

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор
Б.Е. Патон

Ученые ИЭС им. Е.О. Патона
д.т.н. **С.И. Кучук-Яценко** (зам. гл. ред.),
д.т.н. **В.Н. Липодаев** (зам. гл. ред.),
д.т.н. **Ю.С. Борисов**,
д.т.н. **Г.М. Григоренко**,
к.ф.-м.н. **А.Т. Зельниченко**,
д.т.н. **В.В. Кныш**,
д.т.н. **И.В. Кривцун**, д.т.н. **Ю.Н. Ланкин**,
д.т.н. **Л.М. Лобанов**,
д.т.н. **В.Д. Позняков**,
д.т.н. **И.А. Рябцев**, д.т.н. **К.А. Ющенко**
Т.В. Юштина (отв. секр.)

Ученые университетов Украины
д.т.н. **В.В. Дмитрик**, НТУ «ХПИ», Харьков,
д.т.н. **В.В. Квасницкий**,
НТУУ «КПИ им. Игоря Сикорского», Киев,
к.т.н. **Е.П. Четверто**,
НТУУ «КПИ им. Игоря Сикорского», Киев,
д.т.н. **М.М. Студент**, Физ.-механ. ин-т
им. Г.В. Карпенко НАНУ, Львов

Зарубежные ученые
д.т.н. **Н.П. Алешин**
МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, РФ
д.т.н. **Гуань Цяо**
Ин-т авиационных технологий, Пекин, Китай
д.х.н. **М. Зиниград**
Ун-т Ариэля, Израиль
д.т.н. **В.И. Лысак**
Волгоградский гос. техн. ун-т, РФ
д-р инж. **У. Райсген**
Ин-т сварки и соединений, Аахен, Германия
д.т.н. **Я. Пилярчик**
Ин-т сварки, Гливице, Польша
д.т.н. **Г.А. Туричин**
С.-Петербургский гос. политехн. ун-т, РФ

Адрес редакции
ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ
03150, Украина, Киев-150,
ул. Казимира Малевича, 11
Тел.: (38044) 200 6302, 200 8277
Факс: (38044) 200 8277
E-mail: journal@paton.kiev.ua
www.patonpublishinghouse.com

Учредители
Национальная академия наук Украины,
ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ,
МА «Сварка» (издатель)

Свидетельство о государственной
регистрации КВ 4788 от 09.01.2001
ISSN 0005-111X
DOI: <http://dx.doi.org/10.15407/as>

Рекомендовано к печати
редакционной коллегией журнала

Журнал входит в перечень утвержденных
Министерством образования и науки
Украины изданий для публикации трудов
соискателей ученых степеней

За содержание рекламных материалов
редакция журнала ответственности не несет

Цена договорная
Подписной индекс 70031

Издается ежемесячно

СОДЕРЖАНИЕ

КЗЭСО — 90! 3

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

*Нестеренков В.М., Матвейчук В.А., Русыник М.О., Янко Т.Б.,
Дмитренко А.Е.* Микроструктура сплавов титана BT20, полу-
ченных методом послойной электронно-лучевой наплавки
с применением отечественных порошковых материалов 7

Махненко О.В., Костин В.А., Жуков В.В., Костеневич Е.С.
Влияние сварочного цикла охлаждения на структурно-фазовый
состав стали 15X2НМФА 14

*Zhang YP, Dong CL, Wang YQ, Hou B, Yu C, Fang WP,
Xu WH.* High cycle fatigue property of electron beam welded
thick section of Ti–6Al–4V plates 26

*Борисов Ю.С., Борисова А.Л., Цымбалиста Т.В., Капорик Н.И.,
Васильковская М.А.* Жаростойкие газотермические покрытия
на основе интерметаллида FeAlCr с добавкой CeO₂ 31

Перемитько В.В., Коломонец И.В., Сухомлин В.И. Влияние
предварительного нанесения дополнительных материалов
на зональную неоднородность при дуговых процессах легиру-
ющих порошков на структуру и твердость наплавленного
металла 40

ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ РАЗДЕЛ

Мазур А.А., Маковецкая О.К., Пустовойт С.В., Петрук В.С.
Экономико-статистический обзор мирового и региональных
рынков сварочных материалов 45

Молтасов А.В., Клочков И.Н. Расчет радиуса перехода от шва
к основному металлу стыковых сварных соединений алюми-
ниевых сплавов 52

Кусков Ю.М., Биктагиров Ф.К., Фесенко М.А. Влияние теллура
на микроструктуру низколегированного чугуна, наплавленного
электрошлаковым способом в токоподводящем кристалли-
заторе 57

Махлин Н.М., Буряк В.Ю. Приводы механизмов автоматов
для орбитальной TIG сварки стыков металлических трубопро-
водов энергоблоков АЭС 62

Информация

Развитие производства сварочных материалов
на ЧАО «ПлазмаТек» 71

Сварка последовательными дугами TPS/i TWIN Push —
оптимальное объединение для повышения эффективности 75

Автоматичне Зварювання

Видається 12 разів на рік з 1948 р.

Головний редактор **Б.Є. Патон**

ЗМІСТ

КЗЭСО — 90! 3

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

Нестеренков В.М., Матвейчук В.А., Русинік М.О., Янко Т.Б., Дмитренко А.Є. Мікроструктура сплавів титану VT20, отриманих методом пошарового електронно-променевого наплавлення з використанням вітчизняних порошкових матеріалів 7

Махненко О.В., Костін В.А., Жуков В.В., Костеневич О.С. Вплив зварювального циклу охолодження на структурно-фазовий склад сталі 15X2НМФА 14

Zhang YP, Dong CL, Wang YQ, Hou B, Yu C, Fang WP, Xu WH. Підвищення утомленої міцності при зварюванні товстих пластин сплаву Ti-6Al-4V, зварених електронним променем 26

Борисов Ю.С., Борисова А.Л., Цимбаліста Т.В., Капорик Н.І., Васильковська М.А. Жаростійкі газотермічні покриття на основі інтерметаліда FeAlCr з добавкою CeO₂ 31

Перемитько В.В., Коломоєць І.В., Сухомлин В.І. Вплив попереднього нанесення легуючих порошків на структуру та твердість наплавленого металу 40

ВИРОБНИЧИЙ РОЗДІЛ

Мазур О.А., Маковецька О.К., Пустовойт С.В., Петрук В.С. Економіко-статистичний огляд світового та регіональних ринків зварювальних матеріалів 45

Молтасов А.В., Клочков І.М. Розрахунок радіуса переходу від шва до основного металу стикових зварних з'єднань алюмінієвих сплавів 52

Кусков Ю.М., Біктагіров Ф.К., Фесенко М.А. Вплив телуру на мікроструктуру низьколегованого чавуну, наплавленого електрошлаковим способом в струмопідвідному кристалізаторі 57

Махлін Н.М., Буряк В.Ю. Приводи механізмів автоматів для орбітального ТІГ зварювання стиків металевих трубопроводів енергоблоків АЕС 62

Інформація

Розвиток виробництва зварювальних матеріалів на ПрАТ «ПлазмаТек» 71

Зварювання послідовними дугами TPS/i TWIN Push — оптимальне поєднання для підвищення ефективності 75

Журнал «Автоматичне зварювання» видається англійською мовою під назвою «The Paton Welding Journal»

Адреса редакції

03150, Україна, м. Київ-150, вул.Казимира Малевича, 11
ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України
Тел./факс: (38044) 200-82-77, 200-63-02
E-mail: journal@paton.kiev.ua
www.patonpublishinghouse.com

Avtomaticheskaya Svarka (Automatic Welding)

Published 12 times per year since 1948

Editor-in-Chief **B.E. Paton**

CONTENTS

Kakhovka Plant of Electric Welding
Equipment — 90! 3

SCIENTIFIC AND TECHNICAL

Nesterenkov V.M., Matveychuk V.A., Rusynik M.O., Yanko T.B., Dmitrenko A.E. Microstructure of VT20 titanium alloys produced by method of layer-by-layer electron beam fusion using domestic powder materials 7

Makhnenko O.V., Kostin V.A., Zhukov V.V., Kostenevich E.S. Effect of cooling cycle of welding on structure-phase composition of 15Kh2NMFA steel 14

Zhang YP, Dong CL, Wang YQ, Hou B, Yu C, Fang WP, Xu WH High cycle fatigue property of electron beam welded thick section of ti-6al-4v plates 26

Borisov Yu.S., Borisova A.L., Tsymbalista T.V., Kaporik N.I., Vasilkovskaya M.A. Heat-resistant thermal coatings based on feal intermetallics with Cr and CeO₂ additives 31

Peremitko V.V., Kolomoets I.V., Sukhomlin V.I. Effect of preliminary application of alloying powders on change of structure and hardness of deposited metal 40

INDUSTRIAL

Mazur A.A., Makovetskaya O.K., Pustovojt S.V., Petruk V.S. Economic and statistical review of the world and regional markets of welding materials 45

Moltasov A.V., Klochkov I.N. Calculation of the radius of transition of the weld to base metal of aluminium alloy welded joints 52

Kuskov Yu.M., Biktagirov F.K., Fesenko M.A. Effect of tellurium on microstructure of low-alloyed cast iron deposited by electroslog method in current-carrying mold 57

Makhlin N.M., Buriak V.Yu. Drives of mechanisms of automatic machines for orbital tig welding of metal pipeline joints in npp power units 62

Information

Development of welding consumabled production at PJSC «Plasma Tek» 71

Twin arc welding TPS/i TWIN Push — an optimum combination for increased efficiency 75

«Avtomaticheskaya Svarka» (Automatic Welding) journal is republished in English under the title «The Paton Welding Journal»

Address

The E. O. Paton Electric Welding Institute of the NAS of Ukraine,
11 Kazimir Malevich Str., 03150, Kyiv, Ukraine
Tel./Fax: (38044) 200-82-77, 200-63-02
E-mail: journal@paton.kiev.ua
www.patonpublishinghouse.com

КЗЭСО — 90!

(інтерв'ю з Головою ПрАТ КЗЭСО — Микитиним Я.І.)

В цьому році виповнюється 90 років з дня заснування КЗЭСО — визнаного світового лідера в області створення та виробництва підвісних і стаціонарних рейкозварювальних машин. У зв'язку з ювілеєм редакція ініціювала інтерв'ю з Головою правління Приватного акціонерного товариства «Каховський завод електрозварювального устаткування», Героєм України Микитиним Я.І., вважаючи, що інтерв'ю буде цікавим читачеві.



Ярослав Іванович, розкажіть як створювався завод, які етапи його становлення та розвитку можна виділити?

1 вересня 1929 р. на території Каховської кустарно-промислової школи (до 1914 р. — завод сільськогосподарських знарядь купця І. Гуревича), де навчали азам метало- й деревообробки, виготовляли і ремонтували різноманітний сільгоспінвентар, розпочався промисловий випуск поршневих кілець для тракторних двигунів. Цю дату ми й вважаємо Днем народження заводу.

На початку 1950-х рр. Каховський завод «Автомобільно-трактородеталь № 22» перейменовується на Каховський ремонтно-механічний завод, а його діяльність підпорядковується управлінню «Дніпробуд», що тоді зводило Каховську ГЕС. Водночас триває реконструкція підприємства відповідно до затвердженого генерального плану, розширюється його площа, зводяться інженерні корпуси, котельня, склади, прокладаються нові комунікації. Результатом цих реформувальних дій стало збільшення кількості підрозділів, технічних спеціалістів, а головне — реальна перспектива перетворення заводу на багатопрофільне підприємство.

«Зварювальна» історія КЗЭСО починається з 1959 р., коли з ініціативи Б.Є. Патона змінилася спеціалізація Заводу і він перейшов на випуск електрозварювального устаткування. Вибір невеликого заводу з української глибинки для виробництва нового зварювального устаткування — це щаслива випадковість?

За клопотанням Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона та особисто його директора Б.Є. Патона, який розгледів у молодому машинобудівному підприємстві на півдні України потенціал для освоєння нового виду продукції, 5 липня (15 серпня) 1959 р. виходить доленосна для заводу Постанова уряду № 624 «Про подальше впровадження у виробництво зварювальної техніки». Оснащений новою на ті часи виробничою технікою, укомплектований досвідченими кадрами, налаштований на впровадження сучасних технологій завод був готовий стати майданчиком для виконання урядової програми по випуску зварювального устаткування.

З 1 січня 1960 р. Каховський механічний завод перейменовано в завод електрозварювального устаткування. Свою продукцію тоді ще радянське підприємство починає демонструвати на міжнародних виставках: автомат А482 — у шведському місті Геттеборг, автомат АБС з джерелом живлення — у голландському місті Утрехт.

Що дала заводу співпраця з ІЄЗ ім. Є.О. Патона?

У січні 1964 р. на Каховському заводі електрозварювального устаткування створюється філія досвідного



конструкторсько-технологічного бюро Інституту електрозварювання Національної академії наук України. Основна мета — забезпечення якнайшвидшого впровадження у виробництво досягнень науки та техніки, зміцнення зв'язків наукових та конструкторських організацій з виробництвом для успішного освоєння нового зварювального устаткування. Створений тоді потужний тандем науки і виробництва став відправною точкою нинішнього успіху КЗЭСО. Для концентрації інженерних пошуків на заводі був створений інженерний центр, який, тісно співпрацюючи з Інститутом електрозварювання ім. Є.О. Патона (зокрема з відділом 26, яким керує академік НАН України С.І. Кучук-Яценко), значно скоротив строки реалізації технічних задумів. Здійснити прорив на світовий ринок вдалося насамперед завдяки тому, що ми вчасно зрозуміли — щоб бути конкурентоспроможними необхідно мати сучасну науку, кваліфіковані кадри, блискучі інженерні задуми, новітні технології та високооснащене виробництво.

Створення рейкозварювальних машин вимагає комплексних зусиль в проектуванні, конструюванні, розробки технології зварювання та ін. Як вдалося сформулювати команду для вирішення таких складних завдань? Як залучається молодь на завод?

Ми завжди презентуємо наш завод як високотехнологічне підприємство, що, безумовно, передбачає наявність професійних кадрів на кожному етапі виготовлення зварювальної техніки. На сьогоднішній день близько 50 % робітничих кадрів мають професійну технічну освіту, майже 25 % — це спеціалісти з вищою освітою. Це дозволяє нам справлятися з різноманітними технічними задачами, приймати сучасні виклики невинного технологічного розвитку. Наші конструктори, технологи, інженери постійно підвищують свій кваліфікаційний рівень, освоюють нові програми для конструювання.

Хочу зазначити, що на нашому підприємстві працює багато родинних династій. Як би це пафосно не виглядало, але досвід виготовлення зварювального устаткування передається від дідів онукам. І зараз, наприкінці другого десятиліття ХХІ сторіччя, поруч з молодими спеціалістами й досі працюють наші ветерани, які починали свою кар'єру на Каховському заводі ще у 1960-х роках.

Яким чином завод забезпечує свої потреби в робітничих та інженерних кадрах?

На підприємстві впроваджена система підготовки кадрів практично всіх робітничих спеціальностей. Теоретичний матеріал викладають досвідчені фахівці, а практичні заняття проходять в



умовах реального виробництва. Для залучення спеціалістів з вищою освітою ми подаємо замовлення до технічних університетів нашого регіону. Окрім цього, за направленням від підприємства близько 100 осіб отримали вищу освіту.

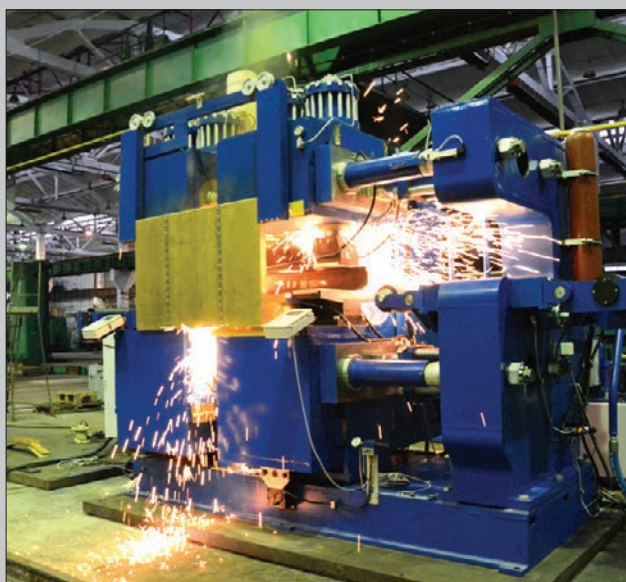
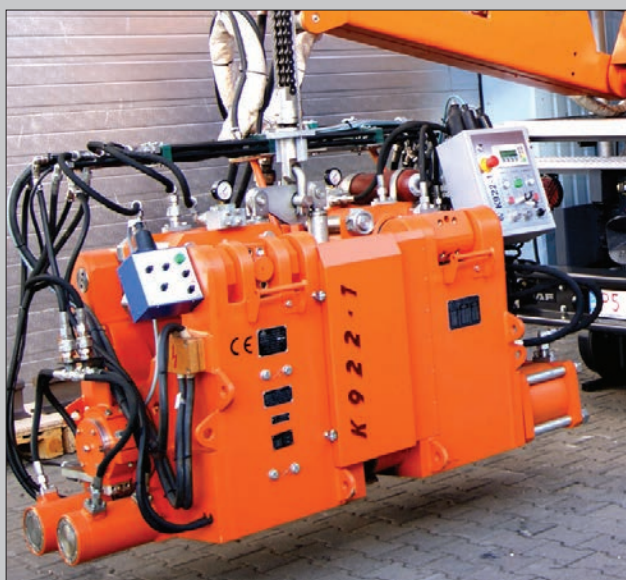
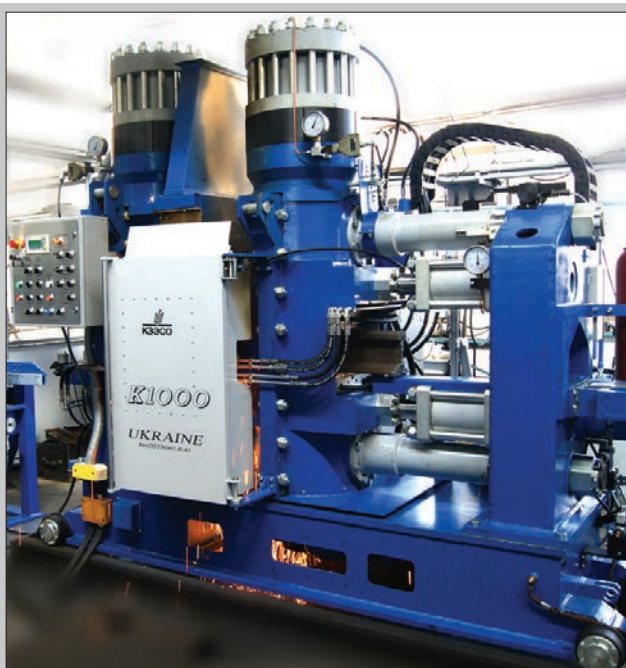
На п'яти континентах, більш ніж в 100 країнах працюють понад 2500 українських рейкозварювальних машин марки «КЗЭСО». За рахунок чого вже багато років заводу вдається утримувати лідируючі позиції на світовому ринку? Які завдання доводиться вирішувати у зв'язку з діяльністю конкуруючих фірм з Китаю та інших країн і випуском контрафактної продукції?

Для науковців Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона та каховських машинобудівників стало характерним щорічне освоєння все нових і нових видів зварювальної техніки. Передова наука і сучасне виробництво утворили нерозривний тандем, який є тим локомотивом, що веде завод до поставленої мети — бути лідером у своїй галузі на світовому ринку, не просто йти в ногу з вимогами сьогодення, а бачити наперед і випереджати конкурентів на крок, а то й на два.

За останнє десятиріччя ми не раз стикалися з прикладами копіювання нашої продукції, намаганнями випуску зварювальної техніки під маркою «КЗЭСО» на різних територіях. Так, це неприємні речі, але, як показує наш аналіз подібних випадків, такий контрафакт або взагалі не працює, або має зовсім низькі показники ефективності та довговічності користування. Мені шкода тих клієнтів, які, намагаючись заощадити, або будучи введені в оману, купують контрафактну продукцію і дуже скоро стикаються з безліччю проблем.

Яким чином формується портфель замовлень і наскільки поширена географія поставок?

Портфель наших замовлень наповнюється різними шляхами, враховуючи специфіку нашої продукції та термін її виготовлення. Є постійні замовники, з якими достатньо обговорити обсяг замовлення та специфікації, бо вони працюють з нами десятиліттями і впевнені у якості техніки та порядності виконання умов контрактів з боку підприємства. Щороку з'являються й нові клієнти, які обов'язково приїжджають до Каховки, щоб побачити виробничі потужності, особисто обговорити умови майбутніх контрактів. Не може не радувати поновлення активної співпраці з «Укрзалізницею». Якщо останні 10 років завод виготовляв





більше 90 % зварювальних машин та комплексів для експорту до країн далекого зарубіжжя, то зараз нарешті почали надходити замовлення на техніку для будівництва і ремонту українських колій.

На підприємстві працює відділ маркетингу, в якому молоді та прогресивні спеціалісти займаються аналізом та вивченням нових ринків та просуванням нашої унікальної продукції в нових напрямках. Безумовно, ми щорічно беремо участь у міжнародних виставках та профільних заходах, що також відкриває нові можливості для подальшого розвитку КЗЕСО. Завоювання довіри замовника та повне задоволення його запитів й побажань є одним з наших принципів у боротьбі за лідерство та портфель замовлень.

Зварювальні машини під маркою «КЗЕСО» працюють на всіх п'яти континентах, більш ніж у 100 розвинених країнах світу.

Які задачі з'являються у заводу в епоху 4-ї промислової революції у зв'язку із запровадженням цифрових технологій у всіх сферах діяльності? Яким Ви бачите напрямок подальшого розвитку рейкозварювальних машин?

Техніка ніколи не буде стояти на одному місці. Все іде в ногу з розвитком науки. Співдружність, що існує між передовою наукою, яку представляє Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона, і сучасним інжиніринговим підприємством, яким є КЗЕСО, дає найкращі результати у досягненні вимог часу і, безумовно, наших замовників.

Щодо розвитку рейкозварювальної техніки, то зазначу, машини та комплекси КЗЕСО вже сьогодні є технікою майбутнього. За визначенням російського академіка С. Глазьева, одного з авторів теорії технологічних укладів, рейкозварювальні машини марки «КЗЕСО» відповідають вимогам вищого, 6-го технологічного укладу, тобто є технікою XXI-го століття. Використання в останніх моделях машин КЗЕСО для зварювання рейок елементів штучного інтелекту у поєднанні із сучасною комп'ютерною технікою та спеціально розробленим програмним забезпеченням дозволяє виконувати попереднє тестування стику, встановлювати відповідний режим зварювання, відстежувати хід зварювання та усувати недоліки, застосовувати алгоритм для підтвердження якості та ультразвуковий контроль кожного стику, що був зварений, створювати електронний паспорт зварювання.

З впевненістю можу сказати, що КЗЕСО — це виробник найсучасніших зварювальних машин та комплексів, який вже сьогодні використовує технології майбутнього, що будуть актуальними ще багато років. А ми рухаємось далі, удосконалюємось та з впевненістю у власних силах дивимось в майбутнє.

Інтерв'ю записав О.Т. Зельніченко

РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА СВАРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ЧАО «ПЛАЗМАТЕК»

На протяжении вот уже 18-ти лет предприятия корпорации «ПлазмаТек» занимаются изготовлением сварочных материалов. Корпорация уже не первый год занимает ведущую позицию в производстве сварочных электродов и сварочной проволоки в Украине. Благодаря добычи сырья, закупки уникального оборудования, модернизации уже имевшегося технологического оборудования, постоянному совершенствованию технологий производства достигнуто повышение качества выпускаемой продукции. За два последних года на двух основных заводах с большой производственной мощностью — ПлазмаТек и ООО «Светлогорский завод сварочных электродов» (СЗСЭ) — было введено в эксплуатацию более современное и прогрессивное оборудование как собственного производства (ООО «Прагмафактор»), так и производства других стран (Германии, Швеции). При этом разработаны и освоены в производстве ряд новых марок сварочных электродов. Для модернизации процесса производства сварочных электродов было введено в эксплуатацию:

- четыре интенсивных смесителя для приготовления обмазки электродов;
- брикетировочные прессы для формирования брикетов;
- машины для очистки бракованных электродов;
- подающие механизмы, которые были переведены на зубчато-ременную передачу;
- машины для зачистки торцов электродов (также переведены на зубчато-ременную передачу, установлены транспортировочные ремни на разъемных замках);
- четыре электрообмазочных прессы новой конструкции, гидростанции для них;
- печи новой модели, что уменьшает затраты на электроэнергию;
- обновленная линия по приготовлению жидкого стекла (стекловарочные баки, баки отстойники, корректировочные баки);
- комплекс по переработке компонентов электродного производства;
- разработанный куб-смеситель для приготовления сухой электродной массы, что дало возможность уменьшить количество пыли и вибраций;
- закупленная линия по производству тубусной упаковки.

Кроме того, на СЗСЭ построен и введен в эксплуатацию склад для сырья и готовой продукции общей площадью 1800 м².

Для производства сварочной проволоки ПлазмаТек ввел в эксплуатацию:

- третью линию для производства омедненной проволоки шведского производителя Lamnea Bruk;
- две линии прецизионной намотки на катушку BS300, одна из которых собственного производства;
- горизонтальную намоточную машину (2 т), что дало возможность оптимизировать технологический процесс;
- линию намотки сварочной проволоки в бочки массой 250 кг, что расширило ассортимент продукции компании и позволило достичь производства более 200 т проволоки в месяц;
- машину намотки проволоки в технологические бочки весом до 2 т (она позволяет увеличить производительность линии тонкого волочения за счет повышения скорости волочения и оптимизации процессов волочения);
- машину очистки проволоки шнурами Helicord, немецкого производителя, для повышения качества конечного продукта.

Для освоения производства катанки отечественных производителей дополнительно приобретено оборудование плазменной очистки проволоки и печи для отжига в защитной атмосфере. Это, в свою очередь, дало возможность использовать сырье украинского производства и улучшить технологию изготовления проволоки. В частности, технология плазменной очистки позволила получить качество поверхности проволоки на уровне качества после химического травления, но процесс проходит значительно быстрее и без химических реагентов, которые необходимо утилизировать.

В научно-исследовательской лаборатории ПлазмаТек разработаны и внедрены в производство реактивы для промывки проволоки перед меднением и ингибитор ванны меднения (до этого пользовались шведскими реактивами), что позволило заменить импортные материалы, а в случае промывки существенно улучшить процесс, предложенный шведскими специалистами.

Также ведутся работы по внедрению в производство проволок с необмедненной полированной поверхностью. Специальное покрытие, наноси-

Таблица 1. Механические свойства металла шва (электроды УОНИ 13/55)

σ_T , МПа	σ_B , МПа	δ , %	ψ , %	KCV, Дж/см ² при температуре испытаний			
				+20 °C	–20 °C	–40 °C	–50 °C
$\frac{480...498}{489}$	$\frac{594...600}{597}$	$\frac{25,7...31,3}{28,5}$	$\frac{69,8...69,9}{69,8}$	$\frac{189...207}{199}$	$\frac{98...111}{105}$	$\frac{48...72}{59}$	$\frac{31...35}{33}$

мое на поверхность проволоки, обеспечивает надежную консервацию от влаги воздуха и при этом обеспечивается качественный контакт с токоподводящим наконечником. Планируется расширение площади цеха по производству омедненной проволоки, что позволит установить дополнительное количество линий намотки.

В настоящее время введена в эксплуатацию и успешно функционирует обогатительная фабрика в г. Бердичев, где налажено производство электродной шихты, а также установлена новая линия по производству целлюлозы. Это позволяет обеспечивать изготовление продукции на наших основных производственных площадках.

Кроме того, на ЧАО «ПлазмаТек» ведутся работы по созданию новых, усовершенствованию существующих и освоению производства востребованных рынком электродов. В частности, можно отметить:

Электроды УОНИ 13/55. С целью улучшения сварочно-технологических свойств электродов и механических свойств металла шва, а также снижения склонности покрытия к поглощению атмосферной влаги откорректирован состав покрытия и некоторые технологические параметры его изготовления (в частности, гранулометрический состав порошков отдельных сырьевых материалов). Корректировка включала в себя дополнительное введение в состав покрытия рутилового концентрата, железного порошка, а также специальной добавки, снижающей склонность покрытия к поглощению влаги из атмосферы.

Сварочно-технологические свойства электродов характеризуются более стабильным горением дуги и лучшим формированием валика металла шва. Типичный состав наплавленного металла, мас. %: 0,06 C; 0,50 Si; 1,17 Mn; 0,014 S; 0,013 P; 0,030 Ti. Механические свойства металла шва приведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что электроды обеспечивают высокие механические свойства металла шва, в том числе и ударную вязкость при –40 °C.

Покрытие откорректированных электродов характеризуется низкой склонностью к поглощению атмосферной влаги.

Электроды УОНИ 13/55 Плазма. Разработанные более 10 лет назад электроды по стандарту AWS 5.1 относятся к широко известному типу за рубежом E7018. Благодаря сочетанию превос-

Таблица 2. Поглощение влаги покрытием электродов УОНИ 13/55 Плазма и контрольными электродами ($\phi = 80 \%$, $T = 180 \text{ }^{\circ}\text{C}$)

Марка электрода	Изготовитель	Поглощено влаги покрытием, %		
		через 9 ч	через 24 ч	через 7 сут
УОНИ 13/55 Плазма, откорректированный вариант	ПлазмаТек	0,18	0,20	0,38
УОНИ 13/55 Плазма, контрольные		0,29	0,79	3,80
FOX EV50	«Böhler»	0,38	0,46	0,79
P48S	«Elga»	0,33	1,19	2,07

ходных сварочно-технологических и высоких механических свойств металла шва они получили широкое применение для сварки различных изделий ответственного назначения. Для увеличения экспортных возможностей электродов выполнена корректировка технологии с целью достижения низкой гигроскопичности покрытия. Ставилась задача, чтобы покрытия термообработанных электродов при их выдержке (80 % влажность, $T = 27 \text{ }^{\circ}\text{C}$) в течение 9 ч поглощали не более 0,4 % влаги. Такие электроды классифицируются по стандарту AWS 5.1 как E7018H4R (R — обозначает, что электроды прошли тест на стойкость покрытия против поглощения влаги).

Корректировка осуществлена за счет обеспечения оптимального состава комбинированного натриево-калиевого силикатного связующего, применения специального пластификатора и технологической добавки. В табл. 2 приведены результаты оценки гигросорбционной стойкости покрытия откорректированных электродов в сравнении с контрольными электродами, изготовленными по традиционной технологии, а также с электродами подобного класса известных зарубежных изготовителей.

Электроды с рутиловым покрытием для сварки высоколегированных сталей. Электроды с основным покрытием для сварки коррозионностойких сталей (ОЗЛ-8, ОЗЛ-6, ЦЛ-11 и др.), традиционно используемые на постсоветском пространстве, по сварочно-технологическим свойствам не соответствуют современным требованиям. На мировом рынке в настоящее время доминируют электроды с рутиловым покрытием, характеризующиеся прекрасными сварочно-тех-

Таблица 3. Химический состав наплавленного металла, мас. %

Марка электрода	C	Si	Mn	Cr	Ni	Nb+Ta	Mo	S	P	Содержание феррита (FN)
	не более							не более		
ОЗЛ-8 Плазма	0,04	1,0	2,0	18...21	9...11	-	≤0,75	0,025	0,030	3...10
Монолит М-308L										
ЦЛ-11 Плазма	0,08	1,0	2,0	18...21	9...11	8×C...1,0	≤0,75	0,025	0,030	4...14
Монолит М-347										
ОЗЛ-6 Плазма	0,04	1,0	2,5	22...25	12...14	-	≤0,75	0,025	0,030	5...15
Монолит М-309L										
Монолит М-316L	0,04	1,0	2,0	17...20	11...13	8×C...1,1	2,5...3,0	0,025	0,030	5...15
Монолит М-318L	0,08	1,0	2,0	17...20	11...13		2,5...3,0	0,025	0,030	5...15

Таблица 4. Механические свойства металла шва, не менее

Марка электрода	σ_r , МПа	σ_b , МПа	δ_s , %	KCV, Дж/см ² (+20 °C)
ОЗЛ-8 Плазма	320	510	30	70
Монолит М-308L				
ЦЛ-11 Плазма	350	550	25	47
Монолит М-347				
ОЗЛ-6 Плазма	320	510	25	60
Монолит М-309L				
Монолит М-316L	320	510	25	70
Монолит М-318L	350	550	25	60

нологическими свойствами и технологичностью в изготовлении.

В ЧАО «ПлазмаТек» разработана и запущена в производство серия электродов с рутиловым покрытием, предназначенных для сварки на постоянном и переменном токе наиболее употребляемых марок высоколегированных сталей. Технические характеристики электродов приведены в табл. 3 и 4.

Для изготовления всех приведенных выше электродов применяется литийсодержащее силикатное связующее, которое разработано и изготавливается непосредственно на ЧАО «ПлазмаТек».

Электроды для наплавки. Разработан и выпускается электрод марки Монолит М-Feб с рутил-основным покрытием, предназначенный для наплавки на постоянном и переменном токе упрочняющих слоев, работающих в условиях интенсивного абразивного износа в сочетании с умеренными ударными нагрузками (сельскохозяйственная техника, деревообрабатывающие инструменты, погрузочные машины, миксеры и др. Типичный химический состав наплавленного металла, мас. %: 0,55 C; ≤0,90 Si; 0,7 Mn; 10 Cr; 12 V; 1,0 Mo; ≤0,04 S, P. Твердость наплавленного металла после сварки HRC 52...58.

Электроды для сварки и наплавки чугуна. Для сварки и наплавки чугуна разработаны и находятся в стадии налаживания производства

электроды со специальным покрытием на чисто никелевой (марка Монолит EN-1-C1) и никель-железной (марки Монолит ENiFe-C1) основах.

Другие электроды. Освоено производство электродов для энергетики марок ЦУ-5, ЦЛ-39, ТМЛ-1н, ТМЛ-3у, ТМУ-21у, а также известных электродов ЭА-395/9.

Все перечисленные выше модернизации производства позволили увеличить качество продукции и мощности завода ПлазмаТек и СЗСЭ, а также частично перейти на новое оборудование собственного производства. Качественная продукция, как и качественное оборудование — главный показатель всего производства.

Наша лаборатория в Рудниках в 2019 г. получила сертификат ТЮФ Рейналд, прошли аттестацию все виды оборудования. Кроме того, лаборатория оснащена современным оборудованием для определения качества сырья и материалов, в том числе и тех, которые используются для изготовления оборудования, инструментов, и непосредственно для изготовления самой продукции. На данный момент проходит стадию привлечения нового оборудования: анализатор диффузионного водорода в металле шва или наплавленном металле G4Phoenix и рентгенофлуорисцентный спектрометр ElvaX Plus, что даст возможность оперативно и качественно определять химический состав металлов и сырья.

Лаборатория на Светлогорском заводе оснащена современным спектрометром ML300 (MiniLab 300), выполняющим все виды входного контроля, химические анализы (химический анализ наплавленных образцов), а также мониторинг качества изделий машиностроения и др.

И это далеко не все достижения и инновации в корпорации «ПлазмаТек». В планах на будущее: новое оборудование, упрощение технологических процессов, улучшение условий труда и контроля качества, реализация инновационных идей и многое другое.

В.П. Слободянюк, ЧАО «ПлазмаТек».

Cutting World 2020

Ярмарка профессиональных технологий резки

С 28 по 30 апреля 2020 г. Cutting World будет открыта в Messe Essen. Это единственная выставка, которая концентрируется на всей технологической цепочке на тему резки. Многочисленные экспоненты уже воспользовались возможностью, чтобы обеспечить зоны стендов в новом зале 8. В их число входят следующие компании: Assfalg, Boschert, Cam Concept, Eckelmann, Kjellberg, MGM, ProCom and Rosenberger, Air Liquide Deutschland, BKE, IHT Automation, NUM, STM Waterjet and Yamazaki Mazak. Заинтересованные участники могут найти регистрационные документы на www.cuttingworld.de. Крайний срок регистрации 30 ноября 2019 г.

«Cutting World позволит нам представить наше программное обеспечение CAD / CAM компетентной торговой общественности. Кроме того, мы надеемся на живой обмен идеями с другими участниками. Эта ярмарка предложит оптимальные условия для этой цели», — сказал Бернхард Терзер, управляющий директор Cam Concept. Майкл Розер, менеджер по продажам машиностроительной компании Boschert, также следил за предстоящей выставкой: «Мы с нетерпением ждем участия в Cutting World, которая, как выставка, посвящена исключительно резке. Мы ждем профессионалов и дискуссий и как экспонент будем рады внести свой вклад в превращение Cutting World в ведущее выставочное событие во всем мире». Ассортимент, предлагаемый на Cutting World, будет включать, помимо прочего, инновационные установки для кислородно-ацетиленовой резки, установки для плазменной резки, системы лазерной резки, установки для водоструйной резки. Помимо технологий резки, ассортимент, предлагаемый на выставке, будет включать рабочие процессы в восходящем и нисходящем направлениях, начиная с планирования, управления программным обеспечением и системами фильтрации, удаление заусенцев и скашивание кромок материалов вплоть до хранения и логистики. Параллельно с выставкой будет проведен Немецкий конгресс по резке и Немецкий конгресс по газопламенной резке.

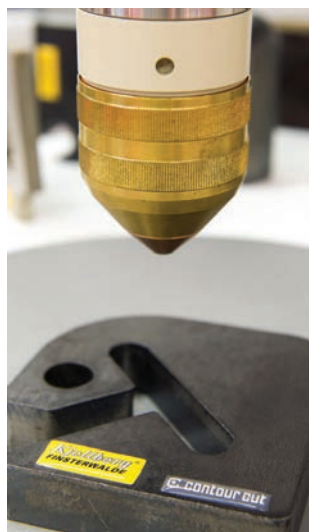
Конференции состоятся в Messe Essen. В рамках программы конгрессов экспоненты также смогут выступить с лекциями по передовой практике и впоследствии представить соответствующие машины на своих стендах. Для посетителей Cutting World в стоимость билета входит участие в Немецком конгрессе по резке и Немецкой конференции по газопламенной резке. Волкер Кринк, руководитель отдела развития в Kjellberg Vertrieb GmbH, объясняет, что стало решающим для участия компании в выставке: «Cutting World — единственное мероприятие в Германии, которое на 100 % посвящено технологиям резки. Как ведущий производитель технологий плазменной резки, Kjellberg должен быть там».

В 2020 г. Cutting World впервые пройдет в модернизированном зале 8 в Messe Essen. Экспоненты и посетители попадут в зал через новое, залитое светом стеклянное фойе. Восточный конгресс-центр расположен в непосредственной близости и будет принимать Немецкий конгресс по резке и Немецкую конференцию по газопламенной резке.

Cutting World станет идеальным местом, где экспоненты смогут представить новые продукты и вступить в дискуссии с деловыми партнерами. Сочетание теории и практики позволит совершенно по-новому взглянуть на эффективность этого высокотехнологичного сектора и увеличит его потенциал продаж. Кристина Кляйнпасс, руководитель проекта «Мир резки», считает, что ярмарка в Эссене станет еще одной возможностью для экспонентов найти клиентов: по данным Schneidforum Consulting (организатор Немецкого конгресса по резке и Немецкой конференции по газопламенной резке), значительная часть из примерно 36000 режущих установок с ЧПУ в Германии расположена в Рурской области. Число квалифицированных рабочих, операторов, поставщиков комплектующих и лиц, принимающих решения в секторе Рейна и Рура, во много раз больше.

Кроме того, участники Cutting World получают выгоду от благоприятного для инвестиций климата, потому что рынок режущих установок находится в состоянии постоянного изменения. Почти половине существующих металлорежущих станков уже более семи лет, и в этом секторе все больше требуются современные процедуры создания сетей и взаимосвязи последующих и начальных процессов обработки. Благодаря технологиям Industry 4.0 эксперты ожидают дополнительный потенциал получения прибыли в диапазоне миллиардов Еуро для машиностроения в Германии в ближайшие годы.

По материалам пресс-релиза Cutting World 2020



Зварювання послідовними дугами TPS/i TWIN Push — оптимальне поєднання для підвищення ефективності*

Компанія Fronius пропонує метод зварювання послідовними дугами на базі зварювальної платформи TPS/i. Компактніша і простіша у використанні мережева система високошвидкісного зварювання TPS/i TWIN Push допомагає оптимізувати робочий процес. Це дозволяє зварювальникам пришвидшити наплавлення та зварювання, а також підвищити ефективність виробництва, оскільки за такого методу значно зменшуються обсяги доопрацювань та попереднього складання конструкцій.

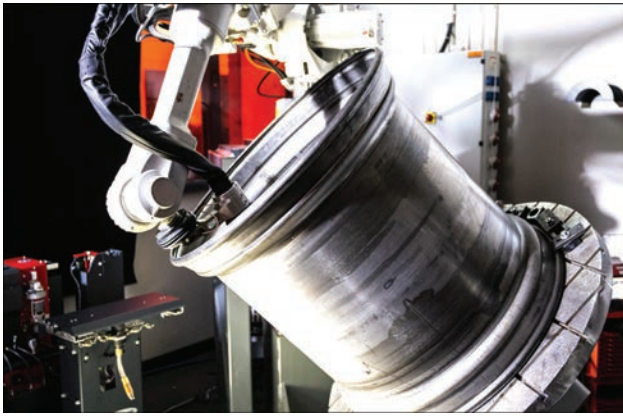
Високошвидкісне зварювання характеризується великою швидкістю наплавлення, за рахунок чого можна збільшити розмір зварного шва і прискорити процес загалом. Це актуально, зокрема, для з'єднання великих компонентів або сполучення довгих швів під час будівництва суден, виготовлення будівельної техніки, автофургонів і автомобільних запчастин. Потужний процесор платформи TPS/i дає змогу вдосконалити синхронізовану процедуру зварювання послідовними дугами TWIN Push. Рівномірніше наплавлення збільшує надійність швів, а завдяки розмаїттю варіантів перекриття зазорів можна прискорити роботу на етапі підготовки компонентів. Крім того, скорочуються обсяги доопрацювань, оскільки точне керування процесом зварювання забезпечує контрольований відрив крапель і знижує тепловий вплив на компонент, а отже, мінімізує утворення бризок і деформацій.

Нова методика TPS/i TWIN Push, розроблена компанією Fronius, — це широкі можливості виконання процесів і керування ними, а саме: завдяки функції PMC (Pulse Multi Control) TWIN створюється коротка спрямована імпульсна зварювальна дуга, що гарантує якісніше проплавлення і прискорює зварювання. За допомогою опції PulseSync можна вибрати оптимальну швидкість переміщення двох дротових електродів. Це розширює можливості для налаштування характеристик зварювання щодо кожного окремого компонента і для пришвидшення процесу загалом. Джерело струму автоматично регулює всі відповідні параметри, зокрема, характеристики запалювання, точку відриву крапель і тривалість імпульсів. Нові механізми керування полегшують роботу зварювальника ще й тому, що стабілізатори довжини дуги

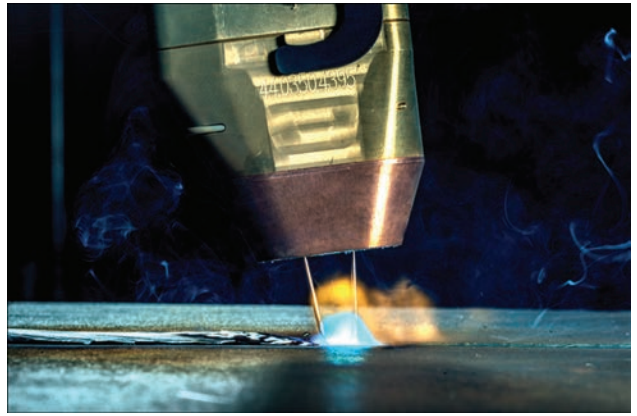


TPS/i TWIN Push складається з двох потужних зварювальних систем TPS/i, контролера TWIN, компактного механізму подавання дроту, системи охолодження, шлангових пакетів і зварювального пальника TWIN

* Стаття на правах реклами.



Високошвидкісне зварювання послідовними дугами забезпечує ефективне з'єднання великих компонентів



Два ізолювані дрові електроди дають змогу керувати дугами незалежно одна від одної

і проплавлення підвищують стабільність процесу і спрощують налаштування параметрів. Там, де на розташування стику впливають імовірна деформація компонентів або неточне затискання, потрібно скористатися функцією автоматичного відстежування швів. Під час зварювання система відстежує шви і передає сигнали роботу, що відповідним чином коригує налаштування.

Процес TWIN базується на зварюванні послідовними дугами, за якого використовуються два дрові електроди, що подаються у зварювальний пальник з одним газовим соплом, але залишаються



Вдосконалений механізм охолодження пальника системи TPS/i TWIN Push збільшує термін служби зношуваних деталей

електрично ізолюваними один від одного. Тож керування дугами можна здійснювати незалежно. Однак попри різні вихідні параметри, їх можна точно синхронізувати і координувати. Окрім двох джерел струму TPS/i, для належної роботи системи TWIN Push потрібний контролер TWIN. Він синхронізує процес зварювання і виконує функції інтерфейсу, сумісного з усіма моделями роботів. Іншими компонентами зварювальної системи є компактний механізм подавання дроту, система охолодження, шланговий пакет і зварювальний пальник TWIN.

Удосконалений механізм охолодження пальника дає змогу збільшити термін служби зношуваних деталей. З-поміж інших нових розробок компанія Fronius представила Robacta TSS/i TorchServiceStation. Станція очистки зварювального пальника поєднує різні методики, зокрема, очищення за допомогою високого тиску, щіток, магнітного поля, а також фрези для очистки сопла. Професійний пристрій для очистки зварювального пальника дає змогу скоротити загальні витрати на обслуговування системи і водночас збільшує термін служби зношуваних деталей.

Ефективність зварювальної системи можливо підвищити завдяки станції перемикання зварювального пальника TX TWIN. Ця консоль автоматично перемикає корпуси пальників TWIN і Single. Це означає, що ту саму систему можна використовувати для зварювання на важкодоступних ділянках за допомогою компактнішого пальника Single. Робот самостійно змінює корпус пальника, без участі людини.

Fronius International — австрійська компанія з головним офісом в місті Петтенбах і відділеннями в містах Вельс, Тальхайм, Штайнхаус і Замтледт. Компанія, штат якої налічує 4760 співробітників по всьому світу, працює в галузях зварювального обладнання, фотовольтаїки та систем для заряджання акумуляторних батарей. Близько 92 % продукції компанії постачається на експорт за допомогою 30 міжнародних дочірніх компаній Fronius, а також мережі торгових партнерів і представників у більш ніж 60 країнах. Компанія Fronius пропонує інноваційні продукти та послуги, а також володіє 1253 чинними патентами, що робить її світовим лідером інновацій.



ТОВ «ФРОНІУС УКРАЇНА»
07455, Київська обл., Броварський р-н,
с. Княжичі, вул. Слави, 24
Тел.: +38 044 277-21-41; факс: +38 044 277-21-44
E-mail: sales.ukraine@fronius.com
www.fronius.ua