в военное – тем более;
- переход к упрощению электрических схем, в которых ограничивались блокировкой работы сварочной головки и движения тележки во время сварки;

- отказ от электрической плавной регулировки скорости сварки, нужной главным образом для подбора режимов сварки, что чаще всего выполняется в лаборатории с применением моторов постоянного тока и реостатов, в пользу механической ступенчатой регулировки скорости при помощи коробки скоростей и сменных шестеренок или к плавной регулировке при помощи механического вариатора.

Осуществление трех указанных мероприятий дало возможность упразднить генераторы постоянного тока, электромагнитные муфты для дистанционного переключения скоростей, реостаты и моторы постоянного тока, а также упростить аппаратные щиты и пульты управления, повысить надёжность их работы и качество сварных швов;

- переход к универсальному и стандартному аппарату скоростной сварки. Это освобождает заводы от необходимости проектировать и строить сложные сварочные станки, что для них является непосильной задачей ввиду их перегруженности текущей работой;
- переход к простейшей одномоторной головке, работающей на переменном токе. Механизм головки максимально упрощен, так как отпала надобность в автоматической регулировке длины дуги в зависимости от напряжения на дуге. Это позволяет три отдельных механизма, служащих для подачи электродной проволоки, для ее правки и для подвода к ней сварочного тока, заменить одним простым двухроликовым механизмом;
- переход к отсосу флюса сжатым воздухом из заводской сети вместо пылесосов с капризным быстроходным коллекторным мотором.

Указанные выше мероприятия Институт осуществлял во всех проектируемых им новых сварочных установках, что резко сокращало простои, вызванные порчей электроаппаратуры, повышало производительность станков и давало возможность перевыполнять программу.

Открытие явления саморегулирования мощной электрической дуги, горящей под флюсом, дало возможность изготавливать простые и надежные автоматы с постоянной скоростью подачи электродной проволоки. Принцип работы сварочных автоматов с постоянной скоростью подачи проволоки широко применяется и в настоящее время не только в отечественной науке и практике, но и за рубежом, являясь важнейшим элементом усовершенствования систем автоматического управления процессом дуговой сварки под флюсом.

3. Разработка упрощенных составов флюса для автосварки малоуглеродистой стали и брони:

- плавленные флюсы, составляемые в основном из местных компонентов;
- флюсы, изготовляемые без плавления из шлака доменных печей, родонита и других материалов;
- флюсы для сварки обыкновенной малоуглеродистой проволокой.

4. Работы по электродному делу:

- изыскание из местных материалов заменителей привозных компонентов для электродных покрытий;
- разработка новых марок электродных покрытий из местных компонентов для сварки обыкновенных сталей и брони. Электрод Б-1 для сварки брони. Качественный электрод для сварки на морозе. Электрод для резки литой брони;
- разработка мероприятий по усовершенствованию технологического процесса изготовления качественных электродов и по усовершенствованию оборудования электродных цехов;
- составление инструкций по изготовлению и по проверке качества электродов.

5. Работы по газовой резке брони:

- разработка мероприятий по сокращению расхода дефицитного кислорода в цехах. Составление норм расхода кислорода при резке брони разных толщин;
- работы по повышению производительности огневой резки путем предварительного подогрева;
- работы по борьбе с трещинами в броне, вызванными газовой резкой.

6. Текущее обслуживание цехов по вопросам сварки и газовой резки:

- обучение кадров по сварке и испытания сварщиков, проведение курсов и составление программ;
- инструктаж рабочих по вопросам сварки и резки, составление инструкций;
- во время освоения новых сварочных станков работа инструкторов института в роли мастеров-наладчиков;
- наладка сварочных и газорежущих машин и аппаратуры в цехах;
- разработка чертежей приспособлений для сборки и сварки;
- контроль качества электродов, изготовляемых электродным цехом для завода;
- консультации и заключения по всем видам сварки и резки.

Первый танк. В начале января 1942 г., менее чем через два месяца после прибытия харьковчан, завод выпустил первый танк.

Конструкторы танка под руководством главного конструктора танкового КБ А. А. Морозова, убедившись в преимуществах сварки под флюсом, охотно шли на изменения отдельных узлов, чтобы обеспечить возможность применения сварочных автоматов.

На УВЗ автоматическая сварка увеличила производительность труда при выпуске танков в 5 раз,

обеспечила 43 % экономии электроэнергии и электродов, снизила потребности в рабочей силе более чем на 70 %. Только в Нижнем Тагиле сварочные автоматы высвободили более 300 высококвалифицированных сварщиков.

К началу 1945 г. общая трудоемкость производства танка Т-34, благодаря постоянной модернизации с целью повышения его тактико-технических данных, снизилась по сравнению с довоенным уровнем в 2,4 раза, себестоимость – примерно в 2 раза.

Позднее Е. О. Патон вспоминал: «Если бы швы, сваренные в Танкограде автоматами за три года, вытянуть в линию вдоль железнодорожного полотна, то длина составила бы шесть тысяч километров. Этот серебристый шнур протянулся бы от лесов Урала до садов родного Киева, оттуда до Берлина и дальше».

О технической и организационной сложности решенных во время войны проблем свидетельствует тот факт, что фашистская Германия так и не смогла применить механизированную сварку броневых сталей, а в США ее освоили только в последний год войны. Оценивая заочные соревнования между ИЭС и немецкими сварочными лабораториями, Е. О. Патон отмечал: «В годы войны фашисты неоднократно пытались использовать механическую сварку при производстве «тигров», «пантер» и других своих «звериных» танков, но так и не смогли этого сделать».

Анализ качества сварки немецких танков, оставшихся в 1943 г. на полях сражений под Орлом и Курском, показал, что все швы у них были сварены вручную. Качество сварки было много хуже, чем у наших танков.

Кроме танковых заводов, Институт внедрял автоматическую сварку и на других оборонных предприятиях. Впервые в мире автоматизация сварки позволила организовать поточно-массовое производство фугасных авиабомб, артиллерийских снарядов, в т.ч. реактивных снарядов для «катюш», целый ряд других видов боеприпасов и вооружения для нужд фронта.

В конце 1941 г. на заводах страны работали всего три автоматические установки, в конце 1942 г.– 40, в конце 1943 г.– 80, в марте 1944 г.– 99, в декабре 1944 г.– 133. До конца войны Институт вел работы на 52 заводах.

Несмотря на то, что в годы войны все силы Института были сосредоточены на решении проблем выпуска танков и другой оборонной техники, продолжались научные исследования по изысканию способов сварки спецсталей и дальнейшего внедрения их в оборонной промышленности. При участии Института освоена сварка авиационной брони, что сделало возможным выпуск ещё одного танка, на сей раз «летающего», наводившего на немцев страх штурмовика Ил-2, удивительного по своей живучести самолета.

За годы войны сотрудниками Института написано и издано более десятка печатных работ. Среди них третье издание фундаментальной монографии Е. О. Патона «Скоростная автоматическая сварка под слоем флюса» и уникальное по своему содержанию «Руководство по сварке бронеконструкций».

В январе 1943 г. по инициативе директора Института в Нижнем Тагиле была проведена научная конференция по сварке под флюсом.

Институт с честью выдержал испытание войной. Трудовой и научный подвиг патоновцев во время Великой Отечественной войны высоко оценен Родиной. Десять его сотрудников в 1943 г. были награждены орденами и медалями. Е. О. Патону за выдающиеся заслуги в ускорении производства танков присвоено звание Героя Социалистического Труда – первому из украинских академиков.

Вспоминая годы работы в Нижнем Тагиле, институтские ветераны, несмотря на все трудности быта, на нечеловеческие рабочие нагрузки и высочайшую ответственность за результаты своего труда, считали их самыми счастливыми годами своей жизни. А Евгений Оскарович в мемуарах писал: «Нашей основной заслугой я считаю то, что мы, настойчиво преодолевая все трудности, косность и пассивность, внедряли новый скоростной метод сварки в промышленность. Мы не закрывались в своих кабинетах, работали на заводах, вместе с заводами ковали грозное оружие победы. Содружество с заводами заставляло нас работать быстрее. За два года войны мы выполнили работу, на которую в мирных условиях потребовалось бы от 5 до 8 лет... Автоматическая сварка навсегда покинула пределы лаборатории и вышла на широкий путь производственного внедрения».

Перед отъездом Института из Нижнего Тагила пришло письмо от наркома танковой промышленности В. А. Малышева следующего содержания:

«Директору Института электросварки Академии наук УССР академику Е. О. Патону.

За период нахождения Института электросварки на заводе им. Коминтерна коллективом Института под Вашим руководством проделана исключительно большая и ценная работа по внедрению автосварки на танковых заводах и по повышению их производственных мощностей... Выражая благодарность Вам и руководимому Вами коллективу работников Института электросварки Академии наук УССР, надеюсь, что и впредь, несмотря на новые большие задачи, поставленные правительством перед Вашим Институтом, Вы не откажете при необходимости в помощи заводам танковой промышленности, на которых Вами уже проделана столь большая и плодотворная работа.

В. Малышев».

#1627

все для сварки
5-2016
ТОРГОВЫЙ РЯД
Рекламно-информационное приложение к журналу «Сварщик»
ПРАЙС-ОБОЗРЕНИЕ

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
I. СТАЛЬ УГЛЕРОДИСТАЯ И ИЗДЕЛИЯ ИЗ НЕЕ				
I.0100. Металлопрокат				
I.0200. Проволока				
Проволока ОЦ, ТО ОЦ, полиграфическая, для холод. высадки, пружинная	**кг**	**договорная**	**(044) 200-8049, 200-8056**	**Экотехнология ДП ООО**
II. СТАЛЬ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННАЯ И ИЗДЕЛИЯ ИЗ НЕЕ				
II.0100. Металлопрокат				
II.0200. Проволока				
III. ЦВЕТНЫЕ МЕТАЛЛЫ И ИЗДЕЛИЯ ИЗ НИХ				
III.0100. Медь и ее сплавы				
III.0200. Никель и его сплавы				
III.0300. Алюминий и его сплавы				
III.0400. Титан и его сплавы				
III.0500. Свинец и его сплавы. Баббиты				
III.0600. Прочие металлы и сплавы				
IV. СВАРОЧНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ				
IV.0100. Оборудование для дуговой сварки и родственных процессов				
IV.0110. Генераторы, агрегаты и преобразователи сварочные				
Свар. агрегат DENYO DLW-300LS, однопост., диз. двиг., 30–280 А, ПВ-100%, 10,4 кВА	**шт.**	**договорная**	**(044) 383-1812, (095) 899-1822**	**Рентстор ООО**
Свар. агрегат DENYO DLW-400LSW, двухпост., диз. двиг., 1 пост: 60-380А, 2 поста: 30-190А, ПВ-100%, 15 кВА	**шт.**	**договорная**	**(044) 383-1812, (095) 899-1822**	**Рентстор ООО**
Свар. агрегат DENYO DCW-480 ESW CC/CV, двухпост., диз. двиг., 1 пост: 60-480А, 2 поста: 30-280А, ПВ-100%, 15 кВА. Хит продаж!!!	**шт.**	**договорная**	**(044) 383-1812, (095) 899-1822**	**Рентстор ООО**
IV.0120. Выпрямители сварочные				
ВДМ-630, 1202, 1601, 2001	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
ВДГ, ВДУ-302, 401, 506, 630, 1202, 1601	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Инверторы для MMA/TIG сварки 160, 200, 315, 400 А	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Сварочное оборудование «FRONIUS», заряд. уст-ва для любых типов аккум.	шт.	от 600	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина ООО
CUPEL-175 G, для MMA/TIG сварки 120, 160, 200, 250, 315 А, SW-333 («Cemont»)	**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**
IV.0121. Установки аргонодуговой сварки и напыления				
Установки для аргонодуговой сварки Kemmpi OY	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
ТТ-1600, МВ-2200 (в т.ч. сварка алюминия) универ. ап-т WIG/TIG	шт.	от 6 500	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина ООО
TIG-200P AC/DC	**шт.**	**21 000**	**(044) 287-2716, 200-8042**	**Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона**

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
IV.0130. Трансформаторы сварочные				
Трансформатор для сварки ТДФЖ-2001, ТДМ-250, 305, 403, 503	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
БСН-04-500Т (питание от источника сварочной дуги)	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
СТШ-250, СТШ-252, ТДМ-403	**шт.**	**от 4 635**	**(044) 287-2716, 200-8042**	**Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона**
IV.0140. Сварочные механизированные аппараты (полуавтоматы для дуговой сварки)				
П/м А25-001 с ВДГ или ВДУ, БУ встроен. в ИП, ∅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 НС 500D, НС350 для MIG/MAG, MMA, TIG сварки	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Инвер. п/а MIG 188Р, ∅0,6-1,2 мм	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Сварочн. механиз. аппараты (полуавтом. для дуговой сварки) Kemmpi OY	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
ТР-1100, 1500 малогаб. моб. ап-ты двойн. действ., 4,2 кг, 220 В, 10–150 А	шт.	от 2700	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина ООО
П/а промышл. «Варио Стар» (160–400 А) «FRONIUS»	шт.	от 4500	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина ООО
Инверторные п/а, 160–350 А, горелки к п/а и расходные материалы	**шт.**	**договорная**	**(044) 287-2716, 200-8042**	**Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона**
КП 006 с КИГ 401, ПДГ-215, 216	**к/шт.**	**от 10 800**	**(044) 287-2716, 200-8042**	**Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона**
П/автомат FAN MIG 404 GP (Synergy) 400 А, сварка всех сталей и Al	**шт.**	**27 000**	**(044) 287-2716, 200-8042**	**Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона**
IV.0150. Автоматы для дуговой сварки				
Свар. трактор HS-1000 с инвер. ИП для одно- и двухдуговой сварки	шт.	договорная	(0512) 581-208, 230-108	Амити НПФ
Сварочные трактора ТС-18М, ТС-77А, А-1698, ТС-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 Kemmpi OY	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
Сварочные тракторы А1698, автоматы АД 231, АД 321	**шт.**	**договорная**	**(044) 287-2716, 200-8042**	**Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона**
IV.0160. Аппараты для воздушно-плазменной резки металлов и сплавов, запасные части				
Плазмотроны ВПР-9, ВПР-15, ПВР-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**
IV.0170. Машины для сварки пластмасс				
IV.0180. Сварочные роботы и системы автоматизации сварки				
Сварочные роботы Fanuc	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
Системы автоматизации сварки Kemmpi OY	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
IV.0190. Аппаратура управления к сварочному оборудованию				
Пневмораспределитель	**шт.**	**58,20**	**(044) 287-2716, 200-8042**	**Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона**
IV.0200. Машины контактной сварки и комплектующие				
Машины стык. и точ. св. МТ 2202, МСО 606, МТ 1928, МТ 4224, МСС 1901, МТМ-289 (сварка сеток), точ. маш. — Al (до 4 мм) МТВР-4801	**шт.**	**договорная**	**(044) 287-2716, 200-8042**	**Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона**
КРАБ-01 (малогабарит., свар. клещи), маш. подвесная 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 восстанов. машин контакт. сварки, купим машины контакт.	**шт.**	**договорная**	**(044) 287-2716, 200-8042**	**Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона**

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

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

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

THERMACUT®
THE CUTTING COMPANY®

www.thermacut.com

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

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

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

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

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие

ПОСТАВКИ от ПРОИЗВОДИТЕЛЯ тел. **(044) 200-80-56**

Республика БЕЛАРУСЬ

БАЛЛОНЫ ПРОПАНОВЫЕ

ОПТОВЫЕ ЦЕНЫ. Вся продукция сертифицирована.

Информация по тел.: **(044) 200-80-44**

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

ДП «ЭКОТЕХНОЛОГИЯ» 03150, Киев, ул. Горького, 62 E-mail: **sales@et.ua** **www.et.ua**

IV.0300. Машины, оборудование, комплектующие для газопламенной сварки, резки и металлизации

IV.0310. Машины для термической резки металлов

Машины газорезательные — «Огонек», «Гугарк», «Орбита», «Радуга-М», «Смена-2М», «АСШ-70», «ДОНМЕТ», «ESAB», «MESSER Grissheim»	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

IV.0320. Горелки и резаки газокислородные

Горелки ацетиленовая Г2А, пропановая Г3У, 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 предохр., 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

IV.0330. Генераторы ацетиленовые

Генераторы (Воронеж, Россия) АСП-10, АСП-15, АСП-14, (сухой и водяной затворы), зап. части к АСП	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

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

Редукторы, регуляторы, балл. в ассорт., вентиль ВК-94 (Россия) кислород., пропановый ВБ-2, ВБ-2-1 (Б) (Беларусь), подогрев. углекислотный	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

IV.0350. Установки электролизноводные

IV.0360. Установки для газотермического напыления

IV.0370. Карбид кальция

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

IV.0380. Рукава и шланги

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

- Сварочные горелки для механизированной и автоматической сварки в среде CO_2 и смесях (MB GRIP, RF GRIP, ABIMIG® GRIP A, ABIMIG® AT, AUT / 60–750 A, газовое и жидкостное охлаждение).
- Сварочные горелки для ручной и автоматической сварки неплавящимся электродом (ABITIG®, ABITIG® GRIP, ABITIG® GRIP Little / 80–500 A, газовое и жидкостное охлаждение).
- Электродержатели для сварки штучным электродом (DE 2200–2800 / 200–800 A).
- Блоки принудительного охлаждения (WK 23, WK 43, ABICOOL L1000, ABICOOL L1250).
- Редукторы газовые.

ПИИ ООО «Бинцель Украина ГмбХ»

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

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

ABICOR BINZEL®

www.binzel-abicor.com

- Плазмотроны (ABIPLAS® CUT, ABICUT / 30–200 A, воздушное и жидкостное охлаждение).
- Установки ВПР JÄCKLE Plasma (30–300 A).
- Строгачи для строжки графитовым электродом (К10–К20 / 500–1500 A).
- Графитовые электроды ABIARC®, вольфрамовые электроды WR2, WP, E3®.
- Средства защиты обрабатываемой поверхности PROTEC.
- Маски сварщика.
- Керамические подкладки.
- Весь спектр расходных материалов и другие принадлежности сварочного поста.

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
IV.0390. Баллоны газовые				
Баллоны: кислород, аргон, ацетилен, азот, углекислота и др. (40 л, 10 л, 2 л), новые (пропан, кислород, аргон, сж. воздух, CO_2) 50, 27, 12, 5 л	шт.	от 144	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
IV.0400. Оборудование сварочное механическое и приспособления				
IV.0500. Комплектующие изделия к сварочному оборудованию				
IV.0510. Электрододержатели для ручной дуговой сварки				
Электрододержатели, клеммы массы (Германия, Польша, Китай)	шт.	от 19,8	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
IV.0520. Горелки сварочные для ручной, механизированной и автоматической сварки и комплектующие к ним				
Горелки для MIG/MAG, WIG/TIG «FRONIUS»	шт.	от 400	(044) 277-2141, 277-2144	Фрониус-Украина ООО
Горелки для аргонодуговой, MIG/MAG, TIG сварки и комплект. к ним	шт.	от 870	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
IV.0530. Реостаты балластные				
Реостаты балластные	шт.	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
IV.0540. Инструменты				
Маркеры «MARKAL B», «MARKAL M-10», «MARKAL M», «MARKAL K», «MARKAL H, HT», BALL PAINT, DURA BALL, Red Ritter / Silver Streak	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
комплект сменных стержней для SILVER STREAK, RED RITTER, маркировка и разметка LUMBER CRAYON и TYRE MARQUE	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
IV.0550. Электроинструменты				
IV.0560. Кабельно-проводниковая продукция				
Кабель сварочный, силовой КГ, КОГ, након. каб. луж. 16, 25, 35, 50 мм^2	м/шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
IV.0570 Прочие комплектующие				
Контакторы КМ-600ДВ, КМ-400ДВ, клеммы массы	шт.	от 840	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
IV.0600. Оборудование для термической обработки				
IV.0700. Средства для защиты металла и оборудования				
Спрей «Binzel», 400 мл, паста «Дюзофикс», 300 г, для травл. нерж. стали TSK-2000, 2 кг	емк./балл.	от 30,18	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
Защита: от налип. брызг, антикорр. «АРК/MPC», 10 л, «Black Jack», 500 мл, «Autravit'VA» обезжир. нерж. стали, 400 мл	емк./балл.	от 27	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона
«Antiperl EMU #1», «Antiperr 2000», 400 мл, канистра, 10 л, «Cromalux'VA», 400 мл	балл.	от 18	(044) 287-2716, 200-8042	Технопарк ИЭС им. Е.О.Патона

Сварочные электроды ЕТ-02
с рутил-целлюлозным покрытием

ЭКОТЕХНОЛОГИЯ

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

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

ВАШ ЛУЧШИЙ ВЫБОР!

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие

V. СВАРОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

V.0100. Электроды покрытые металлические

V.0110. Для сварки углеродистых и легированных сталей

Сварочные электроды Boehler, HYUNDAI WELDING	кг	договорная	(056) 767-1577, (094) 910-8577	Саммит ООО
АНО-4 (Э46), МР-3 (Э46), АНО-21 (Э46), УОНИ-13/55 (Э50А), УОНИ 13/45 (Э42А), 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 (Э50А)	**кг**	**договорная**	**(044) 200-8056, 248-7336**	**Экотехнология ДП ООО**

V.0120. Для сварки нержавеющих 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**
ЭА-395/9 (Э-11Х15Н25М6АГ2), ЭА-400/10У (Э-07Х19Н11М3Г2Ф)	**кг**	**договорная**	**(044) 200-8056, 248-7336**	**Экотехнология ДП ООО**

V.0130. Для сварки цветных металлов и сплавов

V.0140. Для сварки чугуна

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

V.0150. Для наплавки

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

V.0160. Для резки

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

V.0200. Электроды неплавящиеся

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

V.0300. Проволока сварочная сплошная и прутки

V.0310. Для сварки углеродистых и легированных сталей

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

V.0320. Для сварки нержавеющих сталей

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

V.0330. Для сварки цветных металлов и сплавов

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

V.0340. Для сварки чугуна

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

V.0400. Проволока порошковая

V.0410. Для сварки углеродистых и легированных сталей

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

ФЛЮС СВАРОЧНЫЙ АН-348А

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

ДП «Экотехнология»

тел. (044) 200-80-42

м. (050) 311-34-41

Наименование	Ед. изм.	Цена, грн.	Телефон	Предприятие
V.0420. Для сварки нержавеющих сталей				
V.0430. Для сварки цветных металлов				
V.0440. Для сварки чугуна				
V.0450. Для наплавки				
ПП-Нп-30ХГСА	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП ООО
V.0460. Для резки				
ППР-ЭК4	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП ООО
V.0500. Флюсы плавленые и керамические				
V.0510. Для сварки углеродистых и легированных сталей				
АН-47, АН-348А, АН-26	кг	договорная	(044) 200-8056, 248-7336	Экотехнология ДП ООО
VI. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ГАЗЫ				
VI.0100. Инертные газы (аргон, гелий)				
VI.0200. Активные газы (кислород, углекислый газ, водород, азот)				
Кислород, углекислота, азот	балл.	договорная	(044) 200-8056	Экотехнология ДП ООО
VI.0300. Газовые смеси				
Аргон, азот, ацетилен, спец.свар. смеси	балл.	договорная	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП ООО
VII. СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ СВАРЩИКОВ				
VII.0100. Щитки маски и очки защитные, комплектующие				
Маски сварщика в ассорт., АСФ маска («Speedglass»), щитки свар. и очки защитные в ассорт., шлем пескоструйщика «Кивер», дробеструйщика	шт.	от 18	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП ООО
VII.0200. Специальная одежда и обувь				
Щитки защитные НБТ, костюм, перчатки, краги и рукавицы сварщика, обувь раб. в ассорт.	шт.	от 18	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП ООО
VII.0300. Средства индивидуальной защиты				
Фильтры сменные, респираторные маски (с/без клапана) и полумаски	шт.	договорная	(044) 200-8056, 200-8051	Экотехнология ДП ООО
VIII. ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИБОРЫ, МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ				
VIII.0100. Приборы и материалы неразрушающего контроля				
Термоиндикаторные карандаши на 50–1200 °С «LA-CO» (США)	шт.	договорная	(044) 200-8056	Экотехнология ДП ООО
Любые приборы контроля и диагностики под заказ	шт.	договорная	(044) 248-7336, 200-8056	Экотехнология ДП ООО
VIII.0200. Контрольно-измерительные приборы				
IX. СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА				
IX.0100. Системы вытяжки				
X. УСЛУГИ				
X.0100. Услуги				
Разработка и внедр. технологии ремонта сваркой и наплавкой деталей, узлов и металлоконструкций из стали и чугуна	шт.	договорная	(044) 287-2716, 200-8056	Экотехнология ДП ООО

Алфавитный указатель компаний-участников журнала «Сварщик»

Амити ООО ..... т. (0512) 23 01 08, ф. 58 12 08
Белгазпромдиагностика УП ..... т./ф. (+375 17) 209 87 51, 205 08 68, info@diag.by
Бинцель Украина ГмбХ ПИИ ООО ..... т./ф. (044) 403 12 99, 403 13 99, 403 14 99, 403 15 99
Велдотерм-Україна ТОВ ..... т./ф. (03472) 60 330, weldotherm@ukrpost.ua
Велтек ТМ ООО ..... т./ф. (044) 200 86 97, 200 84 85, 200 82 09, 200 87 27
Витаполис ООО ..... т./ф. (044) 401 64 06, м. (096) 003 03 03
Галэлектросервис ПНФ ООО ..... т. (032) 239 29 15, ф. (032) 239 29 17
Запорожстеклофлюс ПАО ..... т. (061) 289 03 53, ф. 289 03 50
Интерхим-БТВ ООО ..... т. (044) 527 98 52, 527 98 53, ф. 527 98 62
Линде Газ Украина ПАО ..... т./ф. (0562) 35 12 25, 35 12 28, (056) 790 03 33, (0 800) 30 51 51
Мигатехиндустрия ООО ..... т. (044) 360 25 21, 500 58 59
**НАВКО – ТЕХ НПФ ООО ..... т. (044) 456 40 20, ф. 456 83 53
ОЗСО ИЭС им. Е.О. Патона ООО ..... т./ф. (044) 259 40 00, office@paton.ua
Промавтосварка НТЦ ЧП ..... т./ф. (0629) 37 97 31, м. (067) 627 41 51, (066) 177 86 97
Промышленный форум МВЦ ..... т. (044) 201 11 65, 201 11 56, 201 11 58
Рентстор ООО ..... т. (044) 383 18 12, м. (095) 899 18 22
Саммит ООО ..... т./ф. (056) 767 15 77, м. (094) 910 85 77, м. (067) 561 32 24
Сварка-Трейдинг ООО ..... т. (044) 289 40 47, ф. 289 40 37, м. (050) 528 31 03
**СЕВИД ЧП КП ..... т. (0552) 37 34 58, ф. 37 35 96, м. (067) 550 11 87
Сумы-Электрод ООО ..... т. (0542) 22 54 37, ф. 22 54 38, 22 13 42
Термакат Украина Гмбх ООО ..... т. (044) 403 16 99, м. (050) 336 33 91
Технолазер-Сварка ООО ..... т. (0512) 36 91 20, ф. 50 10 01, 57 21 27
Технопарк ИЭС им. Е.О. Патона ООО ..... т. (0-44) 287 27 16, 200 80 42
Триада-Сварка ООО ..... т. (0-61) 220 00 79, ф. 233 10 58
Фрониус Украина ООО ..... т. (044) 277 21 41, 277 21 40, ф. 277 21 44
Экотехнология ДП ООО ..... т./ф. (0-44) 200 80 56 (многокан.), 287 26 17, 287 27 16, 200 80 42, 248 73 36

Подписка-2016 на журнал «Сварщик»

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

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

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЛИТЕРАТУРА

Название книги — *Цена (грн.)**

В.И. Лакомский, М.А. Фридман. **Плазменно-дуговая сварка углеродных материалов с металлами.** 2004. — 196 с. 50

А.А. Кайдалов. **Электронно-лучевая сварка и смежные технологии.** Издание 2-е, переработанное и дополненное. 2004. — 260 с. 60

О.С. Осика та ін. **Англо-український та українсько-англійський словник зварювальної термінології.** 2005. — 256 с. 50

В.М. Корж. **Газотермічна обробка матеріалів: Навчальний посібник.** 2005. — 196 с. 50

В.Я. Кононенко. **Газовая сварка и резка.** 2005. — 208 с. 50

С.Н. Жизняков, З.А. Сидлин. **Ручная дуговая сварка. Материалы. Оборудование. Технология.** 2006. — 368 с. 70

А.Я. Ищенко и др. **Алюминий и его сплавы в современных сварных конструкциях.** 2006. — 112 с. с илл. 50

П.М. Корольков. **Термическая обработка сварных соединений.** 3-е изд., перераб. и доп. 2006. — 176 с. .. 50

А.Е. Анохов, П.М. Корольков. **Сварка и термическая обработка в энергетике.** 2006. — 320 с. 50

Г.И. Лащенко. **Способы дуговой сварки стали плавящимся электродом.** 2006. — 384 с. 60

А.А. Кайдалов. **Современные технологии термической и дистанционной резки конструкционных материалов.** 2007. — 456 с. 60

П.В. Гладкий, Е.Ф. Переплетчиков, И.А. Рябцев. **Плазменная наплавка.** 2007. — 292 с. 60

А.Г. Потапьевский. **Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах.** 2007. — 192 с. 50

Г.И. Лащенко, Ю.В. Демченко. **Энергосберегающие технологии послесварочной обработки металлоконструкций.** 2008. — 168 с. 50

Б.Е. Патон, И.И. Заруба и др. **Сварочные источники питания с импульсной стабилизацией горения дуги.** 2008. — 248 с. 50

З.А. Сидлин. **Производство электродов для ручной дуговой сварки.** 2009. — 464 с. 100

В.Н. Радзиевский, Г.Г. Ткаченко. **Высокотемпературная вакуумная пайка в компрессоростроении.** 2009. — 400 с. 90

В.Н. Корж, Ю.С. Попиль. **Обработка металлов водородно-кислородным пламенем.** 2010. — 194 с. .. 50

* Цены на книги указаны без учета стоимости доставки

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

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

Сервисная карточка читателя

Без заполненного формуляра недействительна

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

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

1611	1612	1613	1614	1615	1616	1617	1618	1619
1620	1621	1622	1623	1624	1625	1626	1627	1628
1629	1630	1631	1632	1633	1634	1635	1636	1637
1638	1639	1640	1641	1642	1643	1644	1645	1646
1647	1648	1649	1650	1651	1652	1653	1654	1655

Заполняется печатными буквами

Ф. И. О. _____

_____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Подробный почтовый адрес: _____

_____

_____

«_____» _____ 2016 г.

_____

подпись

Формуляр читателя

Ф. И. О. _____

_____

Должность _____

Тел. (_____) _____

Предприятие _____

Виды деятельности предприятия _____

Выпускаемая продукция / оказываемые услуги _____

_____

Руководитель предприятия (Ф. И. О.) _____

Тел. _____ Факс _____

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

Тел. _____ Факс _____

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

Тел. _____ Факс _____

Тарифы на рекламу в 2016 г.

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

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

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

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

Строчные ч-б позиции

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

Прогрессивная система скидок

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

Требования к оригинал-макетам

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

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

Носители: CD, DVD, или флэш-диск.

Подача материалов в очередной номер — до 15-го числа нечетного месяца (например, в № 6 — до 15.11)

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

Ред., зам. рук. ред. **О.А. Трофимец:**
тел.: (044) **200-80-18**
e-mail: trofimets.welder@gmail.com

www.welder.stc-paton.com