

З АВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ 2024

Автоматическая сварка

Automatic Welding

Видається з 1948 р.

Published since 1948

ЗМІСТ

АДИТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Перепичай А.О., Лагодзінський І.М. Вплив GMAW-CMT та PULSE процесів адитивного наплавлення кремнієвої бронзи CuSi3Mn1 на формування поверхні, структуру та напружено-деформований стан виробів.....3

Шаповалов Є.В., Коляда В.О., Новодранов А.С., Мангольд А.М., Топчев Д.Д. Отримання металевих виробів з використанням роботизованої дугової 3D технології.....12

ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНА ОБРОБКА

Лобанов Л.М., Пащин М.О., Міходуй О.Л., Тодорович Н.Л., Сидоренко Ю.М., Устименко П.Р. Розрахункове оцінювання впливу товщини зварних з'єднань сплаву АМг6 на їх напружено-деформований стан після електродинамічної обробки в процесі зварювання.....16

ЗВАРЮВАННЯ ВИБУХОМ

Шльонський П.С., Фенг Гао. Структура і механічні властивості біметалу титановий сплав Grade 12 – вуглецева сталь 16 Мп, отриманого зварюванням вибухом.....22

ЗАХИСНІ ПОКРИТТЯ

Вігілянська Н.В., Цимбаліста Т.В., Кільдій А.І., Янцевиц К.В., Іпатова З.Г., Васильківська М.А. Детонаційні покриття, отримані напыленням легованих порошків на основі інтерметалідів Fe–Al.....26

ОХОРОНА ПРАЦІ

Левченко О.Г., Полукаров Ю.О., Гончарова О.М., Безушко О.М., Ільчук О.С. Вплив дисперсного та хімічного складу зварювальних аерозолів на їх токсичність.....31

ІНФОРМАЦІЯ

Максимов С.Ю., Гольякевич А.А., Котельчук О.С. Сучасні тенденції розвитку виробництва матеріалів для дугового зварювання на виставці «ЗВАРЮВАННЯ І РІЗАННЯ – 2023» в Ессені.....40

ІЕЗ ім. Є.О. Патона: 1944–1960 роки.....52

Успішна сертифікація. «ДНІПРОМЕТИЗ ТАС» готується до нових викликів.....57

Центр сертифікації при УТ НКТД сертифікує персонал з НК в Ізраїлі.....59

Виставка «RAILWAY INTERCHANGE 2023».....60

Корегування до статті з журналу «Автоматичне зварювання» №1, 2024, с. 27-32.....60

CONTENT

ADDITIVE TECHNOLOGIES

Perepichay A.O., Lahodzinskyi I.M. Study of the influence of GMAW-CMT and PULSE processes of additive deposition of silicon bronze CuSi3Mn1 on the geometric characteristics of the surface, structure and stress strain state of finished products.....3

Shapovalov E.V., Kolyada V.O., Novodranov A.S., Mangold A.M., Topchev D.D. Metal products manufactured with arc 3D robotic technology.....12

ELECTRODYNAMIC TREATMENT

Lobanov L.M., Pashchyn M.O., Mikhoduj O.L., Todorovych N.L., Sydorenko Yu.M., Ustymenko P.R. Computational Evaluation of the influence of the thickness of welded joints of AMg6 alloy on their stress-strain state after electrodynamic treatment in the process of welding.....16

EXPLOSION WELDING

Shlonskyi P.S., Feng Gao. Structure and mechanical properties of titanium alloy Grade 12 – carbon steel 16 Mn bimetal obtained by explosion welding.....22

PROTECTIVE COATINGS

Vigilianska N.V., Tsybalista T.V., Kildii A.I., Iantsevitch C.V., Ipatova Z.G., Vasylykivska M.A. Detonation coatings produced by spraying of alloyed powders based on Fe–Al intermetallics.....26

OCCUPATIONAL HEALTH

Levchenko O.G., Polukarov Yu.O., Goncharova O.M., Bezushko O.M., Ilchuk O.S. Influence of dispersed and chemical composition of welding aerosols on their toxicity.....31

INFORMATION

Maksymov S.Yu., Golyakevych A.A., Kotelchuk O.S. Modern trends in the development of production of arc welding materials at the fair «SCHWEISSEN&SCHNEIDEN – 2023» in Essen.....40

The E.O. Paton Electric Welding Institute: 1944–1960.....52

Successful certification. Dneprometyz TAS is preparing for new challenges.....57

The certification center at US NDT certifies personnel from NDT in Israel.....59

Exhibition «RAILWAY INTERCHANGE 2023».....60

Correction to the article from the journal «Avtomatychne Zvaryuvannya» № 1, 2024, p. 27-32.....60



Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ представляє Україну в Міжнародному інституті зварювання та в Європейській зварювальній федерації
The E.O. Paton Electric Welding Institute of the NASU represents Ukraine in International Institute of Welding and in European Federation for Welding



Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона Національної академії наук України
Міжнародний науково-технічний та виробничий журнал
E.O. Paton Electric Welding Institute of National Academy of Sciences of Ukraine
International Scientific-Technical and Production Journal
Автоматичне зварювання
Автоматическая сварка
Automatic Welding

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Вчені ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ:
І.В. Кривцун (головний редактор),
В.М. Ліподаєв (штатний заст. гол. ред.)
О.М. Берднікова, В.В. Кнйш,
В.М. Коржик, Ю.М. Ланкін,
Л.М. Лобанов, С.Ю. Максимов,
О.В. Махненко, М.О. Пашчин,
В.Д. Позняков, І.О. Рябцев;
В.В. Дмитрик, НТУ «ХПІ», Харків;
В.В. Квасницький, Є.П. Чвертко,
НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Київ;
М.М. Студент, Фізико-механічний інститут
ім. Г.В. Карпенка НАНУ, Львів;
М. Зініград, Аріельський університет, Ізраїль;
У. Райсен, Інститут зварювання та з'єднань,
Аахен, Німеччина;
Виконавчий директор – О.Т. Зельніченко, Міжнародна
Асоціація «Зварювання», Київ

Засновники

Національна академія наук України,
Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ,
Міжнародна Асоціація «Зварювання» (видавець)

Адреса

ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ
03150, Україна, Київ-150, вул. Казимира Малевича, 11
Тел./факс: (38044) 205-23-90
E-mail: journal@paton.kiev.ua
www.patonpublishinghouse.com/ukr/journal/as

Журнал входить до переліку затверджених
Міністерством освіти і науки України видань
для публікації праць здобувачів наукових ступенів за
спеціальностями 131, 132, 151
Наказ МОН України № 409 від 17.03.2020.

Рекомендовано до друку
редакційною колегією журналу

Свідоцтво про державну
реєстрацію KB 4788 від 09.01.2001

ISSN 0005-111X
DOI: <http://dx.doi.org/10.37434/as>

Передплата 2024

Передплатний індекс 70031.
6 випусків на рік (видається раз на два місяці).
Друкована версія: 1800 грн. за річний комплект
з урахуванням доставки рекомендованою банделлою.
Електронна версія: 1800 грн. за річний комплект
(випуски журналу надсилаються електронною поштою
у форматі .pdf або для IP-адреси комп'ютера
передплатника надається доступ до архіву журналу).
Передплата можлива на попередні випуски залюбий рік.
Статті з журналу «Автоматичне зварювання» вибірково
перевідаються англійською мовою в журналі
«The Paton Welding Journal»:
www.patonpublishinghouse.com/eng/journals/tpwj

За зміст рекламних матеріалів
видавець відповідальності не несе.

EDITORIAL BOARD

Scientists of E.O. Paton Electric Welding Institute of NASU:
I.V. Krivtsun (Editor-in-Chief),
V.M. Lipodaev (Staff Deputy Editor-in-Chief)
O.M. Berdnikova, V.V. Knysh,
V.M. Korzhyk, Yu.M. Lankin,
L.M. Lobanov, S.Yu. Maksimov,
O.V. Makhnenko, M.O. Pashchin,
V.D. Poznyakov, I.O. Ryabtsev;
V.V. Dmitrik, NTU «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv;
V.V. Kvasnytskyi, E.P. Chvertko, NTUU «Igor Sykorsky
Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv;
M.M. Student, Karpenko Physico-Mechanical Institute
of NASU, Lviv;
M. Zinigrad, Ariel University, Israel;
U. Reisen, Welding and Joining Institute, Aachen, Germany;
Executive Director – O.T. Zelnichenko,
International Association «Welding», Kyiv, Ukraine

Founders

National Academy of Sciences of Ukraine,
E.O. Paton Electric Welding Institute of NASU,
International Association «Welding» (Publisher)

Address

E.O. Paton Electric Welding Institute of NASU
03150, Ukraine, Kyiv-150, 11 Kazymyr Malevych Str.
Tel./fax: (38044) 205-23-90
E-mail: journal@paton.kiev.ua
www.patonpublishinghouse.com/eng/journal/as

The Journal is included in the list of publications approved
by the Ministry of Education and Science of Ukraine
for the publication of works of applicants for academic degrees
in specialties 131, 132, 151.

Order of the MES of Ukraine № 409 of 17.03.2020.

Recommended for printing Editorial Board of the Journal

Certificate of state registration
of KV 4788 dated 09.01.2001
ISSN 0005-111X
DOI: <http://dx.doi.org/10.37434/as>

Subscription 2024

Subscription index 70031.
6 issues per year, back issues available.
\$192, subscriptions for the printed (hard copy) version,
air postage and packaging included.
\$156, subscriptions for the electronic version
(sending issues of Journal in pdf format
or providing access to IP addresses).
Subscription is possible for previous issues for any year.

Articles from «Avtomatychnе Zvaryvannya» (Automatic Welding)
journal is republished selectively in English in
«The Paton Welding Journal»:
www.patonpublishinghouse.com/eng/journals/tpwj
Publisher is not responsible
for the content of the promotional material.

Підписано до друку 04.04.2024.
Формат 60×84/8. Офсетний друк. Ум. друк. арк. 7,00.
Друк ТОВ «ДІА». 03022, м. Київ-22, вул. Васильківська, 45.

ІЕЗ ім. Є.О. Патона: 1944–1960 роки

Виникнення і розвиток дугового зварювання у вуглекислому газі

У 1881 році М.М. Бенардос винайшов перший спосіб електродугового зварювання. У цьому способі зварювання вугільним електродом іони вуглецю у реакціях з киснем витісняли повітря із зони зварювання, запобігаючи окисленню та азотуванню металу. У першій половині ХХ ст. значну частину сталевих, чавунних і мідних виробів продовжували зварювати та ремонтувати за способом Бенардосу.

У 1936 р. співробітник ІЕЗ М.Г. Остапенко розробив спосіб дугового зварювання вугільним електродом у струмені вуглекислого газу та в атмосфері горіння паперового шнура. Завдяки газовому захисту можна було змінювати полярність та краще керувати тепловкладанням. М.Г. Остапенко писав: «Струмінь вуглекислого газу, обдуваючи розжарений вугільний електрод, утворює окис вуглецю, який не є окислювачем і тому може слугувати захисною атмосферою, що захищає розплавлений метал у зоні зварювання від навколишнього повітря». У 1944–1945 рр. в ІЕЗ досліджували процес зварювання з метою оптимізації технології (М.Г. Остапенко, І.В. Кірдо, В.К. Лебедев, А.І. Берзін).

М.Г. Остапенко застосував напівавтоматичне та автоматичне зварювання вугільною дугою у вуглекислому газі каністр, корпусів електричних конденсаторів, судин лужних акумуляторів, тонкостінних резервуарів, труб та ін. серійно виготовлених сталевих виробів.

Зварювання вугільним електродом у CO_2 продовжувало застосовуватися у 1950-х роках як механізована технологія при серійному виготовленні низки сталевих виробів.

Наприкінці 1930-х років в ІЕЗ В.І. Дятлов при створенні дугового зварювання сталі під шаром флюсу запропонував застосування електродних кремнемарганцевих дротів. 14 лютого 1941 р. було затверджено спеціальний ГОСТ 178-41 для дроту: до 0,16 % С, 0,8...1,1 % Мп, 0,6...0,9 % Si, S та P

приблизно 0,04 %. Підвищений вміст кремнію та марганцю у дроті було введено для «розкислення» металу шва.

У 1952 р. К.В. Любавський та Н.М. Новожилов (ЦНДІТМаш) запропонували зварювання сталей цим дротом з використанням вуглекислого газу як газового захисту. Однак плавлення електродного дроту протікало нестабільно, супроводжувалося віялоподібним розбризкуванням.

Протягом 1940–1950 рр. в ІЕЗ було накопичено великий досвід дослідження процесів та впровадження дугового зварювання тонким дротом під флюсом. Б.Є. Патон, вивчаючи електроенергетичні характеристики процесів дугового зварювання, визначив умови зварювання з саморегулюванням плавлення електродного дроту, вимоги до елементів зварювального ланцюга.

Б.Є. Патон встановив, що: «Зварювальна дуга у вуглекислому газі більш еластична, ніж в аргоні, і має властивість саморегулювання при зростаючій вольт-амперній характеристиці, тому доцільно застосовувати джерела живлення постійного струму з жорсткою або зростаючою зовнішньою характеристикою. Великий інтерес представляє застосування зварювальних напівпровідникових випрямлячів та спеціальних зварювальних трансформаторів зі зворотними зв'язками та імпульсним запаленням дуги».

В ІЕЗ також встановили зв'язок між особливостями перенесення металу і характеристиками джерела живлення, такими як індуктивність ланцюга, реактивний опір короткого замикання, зміна магнітного потоку розмагнічування генератора, знайдені оптимальні співвідношення між напругою і струмом. Був розроблений процес, при якому для стабілізації процесу зварювання та зниження розбризкування були застосовані імпульси струму та джерела живлення з відповідними динамічними властивостями, розроблені в ІЕЗ (Б.Є. Патон, В.К. Лебедев, І.І. Заруба, А.Г. Потап'євський та ін.).



В ІЕЗ у 1957 р. було створено серійний зразок напівавтомата, у 1958 р. спроектовано спеціалізовані верстати-автомати. Почалося широке використання зварювання в CO_2 . Застосуванням спеціальних напівавтоматів вирішено проблему механізації та підвищення продуктивності виробництва об'ємних сталевих конструкцій у суднобудуванні, промислового та цивільного будівництва, транспортній та військовій техніці та ін.

Статті про роботи в СРСР з дослідження і створення зварювання електродом, що плавить-

ся, в середовищі вуглекислого газу регулярно передруковували за кордоном і через короткий час американські фірми вже випускали апаратуру для цього виду зварювання. Незабаром зварювання у вуглекислому газі почали застосовувати у США, Швеції, Бельгії, Англії, Франції та інших країнах.

До кінця ХХ століття обсяг застосування зварювання в захисних газах склав: CO_2 – 90 %, Ar – 9 %, решта – суміші газів.

Створення електрошлакового зварювання

Одним із результатів комплексних досліджень, організованих Є.О. Патонем, було створення Г.З. Волошкевичем технології дугового автоматичного зварювання під флюсом вертикальних монтажних стиків. Для її здійснення розроблено обладнання для переміщення зварювальної головки та формуючих повзунів (В.Є. Патон, М.Д. Литвинчук та ін.).

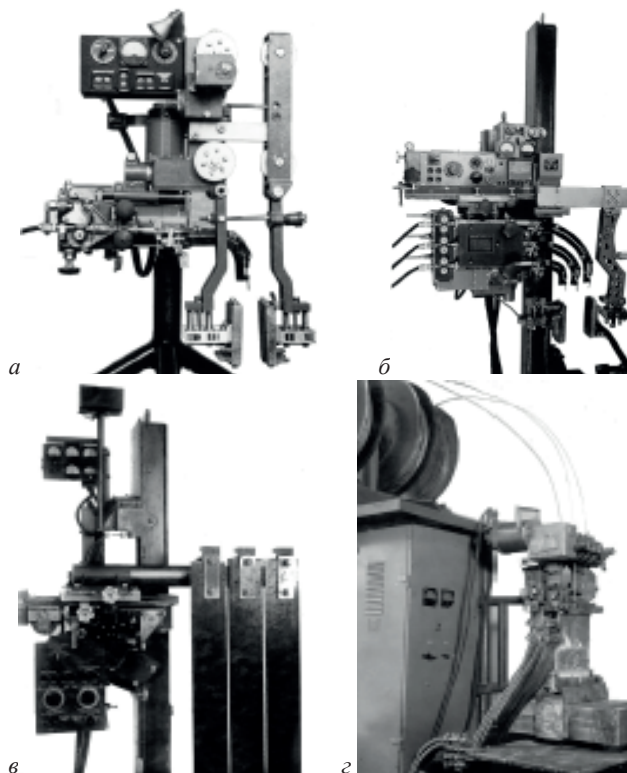
Однак при зварюванні стиків завтовшки понад 20 мм через глибоку шлакову ванну, перегрівання ванни та ряд інших факторів, дуговий процес ставав нестійким і навіть припинявся. У ході «боротьби» за стійкість дуги виявилось, що можна обійтися без неї! Створюються умови, коли електродний метал, флюс і кромки виробів, що сплавляються, одночасно плавляться за рахунок «джоулева» тепла, що виділяється при проходжен-

ні струму через рідкий шлак. У процесі затвердіння утворюється міцна сполука.

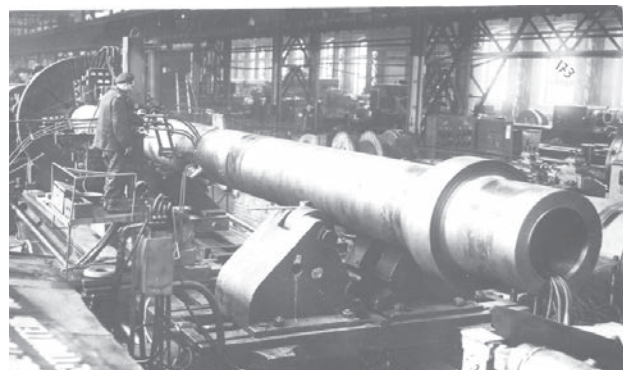
В ІЕЗ ім. Є.О. Патона розгорнулися комплексні дослідження електрошлакових процесів, були розроблені принципи управління тепловою енергією, спеціалізовані апарати і джерела живлення, методи зниження деформацій і напружень. Так, у 1949 р. був створений новий вид зварювання – електрошлакове зварювання, розроблені обладнання і технологія зварювання за один прохід конструкцій практично необмеженої товщини.

Протягом наступних років розроблено технологію зварювання ЕШЗ дротяними електродами, електродами великого перерізу і мундштуком, що плавиться, за один прохід.

Створення ЕШЗ призвело до корінної зміни стратегії розвитку важкого, енергетичного та транспортного машинобудування. Розділення заготовок дозволило надати окремим елементам більш раціональну форму та застосувати прогресивні технологічні процеси, наприклад, машинне формування. З'явилася реальна можливість виготовляти якісно нові вироби – унікальні за своєю потужністю агрегати в різних галузях важкого машинобудування. ЕШЗ лежить в основі створення нового класу масивних металевих конструкцій: зварювально-литих, зварювально-кованих та зварювально-прокатних без будівництва потужних металургійних підприємств. Крім ЕШЗ сталей різного призначення були розроблені технології і флюси для виготовлення товсто-



Апарати для ЕШЗ: а – А-612 (одноелектродний дріт); б – А-535 (триелектродні дроти); в – А-569 (пластинчасті електроди); з – А-645 (мундштук, що плавиться)



Електрошлакове зварювання вала Варваринської ГЕС, 1959 р.



В лабораторії електрошлакового зварювання ІЕЗ (зліва направо Г.З. Волошкевич, Б.С. Патон, Д.А. Дудко, О.І. Корінний)



Разом з Новокраматорським машинобудівним заводом розроблено технологію електрошлакового зварювання металу завтовшки до 2000 мм (прес зусиллям 650 МН, виготовлений на НКМЗ для Франції із застосуванням ЕШЗ, 1957 р.)

стічних відповідальних конструкцій з алюмінію, титану, міді та їх сплавів (Д.М. Рабкін, С.М. Гуревич, В.Ф. Грабін, А.М. Макара та ін.)

За короткий час було організовано виробництво потужних пресів та гідротурбін, атомних реакторів, кораблів, прокатних станів, судин високого тиску та котлів зі спеціальних сталей, літаків, ракет, хімічних апаратів з алюмінію та його сплавів, титану та інших великих виробів у зварювально-литому, зварювально-прокатному та зварювально-кованому виконанні. Вже у 1952 р. ЕШЗ впровадили на 16 великих машинобудівних заводах. У розробці та освоєнні ЕШЗ брали участь заводи Краматорська, Маріуполя, інші підприємства та конструкторські організації.

ЕШЗ міді та її сплавів застосовують для з'єднання масивних заготовок завтовшки 60...200 мм із довжиною стику до 1000 мм. Широке поширення набула ЕШЗ алюмінію та його сплавів, застосування якого особливо економічно вигідно при товщині металу 25 мм і більше.

У 1958 р. світова громадськість познайомила-ся з ЕШЗ на Всесвітній виставці в Брюсселі, де новий вид з'єднання здобув найвищу нагороду – Гран-Прі.

Обладнання для зварювання плавленням

Наприкінці 1943 р., після вирішення наукових, технологічних, конструкторських проблем та організації впровадження автоматичного зварювання у виробництво танків, бомб та снарядів Є.О. Патон поставив перед колективом ІЕЗ завдання – створити високоефективні технології, універсальні зварювальні апарати та спеціалізовані установки для механізованого зварювання металоконструкцій, засобів транспорту, шахтного обладнання та ін.

Для створення інноваційного обладнання провели системний аналіз всіх складових частин зва-

рювальної техніки. В ІЕЗ розробляли принципи конструювання як зварювальних головок, так і самохідних тракторів, систем керування процесом зварювання та джерел живлення.

Проекти обладнання для допоміжних та суміжних операцій (кантувачі, верстати та пристрої спеціального призначення) були узгоджені зі зварювальними операціями. Однією з умов було спрощення апаратури управління для зниження вимог до кваліфікації робочих та мінімізації кількості кнопок і ручок управління.

У 1945 р. в ІЕЗ були розроблені апарат на самохідному візку, що пересувається рейкою (УСА-2), і зварювальний трактор (ТС-6) (П.І. Севбо і В.Є. Патон).

У 1947 р. Радою Міністрів СРСР за проектом, розробленим Є.О. Патоном, було прийнято постанову «Про розширення застосування в промисловості автоматичного електрозварювання під шаром флюсу», згідно з якою в найближчі півтора роки необхідно було ввести в експлуатацію 670 зварювальних автоматів на 111 заводах країни.

У 1948 р. Б.Є. Патон розробив для дугового автоматичного зварювання під шаром флюсу одномоторний універсальний зварювальний автомат-трактор ТС-17 для зварювання швів стикових та кутових з'єднань. Ця технологія виявилася найбільш досконалою – порівняно невеликі розміри і маса (42 кг), вдале компонування та простота в експлуатації. ТС-17 масово випускали кілька десятиліть.

Модифіковані конструкції розробили для зварювання виробів у різних галузях техніки. Так, у суднобудуванні для одностороннього автоматичного зварювання під шаром флюсу полотниць завтовшки 6...20 мм з формуванням кореня шва на водоохолоджуваному мідному повзуні, що рухається, застосовувалися трактори ТС-32 і ТС-44.

Для зварювання полотниць завтовшки до 100 мм були розроблені дводугові трактори ТС-38 та ТС-58. При виготовленні алюмінієвих цистерн для перевезення та зберігання ракетного палива використовувався трактор ТС-56. У подальшому було розроблено апарат для зварювання під флюсом двома електродами.

З метою типізації та уніфікації зварювальних головок в ІЕЗ було розроблено зварювальну головку АБС для серії уніфікованих апаратів, у тому числі А-348, А-639 та ін.

У 1950 р. в ІЕЗ створено тридугову самохідну зварювальну головку А-330 (В.Р. Лашкевич), яка дозволила реалізувати ідею швидкісного зварювання труб.

Розуміючи, що у багатьох виробках є шви невеликої довжини, Є.О. Патон акцентував увагу

на пришвидшенні робіт із впровадження напівавтоматичного зварювання під флюсом, розпочатої Б.Є. Патоном ще у 1943 р. Ґрунтуючись на теорії автоматів, Б.Є. Патон висунув ідею інтенсифікації саморегулювання процесу плавлення електрода та необхідності здійснення зварювання при високій щільності струму (до 200 А/мм²).

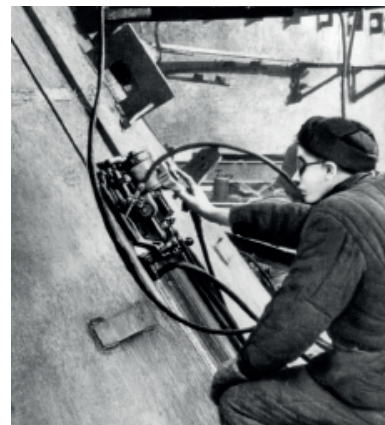
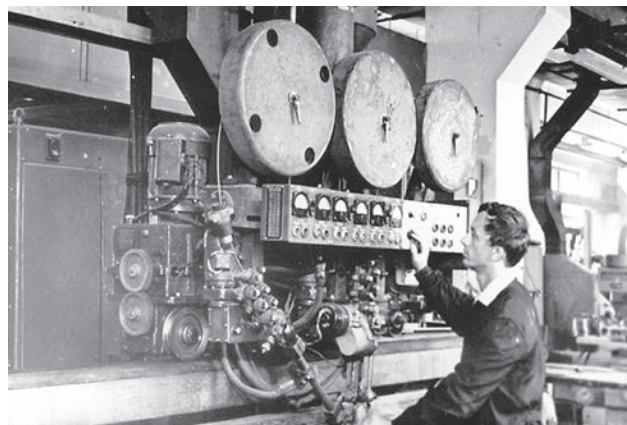
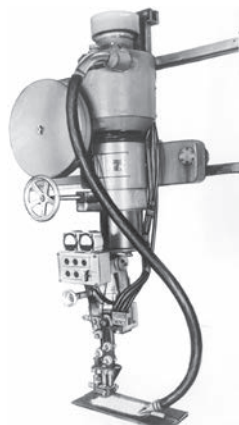
Це вирішило проблему механізованого зварювання електродом, що плавиться, під флюсом у вуглекислому та інертному газах. Було знайдено принцип напівавтоматичного зварювання під флюсом. Замість електродної проволочки діаметром 5 мм був застосований дріт меншого діаметра, що дозволило розробити надійну апаратуру. Водночас значно підвищилася стійкість процесу. У 1948 р. вдалося створити легку, транспортбельну апаратуру, що забезпечує подачу проволочки діаметром 1...2 мм через спеціальний шланг у пальник, що знаходиться в руці зварника, причому флюс подавався через лійку, закріплену на тримачі. Новий спосіб напівавтоматичного зварювання отримав назву «шлангового» (Б.Є. Патон, Д.А. Дудко та ін.).

Тисячі апаратів ПШ-5 конструкції ІЕЗ працювали безвідмовно на сотнях заводів та будівництвах.

Портативні апарати типу ПШ-6 застосовували для обварювання зв'язків топок паровозних казанів, для приварювання штуцерів, трубок до судин та інших виробів.

У 1947–1948 рр. в ІЕЗ було вирішено проблему автоматичного зварювання під флюсом вертикальних і горизонтальних швів з формуванням шва мідним охолоджуванним повзуном, що піднімається разом зі зварювальною головкою (Г.З. Волошкевич). Для цього методу створено обладнання принципово нового типу.

З 1949 р. протягом кількох років створювалися нові апарати – для зварювання мундштуком, що плавиться, пластинчастим електродом, кількома електродами, дубль апарати (П.І. Севбо, В.Є. Патон, М.Г. Бельфор, та ін). Було розроблено одноелектродні рейкові апарати А-314 (М.Д. Литвинчук) та А-333 (А.І. Чвертко) для зварювання заготовок



завтовшки до 55 мм. Для роботи на будівлях та стапелях створені легкі портативні магнітокрокуючі апарати А-411, А-501 (В.Є. Патон) та ін. Значний внесок у розширення можливостей технології та удосконалення обладнання зробили працівники Новокраматорського машинобудівного заводу.

Першу ліцензію на апарат та технологію ЕШЗ було продано у 1959 р. шведській фірмі «ЕСАБ». Устаткування ІЕЗ експортували до Франції, Румунії, КНР, Польщі, Японії, Швеції, Індії, ФРН, Італії, Нідерландів та багатьох інших країн. Технічні рішення, знайдені при створенні апаратів для зварювання вертикальних швів, стали основою обладнання для нового виду зварювання – електрошлакового, а незабаром і для електрошлакових технологій спеціальної електрометалургії.

Для того, щоб розширити область застосування зварювання під флюсом на монтажно-будівельні роботи, було поставлено завдання про створення технології та відповідного обладнання для автоматичного зварювання не тільки вертикальних, а й стельових швів. З 1950 р. розпочали проектування обладнання для зварювання у захисних газах. Були вивчені системи подачі дроту через довгі шланги-тримачі («тягни-штовхай», через вісь ротора, за допомогою цанги та ін.).

Ще з початку діяльності у галузі зварювання Є.О. Патон довів необхідність конструювання виробів з урахуванням особливостей та можливостей зварювальних технологій. Тому ІЕЗ разом з галузевими установами переробили конструкції вагонеток, стояків, котлів та інших виробів для переведення їх на зварювання автоматами. В основу організації лінії був покладений принцип сполучення операцій збірки та зварювання вузлів із застосуванням спеціального обладнання.

Для оснащення комплексно-механізованих та автоматизованих виробництв зварних конструкцій не тільки зварювальними автоматами та джерелами живлення, а й допоміжним обладнанням, в ІЕЗ було розроблено проекти ролікових стендів, різних кантувачів, поворотних колон, візків, маніпуляторів, вальцевзварюваль-

них станків тощо (Р.І. Лашкевич, Б.Є. Патон, О.І. Корінний та ін.). Було спроектовано трубозварювальний стан (Р.І. Лашкевич).

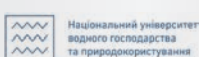
У 1945 р. Б.Є. Патон і В.К. Лебедев запропонували нову методику та основні формули для електромагнітних розрахунків зварювальних трансформаторів. У 1947 р. у ІЕЗ Б.Є. Патон, В.К. Лебедев, М.М. Сидоренко розробили потужний трансформатор СТ-1000 з дистанційним керуванням. Оригінальні конструкції трансформаторів задовольняли оптимальному співвідношенню між струмом короткого замикання та струмом горіння дуги. Це забезпечило досить стійкий старт дуги та інтенсивне регулювання її тривалості при зварюванні автоматичними головками з постійною швидкістю подачі.

Щоб виключити релейно-контактні схеми, що застосовувалися для відновлення режиму зварювання при коливаннях напруги в заводській мережі, Б.Є. Патон, В.К. Лебедев і Д.А. Дудко створили обладнання, що складається з трансформатора-регулятора і головки з автоматичним керуванням швидкості подачі електродного дроту або напруги дуги. Нове обладнання вирішило задачу збереження потужності дуги, тобто струму і напруги, незалежно від коливань напруги мережі.

Багато зразків зварювальної техніки, що спроектовані в ІЕЗ, є вагомим внеском у науково-технічний прогрес, випередили світовий рівень. Устаткування ІЕЗ перевершило розробки інших установ щодо низки конструктивних рішень.

В основних галузях промисловості СРСР до початку 1950 р. кількість діючих автоматів і установок зросла в машинобудуванні більш ніж у 4 рази, у суднобудуванні – майже у 6 разів, у будівництві – у 3,5 рази. Загальна кількість зварювальних автоматів, що знаходяться в експлуатації у 1946–1949 рр., збільшилась у 12 разів. У 1958 р. у СРСР 63 % парку встановленого і 54 % всього випуску електрозварювального обладнання складала зварювальні трансформатори. Застосування автоматичного зварювання під флюсом дало можливість у 3,5 рази підвищити продуктивність праці.

Матеріал підготовлено доктором іст. наук О.М. Корнієнком



XVII Міжнародна науково-практична конференція

«ІНТЕГРОВАНІ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ РОБОТОТЕХНІЧНІ КОМПЛЕКСИ»

(ІІРТК-2024)

21 – 22 травня 2024 р., Київ, Україна
Національний авіаційний університет

в режимі ON-LINE

Контакти: кафедра комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій Аерокосмічного факультету
Національного авіаційного університету, корп. 11, ауд. 402.
м. Київ, просп. Любомира Гузара, 1.

Тел. +38044 406 71 58, +38093 721 10 41, +38098 550 90 08

E-mail: iirtk.nau@gmail.com

УСПІШНА СЕРТИФІКАЦІЯ. «ДНІПРОМЕТИЗ ТАС» ГОТУЄТЬСЯ ДО НОВИХ ВИКЛИКІВ

«ДНІПРОМЕТИЗ ТАС» – лідер ринку у виробництві метизної продукції, що спеціалізується на випуску низько- та високовуглецевого дроту.

За 2023 р. завод виробив та реалізував понад 1000 тонн зварювального дроту та посів серед виробників одне з лідируючих місць в Україні.

Під час російської агресії завод «ДНІПРОМЕТИЗ ТАС» продовжує розвивати та збільшувати своє виробництво, не дивлячись на складні обставини. 2023 р. для «ДНІПРОМЕТИЗ ТАС» – це рік значних змін і досягнень. Завод постійно розвивається, будуючи нові виробничі майданчики для задоволення зростаючого попиту на свою продукцію. Експортна діяльність компанії також активно зростає, що свідчить про впевнену конкурентоспроможність на міжнародних ринках.

Реалізовано проєкти з модернізації виробництва, спрямовані на вирішення екологічних проблем, а також на розширення асортименту продукції та збільшення обсягів виробництва. Удосконалено виробничу базу шляхом придбання для виробництва зварювального дроту сучасного обладнання від провідного шведського виробника Lämnea Bruk AB. Зварювальний дріт, що виробляється на підприємстві, широко використовується в металоконструкціях, машинобу-

дуванні, вагонобудуванні, оборонній промисловості та інших галузях.

Асортимент продукції заводу налічує широкий спектр діаметрів обмідненого зварювального дроту, а також дроту зварювального без покриття полірованого. Дріт марок G3Si1 та G4Si1 виготовляється згідно з міжнародним стандартом EN ISO 14341 (національний стандарт ДСТУ EN ISO 14341). За результатами проведеної процедури підтвердження відповідності вимогам Deutsche Bahn зварювального дроту та наплавленого методом дугового зварювання в середовищі захисного газу металу зварного шва – підтверджені позначення дроту та металу шва: **EN ISO 14341 - A - G 46 4 M21 G3Si1 та EN ISO 14341 - A - G 46 4 M21 G4Si1**. Дріт марок G3Si1 та G4Si1 займає більшу частину в загальному обсязі виробництва зварювального дроту. Випускається обміднений зварювальний дріт суцільного перерізу діаметрами 0,8, 1,0; 1,2; 1,4, 1,6, 2,0 мм на касетах по 15; 5; 2,5; 1 кг з прецизійним намотуванням. Асортимент упаковок зварювального дроту тепер включає діжки фасуванням по 250 кг для роботизованих зварювальних комплексів. Це сприяє продуктивності та забезпечує безперервну роботу роботизованої техніки, а також зменшує втрати дроту та спрощує процес зварювання.





Зварювальний дріт виробництва «ДНІПРОМЕТИЗ ТАС» зарекомендував себе як надійний і високоякісний продукт, що застосовується на промислових підприємствах. Зважаючи на це, завод розширив свою лінійку продукції найзатребуванішими марками електродів для ручного дугового зварювання конструкцій із вуглецевих сталей.

Центральна заводська лабораторія «ДНІПРОМЕТИЗ ТАС» – одна з небагатьох, які пройшли акредитацію та підтвердили свою технічну компетентність. За результатами досліджень лабораторія надає експертний висновок, який є офіційним документом. Лабораторія укомплектована приладами та випробувальним обладнанням для хімічного аналізу, механічних тестів, а також зварювально-технологічних випробувань. Сучасна власна лабораторія гарантує виконання найвищих стандартів на кожному етапі виробництва. З урахуванням різноманітних застосувань дроту, механічних і технологічних вимог, проведення ретельних випробувань є важливим для забезпечення надійності та безпеки. Для ефективного вивчення мікроструктури та механічних властивостей катанки та дроту, завод інвестував у передове обладнання інвертований мікроскоп ZEISS Axiovert 5 digital і твердомір Мікро-Віккерса. Цей інноваційний підхід забезпечує відповідність продукції найвищим міжнародним стандартам.

У січні 2024 року дріт виробництва «ДНІПРОМЕТИЗ ТАС» марки G4Si1 успішно пройшов випробування в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона та готовий до використання у виробництві та монтажі сталевих мостових конструкцій. Після інтенсивних випробувань отримано позитивні результати, що свідчать про високу ефективність і відмінну якість зварювального дроту. Використання дроту марки G4Si1 є дуже важливим у процесі монтажу сталевих мостів, забезпечуючи міцність і надійність конструкцій. Безсумнівно, зварювальний дріт «ДНІПРОМЕТИЗ ТАС» допоможе підвищити якість і тривалість експлуатації мостових споруд.

У лютому 2024 року завод «ДНІПРОМЕТИЗ ТАС» одним із перших українських виробників пройшов заводський виробничий аудит, який проводили кваліфіковані фахівці Deutsche Bahn AG. Результатом аудиту стало завершення кваліфікаційних випробувань обмідненого легованого зварювального дроту марок 3Si1 та 4Si1, діаметром 0,6...1,6 мм, а також отримання сертифіката відповідності від Deutsche Bahn. Цей сертифікат відкриває перед заводом широкі можливості для виходу на європейський ринок. Він підтверджує, що зварювальний дріт виробництва «ДНІПРОМЕТИЗ ТАС» відповідає вимогам Deutsche Bahn. Наявність такого сертифіката є обов'язковою умовою для участі в тендерах Deutsche Bahn, а також інших підприємств у сфері вагонобудування, локомотивобудування та машинобудування.

Deutsche Bahn – потужний виробник у галузі вагонобудування та локомотивобудування, має авторитет у сфері пасажирських і вантажних перевезень на залізничному та автомобільному транспорті в Німеччині та за її межами. Як один з найбільших транспортних операторів в Європі та у світі, Deutsche Bahn є важливим учасником у галузі мобільності та має авторитет і суттєвий вплив на розвиток і формування транспортного сектору.

Сертифікований зварювальний дріт виробництва «ДНІПРОМЕТИЗ ТАС» має низку переваг, які відрізняють його від конкурентів:

1. **Достовірність і надійність.** Сертифікація продукції Deutsche Bahn підтверджує відповідність її високим європейським стандартам якості та безпеки. Це збільшує довіру до продукції з боку клієнтів та партнерів компанії.
2. **Доступ до ринку.** Підтвердження відповідності продукції стандартам Deutsche Bahn відкриває доступ до галузі залізничного машинобудування, дозволяючи «ДНІПРОМЕТИЗ ТАС» брати участь у тендерах та укладати контракти з Deutsche Bahn та іншими залізничними операторами Європи, які дотримуються подібних стандартів.
3. **Безпека та сумісність.** Зварювальний дріт, сертифікований Deutsche Bahn, відповідає вимогам безпеки та сумісності з інфраструктурою залізничної мережі, що важливо для забезпечення надійної та безпечної роботи потягів.
4. **Репутація та бренд.** Сертифікація продукції Deutsche Bahn свідчить про високий рівень якості та відповідність міжнародним стандартам. Це зміцнює репутацію та бренд компанії як надійного та інноваційного постачальника зварювальних матеріалів.

Завдяки високій якості та надійності, зварювальний дріт виробництва «ДНІПРОМЕТИЗ ТАС» успішно конкурує з продукцією європейських виробників на міжнародних ринках.

ЦЕНТР СЕРТИФІКАЦІЇ ПРИ УТ НКТД СЕРТИФІКУЄ ПЕРСОНАЛ З НК В ІЗРАЇЛІ

Одна з провідних фірм Ізраїлю, що працює в галузі неруйнівного контролю, – MOREX 71 LTD, – замовила в Центрі сертифікації при УТ НКТД (Київ, Україна) атестацію персоналу з рентгенівського, магнітного, ультразвукового, вихрострумового, капілярного та візуального контролю. Всього мали пройти ресертифікацію згідно з вимогами EN ISO 9712 сімнадцять фахівців, у тім числі, два – на третій кваліфікаційний рівень.

Чому фірма Ізраїлю звернулась за послугами із сертифікації персоналу до ОСП з України?

По-перше, ЦС при УТ НКТД понад два десятиліття успішно працює в галузі сертифікації персоналу в Україні та в багатьох сусідніх країнах. Ми маємо Атестат про акредитацію від Національного агентства з акредитації України, яке, в свою чергу, є членом Європейської кооперації з акредитації (EA), Міжнародного форуму з акредитації (IAF) та підписантом Багатосторонніх Угод про взаємне визнання у сфері «сертифікація персоналу». Таким чином, акредитація, що надається НААУ у вищенаведеній сфері, є еквівалентною акредитації, що надається національними органами з акредитації – підписантами угод у більш ніж 80 країнах світу.

По-друге, цінова пропозиція ЦС при УТ НКТД за сертифікацію персоналу вигідно відрізняється від пропозицій інших європейських ОСП.

По-третє, йдучи назустріч побажанням замовника, ми готові працювати в режимі виїзної екзаменаційної сесії. Крім того, в умовах сьогоденної обстановки в Ізраїлі, європейські фахівці з атестації не проявляють бажання там працювати.



Фірма MOREX 71 LTD

Таким чином, два фахівці ЦС при УТ НКТД Юрій Посипайко і Віктор Глуховський поїхали у відрядження до колег Ізраїлю. З Києва через мережу Інтернет їм допомагали в роботі Валентин Литвиненко, Роман Пастовенський та Андрій Шекеро.

Фірма MOREX 71 LTD надає послуги з неруйнівного контролю на всій території країни, працюючи на підприємствах нафтохімічної, аерокосмічної, атомної промисловості, у суднобудуванні, трубопроводному, автомобільному та залізничному транспорті, на технічних базах військово-морських сил тощо. Центральний офіс фірми розташований в містечку Евен Студа біля Тель-Авіва, північний – в містечку Кір'ят Біялик біля Хайфи, а південний – в місті Беер Шева.

Наші фахівці відвідали всі три філіали фірми, організовуючи екзаменаційний процес та знайомлячись з роботою кандидатів на ресертифікацію. У вільний час вони мали змогу ознайомитися з життям в Ізраїлі та відвідали Тель-Авів і Єрусалим.



Під час проведення сертифікації





ВИСТАВКА «RAILWAY INTERCHANGE 2023»

01–04 жовтня 2023 р. в США, м. Індіанаполіс, відбулася виставка «Railway Interchange 2023», на якій були присутні понад 8500 відвідувачів з понад 40 країн, 750 експонентів/спонсорів-учасників і десятки засобів масової інформації. Це найкрупніший форум у залізничній галузі Північної Америки, аудиторією якої є висококваліфіковані особи, що приймають рішення з питань залізничного транспорту. «Railway Interchange» пропонує неперевершену можливість вивчити новітні технології, послуги та дослідження, представлені провідними членами Інституту залізничного постачання (RSI), Асоціації постачальників інженерно-технічного обслуговування залізниць (REMSA) і Асоціації постачальників залізничної галузі (RSSI), Асоціації залізничних інженерів та технічного обслуговування шляхів (AREMA) та інших партнерських асоціацій, де поєдналися нетворкінг, освіта та інновації в одному місці.

Компанія OKOndt GROUP (Київ, Україна) втретє брала активну участь у цій виставці та

представила свої дефектоскопи для неруйнівного контролю залізничних рейок, зварних з'єднань, стрілочних переводів, елементів рухомого складу. Формат виставки дозволив OKOndt GROUP продемонструвати широкий асортимент продукції та переваги наших технологій. На стенді було представлено наступні пристрої: УДС2-77 і УДС2-73 – ультразвукові (однорельсовий і дворельсовий) дефектоскопи для безперервного контролю рейок, УСР-01 – комплект для контролю зварних з'єднань рейок (у складі скануючого пристрою та дефектоскопа Sonoson B), ETS2-77, ETS2-73 і Eddyson C – вихретокові дефектоскопи для контролю рейок, прилади для контролю елементів рухомого складу. Розробки OKOndt GROUP показали свій високий технічний рівень та конкурентоспроможність на світовому ринку, викликали широкий інтерес у відвідувачів виставки. Підсумком виставки стало встановлення нових ділових контактів із залізничними дорогами американського континенту.



Стенд OKOndt GROUP на виставці «Railway Interchange 2023»



Корегування до статті з журналу «Автоматичне зварювання» №1, 2024, с. 27-32.

1. Назву статті та склад авторів навести таким чином:

Термічні цикли і мікроструктура з'єднань при контактному стиковому зварюванні оплавленням рейок із сталей 110Г13Л і К76Ф через проміжну вставку із сталі 08Х18Н10Т

О.В. Кавуніченко¹, І.В. Зяхор¹, Ю.А. Шило¹, А.М. Левчук¹, Є.В. Антіпін¹, Andrew Fong²

¹ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України. 03150, м. Київ, вул. Казимира Малевича, 11. E-mail: avkava@gmail.com

²Yardway Railquip Limited, Unit A5, 29/F., TML Tower, 3 Hoi Shing Road, Tsuen Wan, N.T., Hong Kong

Thermal cycles and microstructure of the flash butt welded joints of 110G13L and K76F steel rails through 08Xh18N10T steel insert

O.V. Kavunichenko¹, I.V. Ziahor¹, Yu.A. Shylo¹, A.M. Levchuk¹, Ye.V. Antipin¹, Andrew Fong²

¹E.O. Paton Electric Welding Institute of the NAS of Ukraine. 11 Kazymyr Malevych Str., 03150, Kyiv, Ukraine.

E-mail: avkava@gmail.com

²Yardway Railquip Limited, Unit A5, 29/F., TML Tower, 3 Hoi Shing Road, Tsuen Wan, N.T., Hong Kong

2. Відкореговані підписи до рис. 4, 6, 7, 8.

Рис. 4. Розподіл температури по осі рейок перед осадкою при КСЗО сталей К76Ф і 08Х18Н10Т (розрахунок)

Рис. 6. Термічні цикли КСЗО на різній відстані від лінії з'єднання сталей К76Ф і 08Х18Н10Т

Рис. 7. Розподіл температури по осі рейок перед осадкою при КСЗО сталей 08Х18Н10Т і 110Г13Л (розрахунок)

Рис. 8. Термічні цикли КСЗО на різній відстані від лінії з'єднання сталей 08Х18Н10Т і 110Г13Л