

З А В Т О М А Т И Ч Н Е З В А Р Ю В А Н Н Я

12
2022

Автоматическая сварка

Видається 12 разів на рік з 1948 р.

Automatic Welding

Published 12 times per year since 1948

ЗМІСТ

МІЦНІСТЬ І МЕХАНІКА РУЙНУВАННЯ

Лобанов Л.М., Берднікова О.М., Пащин М.О., Миходуй О.Л., Кушнарєва О.С., Соломійчук Т.Г., Кривий В.І. Зміцнення зварних конструкцій зі сталі 25ХГНМТ обробкою імпульсним бар'єрним розрядом3

ЗВАРЮВАННЯ КОЛЬОРОВИХ МЕТАЛІВ

Пелешенко С.І., Хаскін В.Ю., Коржик В.М., Квасніський В.В., Гринюк А.А., Клочков І.М., Чунлін Д., Альошин А.О. Особливості зварювання висококонцентрованими джерелами нагрівання міцних сплавів на основі алюмінію і берилію (Огляд)9

Лабур Т.М., Коваль В.А., Яворська М.Р. Зварювання алюмінієвого сплаву Д16 плавким електродом з мікролегуванням металу шва20

ПРОЦЕСИ ПАЙКИ

Максимова С.В., Стефанів Б.В. Отримання паяних з'єднань з нітинолу (Огляд)28

ТЕРМІЧНА ОБРОБКА ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

Ахонін С.В., Білоус В.Ю., Костін В.А., Григоренко С.Г., Пузрін О.Л., Вржижевський Е.Л. Вплив термічної обробки на підвищення механічних властивостей зварних з'єднань економнолегованого титанового сплаву Ti-2,8Al-5,1Mo-4,9Fe38

ЗАХИСНІ ПОКРИТТЯ

Вігілянська Н.В., Грищенко О.П., Янцевич К.В., Іпатова З.Г., Сендеровскі Ц. Корозійна тривкість плазмових покриттів на основі композиційних порошків з інтерметалідом FeAl45

ЕКОНОМІКА ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

Маковецька О.К., Пустовойт С.В., Петрук В.С., Онищенко Н.С., Полішко Г.О. Основні напрями досліджень і розробок у галузі зварювання наукових центрів та провідних виробників зварювальної техніки50

ІНФОРМАЦІЯ

Механізована колона для плакування ребрих стінок із використанням методу СМТ55
Учбово-атестаційний центр зварників57
Програми професійної підготовки на 2023 р59
Ювілей С.В. Максимової62
Комплекс і технологія контактної стикової зварювання оплавленням магистральних трубопроводів великого діаметра в польових умовах63
Календар грудня65

CONTENT

STRENGTH AND FRACTURE MECHANICS

Lobanov L.M., Berdnikova O.M., Pashchyn M.O., Mykhoduj O.L., Kushnaryova O.S., Solomiychuk T.G., Kryvyi V.I. Strengthening of welded structures of 25KhGNMT steel by pulsed barrier discharge treatment3

WELDING OF NON-FERROUS METALS

Peleshenko S.I., Khaskin V.Yu., Korzhyk V.M., Kvasnitskyi V.V., Grinyuk A.A., Klochkov I.M., Chunling D., Alyoshin A.O. Features of welding high-strength alloys based on aluminium and beryllium using highly-concentrated heat sources (Review)9

Labur T.M., Koval V.A., Yavorska M.R. Consumable electrode welding of D16 aluminium alloy with weld metal microalloying20

BRAZING PROCESSES

Maksymova S.V., Stefaniv B.V. Producing nitinol brazed joints (Review)28

HEAT TREATMENT OF WELDED JOINTS

Akhonin S.V., Bilous V.Yu., Kostin V.A., Hrygorenko S.G., Puzrin O.L., Vrzhyzhevskiy E.L. Influence of heat treatment on improvement of mechanical properties of welded joints of sparsely-doped titanium alloy Ti-2.8Al-5.1Mo-4.9Fe38

PROTECTIVE COATINGS

Vigilianska N.V., Gryshchenko O.P., Iantsevitch K.V., Ipatova Z.G., Senderowski C. Corrosion strength of plasma coatings Based on composite powders with FeAl intermetallic45

ECONOMICS OF WELDING PRODUCTION

Makovetska O.K., Pustovoit S.V., Petruk V.S., Onishchenko N.S., Polishko H.O. Main directions of welding research and development performed by research centers and leading welding equipment manufacturers50

INFORMATION

Mechanized column for cladding ribbed walls using the CMT method55
Training and certification center of welders57
Vocational training programs for 202359
Anniversary of S.V. Maksymova62
The complex and technology of contact butt welding of main pipelines of large diameter in field conditions63
December calendar65



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



Автоматичне зварювання Автоматическая сварка Automatic Welding

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Вчені ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ:
І.В. Кривцун (головний редактор),
В.М. Ліподасв (штатний заст. гол. ред.)
О.М. Берднікова, В.В. Книш,
В.М. Коржик, Ю.М. Ланкін,
Л.М. Лобанов, С.Ю. Максимов,
М.О. Пашчин, В.Д. Позняков,
І.О. Рябцев, К.А. Ющенко;
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. Райсген, Інститут зварювання та з'єднань,
Аахен, Німеччина;
Я. Пілярчик, Інститут зварювання, Глівіце, Польща

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 2023

Передплатний індекс 70031.
12 випусків на рік (видається щомісячно).
Друкована версія: 3360 грн. за річний комплект
з урахуванням доставки рекомендованою банделлою.
Електронна версія: 3360 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 за будь-який 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,
M.O. Pashchin, V.D. Poznyakov,
I.O. Ryabtsev, K.A. Yushchenko;
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. Reisgen, Welding and Joining Institute, Aachen, Germany;
Ja. Pilarczyk, Welding Institute, Gliwice, Poland

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 2023

Subscription index 70031.
12 issues per year (issued monthly), back issues available.
\$384, subscriptions for the printed (hard copy) version,
air postage and packaging included.
\$312, 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 «Автоматичне Зварювання» (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.



Механізована колона для плакування ребристих стінок із використанням методу СМТ

Компанія SHI FW Energia FAKOP (FAKOP) славиться своєю відданістю традиціям і давньою, понад 100-літньою, історією. Її початок датовано 1880 р., коли Вільгельм Фіцнер і Конрад Гампер заснували в польському місті Сосновець фабрику з виготовлення парових котлів. Однак аби вийти на міжнародний рівень, компанії знадобилося два десятиліття: аж у 1900 р. польські котлярі здобули гран-прі на Всесвітній виставці в Парижі. 2009 р. FAKOP знову опинилася в центрі уваги, представивши найбільший у світі котел із псевдорозрідженим шаром. Підприємство, що прагне випускати найкращі в світі котли з використанням високих технологій, має передусім дбати про якість. Саме тому, обираючи рішення для плакування 12-метрових ребристих стінок обладнання сміттєспалювальних заводів, компанія віддала перевагу продукції Fronius. З-поміж лінійки автоматизованих зварювальних установок було вибрано систему плакування СМТ, оснащену механізованою колоною з двома піднімальними платформами.

Ребристі стінки – це поверхні нагрівання великих водотрубних котлів. Ці стінки оснащені трубами та плоскими рейками, що використовуються в комерційних та промислових електрогенераторах. З огляду на те, що з часом доводиться міняти вид палива на агресивніший і процес спалювання стає дедалі складніший, постала потреба додатково захистити ребристі стінки від корозії. Відтак було обрано плакування – найефективніший спосіб захисту поверхні ребристих труб.

Вміст заліза в зварному шві – менше 3 %. Процес плакування супроводжується численними труднощами. Ефективність захисту від корозії залежить переважно від ступеня змішування основного металу з нанесеним сплавом. Найважливіше – забезпечити максимально низький коефіцієнт змішування й високий рівень проплавлення основного металу й захисного шару. До того ж низький коефіцієнт змішування подовжує термін служби обладнання.

До того, як керівництво компанії FAKOP вирішило придбати механічну зварювальну систему СМТ, покриття на ребристі стінки наносили в інший спосіб.

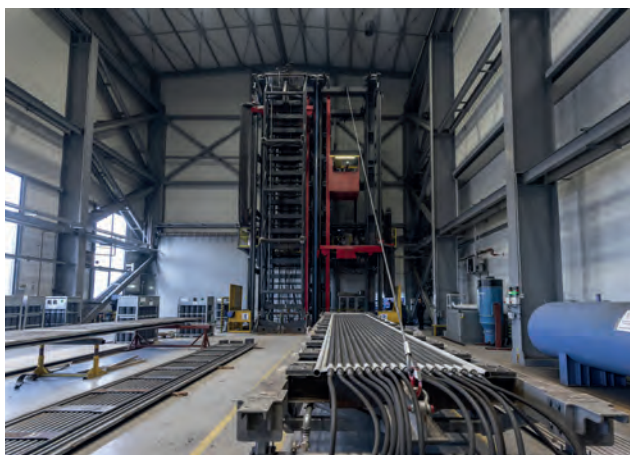
Вимоги до якості роботи високі, тому інженери-технологи FAKOP, що спеціалізуються на зварювальних технологіях, надають величезного значення попередній обробці ребристих стінок. Її здійснюють якнайретельніше, адже вона забезпе-

чує захист від пилу й іржі. Після цього стінки вирушають на плакування.

Процес зварювання як основа основ. Під час вибору зварювальної вишки вирішальним аргументом на користь продукції Fronius стала технологія СМТ. Основна її перевага – цифрове керування процесом, коли пристрій може самостійно виявляти короткі замикання й контролювати відрив краплі за допомогою втягування дроту. Це забезпечує рух дроту вперед і назад, що дає змогу скоротити фазу горіння дуги й зменшити тепловий вплив. Завдяки цьому вдається досягти переходу матеріалу без утворення бризок, а результатом плакування стає максимально гладенька поверхня з рівномірним покриттям і плавними перекриттями швів.

Високий рівень професіоналізму. Фахові знання й досвід у галузі зварювання є надзвичайно важливими. Наприклад, варто пам'ятати, що стабільність дуги та пов'язана з нею схильність до пороутворення значною мірою залежать від оптимальної й стабільної швидкості подавання дроту.

«Ми працюємо з довжелезним, близько 15 м, дротом, що тягнеться від каналу подачі до зварювального пальника. Тож підтримувати стабільну швидкість непросто: для цього потрібен надійний пристрій подачі дроту, а також виконання серії випробувань і значний досвід», – розповідає Пйотр



Механізована колона для плакування з використанням методу СМТ: ребристі стінки піднято



Механізована колона для плакування з використанням методу СМТ: ребристі стінки зафіксовано, вигляд із платформи



Механізована колона для плакування з використанням методу CMT: процес плакування

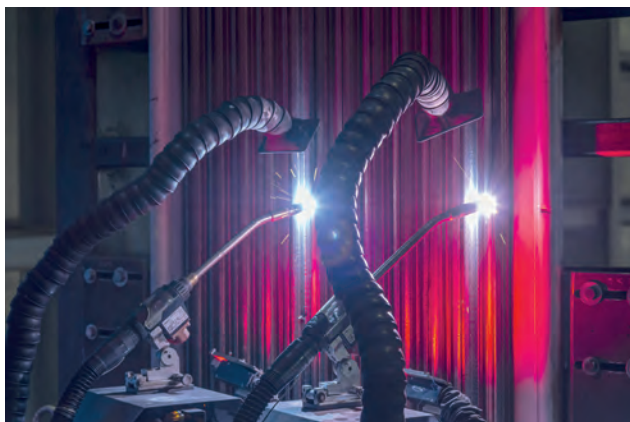
Огурек (Piotr Ogórek), фахівець із технологій і розвитку. Підкреслюючи важливість фахових знань для плакування мембранних стінок, він додає: «Іще одним ключовим критерієм є правильне положення зварювального пальника: якщо встановити його під неправильним кутом, утворюватимуться бризки».

Іншими факторами, що впливають на якість процесу, є виліт електрода, довжина дуги та стабільна швидкість подачі дроту, які сприяють зменшенню кількості пор. Із допомогою представників компанії Fronius спеціалісти ФАКОР адаптували налаштування своїх джерел живлення TPS/і CMT і відрегулювали виліт електрода таким чином, щоб досягти оптимальних результатів зварювання без утворення пор.

Максимально проста у використанні високо-технологічна зварювальна механізована колона. Під час зварювання потрібно виконувати коливальні рухи в горизонтальній площині, рухаючись згори донизу у вертикальному положенні (PG). Обидві піднімальні платформи оснащено зварювальним обладнанням CMT, інтуїтивно зрозумілими органами керування системою НМІ із сенсорним екраном, камерою ArcView із монітором, двома зварювальними пальниками CMT та джойстиком для їх налаштування.

Усі зварювальні пальники мають рідинне охолодження, тому ступінь розбавлення значною мірою залежить від температури пальника. Для забезпечення стабільного граничного значення, що не перевищує 3 %, температура пальника не має бути ні зависокою, ні заниженою. Саме для цього й потрібне точне регулювання показників за допомогою системи охолодження.

Варто згадати і про те, що в рамках оптимізації систему було оснащено функцією точного ре-



Механізована колона для плакування з використанням методу CMT: зварювальні пальники з димовідведенням

гулювання положення зварювального пальника за допомогою джойстика. Раніше його доводилося переміщати рейковими напрямними вручну. Відтак точно відрегулювати положення пальника було надзвичайно складно, це вимагало неабиякої вправності. Однак сьогодні за допомогою камери ArcView і джойстика це можна зробити швидко, легко та з точністю до міліметра.

Безпеку користувача гарантують системи димовідведення, встановлені на кожному зварювальному пальнику, а також темно-червона захисна завеса, що закриває обидві піднімальні платформи, охоплює всю систему по висоті й захищає операторів зварювального обладнання від УФ-випромінювання.

«Іще одна важлива особливість системи Fronius – програмне забезпечення WeldCube для керування зварними з'єднаннями. Під час плакування WeldCube записує всі дані, й ця інформація допомагає нам керувати процесом. Ми дуже задоволені зварювальною системою Fronius, тому вирішили придбати ще одну».

Захист навколишнього середовища. Компанія ФАКОР не лише виготовляє високоякісні ребристі стінки й водотрубні котли, а й робить важливий внесок в екологічно безпечну утилізацію відходів на сміттєспалювальних заводах. За даними ISWA (Міжнародної асоціації з твердих відходів), що не рік у світі утворюється близько 7–10 млрд т побутових відходів. Значна їх частина потрапляє на звалища, де згодом утворюється метан – парниковий газ, у 20 разів шкідливіший за вуглекислий. Заводи з переробки відходів є ефективною альтернативою звалищам і допомагають зменшити викиди парникових газів, виробляючи при цьому електроенергію й тепло. Крім того, це сприяє розвитку економіки замкнутого циклу.

Fronius International GmbH — австрійська компанія з головним офісом в місті Петтенбах і відділеннями в містах Вельс, Тальхайм, Штайнхаус і Заттледт. Компанія, штат якої налічує 6100 співробітників по всьому світу, працює в галузях зварювального обладнання, фотовольтаїки та систем для заряджання акумуляторних батарей. Близько 89 % продукції компанії постачається на експорт за допомогою 36 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 1366 чинними патентами, що робить її світовим лідером інновацій.



УЧБОВО-АТЕСТАЦІЙНИЙ ЦЕНТР ЗВАРНИКІВ

Історія Державного підприємства «Міжгалузевий учбово-атестаційний центр Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України» (Центр) починається з 1958 р., коли постановою уряду СРСР при ІЕЗ ім. Є.О. Патона були створені постійно діючі короткотермінові курси підвищення кваліфікації інженерно-технічних працівників зварювального виробництва. Основна задача курсів полягала в підвищенні кваліфікації інженерів і техніків промисловості, транспорту та будівництва для широкого впровадження нових зварювальних процесів і технологій.

У 1977 р. курси увійшли до складу Учбового центру зварювання ІЕЗ ім. Є.О. Патона та Київського політехнічного інституту як підрозділ науково-навчального відділу ІЕЗ ім. Є.О. Патона. Щорічно для тематичного плану курсів розроблялось 12-15 навчальних програм, за якими проходило підвищення кваліфікації більш як 500 спеціалістів підприємств зварювального виробництва країни.

З метою розширення напрямків професійної підготовки та забезпечення підприємств зварювального виробництва кваліфікованими кадрами для впровадження нової техніки і технологій в галузі зварювання і спеціальної електрометалургії у 1988 р. розпорядженням уряду УРСР на базі курсів було створено Міжгалузевий учбовий центр ІЕЗ ім. Є.О. Патона як госпрозрахунковий структурний підрозділ ІЕЗ ім. Є.О. Патона.

Основні напрямки діяльності центру включали:

- підвищення кваліфікації інженерно-технічного персоналу в галузі зварювання, паяння, наплавлення, неруйнівних методів контролю якості зварних з'єднань, спеціальної електрометалургії, нанесення захисних і зміцнюючих покриттів;
- підвищення кваліфікації викладачів і майстрів виробничого навчання зі зварювання професійно-технічних навчальних закладів;
- професійну підготовку, перепідготовку і підвищення кваліфікації робітників для експлуатації нової техніки та застосування нових технологічних процесів зварювання.

У 1991 р. до складу Центру було включено Міжнародний семінар-практикум зі зварювання Організації об'єднаних націй з промислового розвитку (ЮНІДО), за програмою якого проводилась підготовка інженерного персоналу з країн Азії, Африки, Латинської Америки та Європи. У 1996 р. у зв'язку зі зміною пріоритетів у діяльності ЮНІДО семінар-практикум припинив діяльність.

На початку 1990-х років ІЕЗ ім. Є.О. Патона ініціював роботи з формування національної системи кваліфікації персоналу зі зварювання відповідно до вимог національних і міжнародних стандартів у галузі зварювання. Результатом цих робіт стало ство-

рення у 1994 р., спільним рішенням Національної академії наук України і Міністерства освіти і науки України, Українського атестаційного комітету зварників (УАКЗ) та затвердження Міжгалузевого учбового центру ІЕЗ ім. Є.О. Патона в якості базової організації зі спеціальної підготовки експертів УАКЗ і членів комісій з кваліфікаційних випробувань зварників.

Розширення сфери діяльності потребувало створення відповідної навчально-виробничої бази. Для цього рішенням директора ІЕЗ ім. Є.О. Патона академіка Б.Є. Патона центру було передано частину виробничих площ експериментального виробництва, на яких було обладнано навчальні майстерні і з 1995 р. розпочато професійно-практичну підготовку і кваліфікаційні випробування зварників за трьома способами зварювання:

- ручне дугове зварювання покритими електродами;
- ручне дугове зварювання неплавким електро-дом в інертних газах;
- механізоване зварювання плавким електро-дом в захисних газах.

Створення потужного навчального комплексу з професійної підготовки персоналу в галузі зварювання дало можливість підключитися до програм системи кваліфікації Європейської зварювальної федерації та у 1988 р. розпочати спільно з Навчально-дослідним інститутом Німецького зварювального товариства з м. Росток (SLV Mecklenburg-Vorpommern) проведення навчання спеціалістів зі зварювання підприємств України з присвоєнням кваліфікації «Європейський інженер зі зварювання».

У 1999 р. з метою підвищення ефективності робіт із забезпечення підприємств висококваліфікованим персоналом в галузі зварювання, створення науково-методичних основ їх професійної підготовки на рівні міжнародних вимог та посилення господарсько-економічної самостійності рішенням Бюро Президії Національної академії наук України Міжгалузевий учбовий центр було реорганізовано в самостійний госпрозрахунковий Міжгалузевий учбово-атестаційний центр ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України з правом юридичної особи.

Сьогодні Центр здійснює професійну підготовку, перепідготовку, підвищення та підтвердження кваліфікації персоналу зі зварювання всіх категорій від інженера до зварника, згідно з вимогами національних і міжнародних нормативних документів. У структурі Центру функціонують два незалежних один від одного підрозділи, один з яких здійснює професійну підготовку, перепідготовку та підвищення кваліфікації, а другий здійснює кваліфікаційні випробування та присвоює чи підтверджує кваліфікацію.



Центр має ліцензію Міністерства освіти і науки України на професійне навчання і кваліфікацію зварників та акредитацію в кваліфікаційних системах Українського атестаційного комітету зварників (УАКЗ), Європейської зварювальної федерації (EWF) і Міжнародного інституту зварювання (IIW), забезпечуючи безперервну та багатопланову професійну підготовку різних категорій персоналу зі зварювання за програмами:

- перепідготовка, підвищення та підтвердження кваліфікації інженерно-технічного персоналу в галузі зварювання та споріднених технологій;
- підвищення кваліфікації викладачів та майстрів виробничого навчання (інструкторів) зі зварювання;
- професійна підготовка, перепідготовка, підвищення та підтвердження кваліфікації зварників і операторів автоматичного зварювання;
- кваліфікаційна атестація персоналу зварювального виробництва відповідно до національних та міжнародних вимог.

У кваліфікаційній системі Українського атестаційного комітету зварників Центр, крім підготовки та атестації експертів УАКЗ і членів комісій з атестації зварників, здійснює підготовку і кваліфікацію інженерів, технологів і майстрів зі зварювання (координаторів зварювальних робіт).

Згідно з акредитацією Міжнародного інституту зварювання Центр з 2003 р. здійснює перепідготовку персоналу з присвоєнням кваліфікацій: Міжнародний інженер зі зварювання, Міжнародний технолог зі зварювання, Міжнародний спеціаліст зі зварювання, Міжнародний інспектор зі зварювання, Міжнародний практик зі зварювання, Міжнародний зварник.

Міжнародна система кваліфікацій персоналу зі зварювання базується на єдиних керівних документах і настановах, що визначають зміст програм професійної підготовки, процедури та критерії підтвердження визначених професій-



них кваліфікацій. Вони є обов'язковими для всіх акредитованих Міжнародним інститутом зварювання кваліфікаційних органів у різних країнах.

Завдяки використанню єдиних програм професійної підготовки по кожній з кваліфікацій, чітко регламентованим оцінюючим критеріям і дієвій системі контролю за організацією та проведенням кваліфікаційних випробувань і екзамнів система кваліфікацій Міжнародного інституту зварювання і Європейської зварювальної федерації забезпечує взаємне визнання кваліфікації персоналу зі зварювання в різних країнах.

Навчальна та науково-методична діяльність Центру здійснюється в тісній взаємодії з науковими відділами і службами ІЕЗ ім. Є.О. Патона та кафедрами Інституту матеріалознавства і зварювання ім. Є.О. Патона НТТУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського».

Інноваційним методом і мобільним засобом професійної підготовки є розроблені в Центрі модульні технології навчання, які дозволяють слухачам отримати, підвищити чи підтвердити професійну кваліфікацію в галузі зварювання, підключаючись до процесу навчання на визначених етапах, отримуючи при цьому відповідні кваліфікаційні документи (посвідчення чи сертифікати) за умови, що витримано стандартизовані кваліфікаційні випробування.

Сучасна навчальна база, інноваційні технології професійної підготовки, висококваліфіковані викладачі та інструктори забезпечують досягнення кожним слухачем Центру визначеного рівня професійної кваліфікації.

Запрошуємо до співробітництва всіх бажаючих отримати чи підтвердити професійну кваліфікацію в галузі зварювання як в національній, так і в міжнародній кваліфікаційних системах.

Директор центру
П. Проценко





**Міжгалузовий учбово-атестаційний центр
Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України
Програми професійної підготовки на 2023 р.**



Шифр курсу	Найменування програми		Тривалість	Строки проведення	
1. Підвищення кваліфікації інженерно-технічних працівників					
101	Підтвердження професійної компетентності координаторів (керівників) зварювальних робіт згідно ДСТУ ISO 14731 «Координація зварювальних робіт. Завдання і функції»		сертифікація	3 тижня (112 г)	березень, жовтень
102			ресертифікація	24 г	травень, липень, листопад
103	Розширення області сертифікації координаторів (керівників) зварювальних робіт		6 г	жовтень	
106	Технічне керівництво зварювальними роботами при ремонті діючих трубопроводів (під тиском)		підготовка і атестація	2 тижня (72 г)	за узгодженням з замовником
107			переатестація	22 г	
109	Технічне керівництво роботами по контактному стиковому зварюванню залізничних рейок.		72 г	лютий-грудень	
111	Підготовка і атестація голів комісій з атестації зварників - експертів Українського атестаційного комітету зварників (УАКЗ)		3 тижня (112 г)	квітень, грудень	
112	Розширення області атестації голів комісій з атестації зварників – експертів УАКЗ (згідно НПАОП 0.00-1.16-96)		8 г	травень, грудень	
1121	Розширення повноважень експертів УАКЗ на право атестації зварників згідно ДСТУ EN ISO 9606-1		32 г	червень	
1122	Розширення повноважень експертів УАКЗ на право атестації зварників пластмас згідно ДСТУ EN 13067		72 г	травень	
113	Підготовка і атестація членів комісій по атестації зварників:	фахівців технологічних служб, відповідальних за організацію атестації зварників	2 тижня (72 г)	по мірі комплектування груп	
114		фахівців служб технічного контролю, відповідальних за контроль зварних з'єднань (включаючи спеціальну підготовку до атестації по візуально-оптичному методу контролю)	2 тижня (74 г)		
115		фахівців служб охорони праці підприємств	2 тижня (74 г)		
116	Розширення області атестації членів комісій по атестації зварників – фахівців технологічних служб по зварюванню (згідно НПАОП 0.00-1.16-96)		6 г	травень	
117	Розширення повноважень членів комісій по атестації зварників – фахівців технологічних служб по зварюванню на право атестації зварників згідно ДСТУ EN ISO 9606-1		32 г	по мірі комплектування груп	
118	Розширення повноважень членів комісій по атестації зварників – фахівців з технічного контролю на право атестації зварників згідно ДСТУ EN ISO 9606-1		24 г		
119	Підтвердження повноважень (переатестація) голів комісій з атестації зварників - експертів УАКЗ з розширенням повноважень на право атестації зварників згідно ДСТУ EN ISO 9606-1		32 г	січень, березень, травень, жовтень, листопад	
120	Підтвердження повноважень (переатестація) членів комісій по атестації зварників:	фахівців технологічних служб по зварюванню з розширенням повноважень на право атестації зварників згідно ДСТУ EN ISO 9606-1	32 г	січень, березень, травень, жовтень	
121		фахівців з технічного контролю	16 г	лютий, травень, липень, жовтень	
122		фахівців з технічного контролю (включаючи спец. підготовку до атестації по візуально-оптичному методу контролю)	36 г		
123		фахівців з охорони праці	16 г		
130	Перепідготовка фахівців зварювального виробництва по програмах Міжнародного інституту зварювання (МІЗ) із присвоєнням кваліфікації:	Міжнародний інженер із зварювання	453/ 128 г ¹	квітень, листопад	
132		Міжнародний технолог із зварювання	372/91 г ¹		
134		Міжнародний спеціаліст із зварювання	248/60 г ¹		
135		Міжнародний практик із зварювання	114 г		
136		Міжнародний дизайнер (конструктор) із зварювання	40 г	за узгодженням з МІЗ	
137		Міжнародний інспектор із зварювання	повного рівня	230 г	вересень
140			стандартного рівня	170 г	
149			базового рівня	115 г	
	фахівців, які мають кваліфікацію «Міжнародний інженер / технолог із зварювання»		76/78 г		
141	Металографічні дослідження металів і зварних з'єднань		спеціальна підготовка і атестація	2 тижня (72 г)	липень
142			переатестація	22 г	квітень, липень, вересень
143	Фізико-механічні випробування матеріалів і зварних з'єднань		спеціальна підготовка і атестація	2 тижня (72 г)	по мірі комплектування груп
144			переатестація	20 г	
145	Емісійний спектральний аналіз (стилоскопіювання) металів і сплавів		спеціальна підготовка і атестація	2 тижня (74 г)	
146			переатестація	22 г	
151	Виробництво зварювальних матеріалів: організація, технології і системи управління якістю		2 тижня (72 г)	за узгодженням з замовником	

ІНФОРМАЦІЯ

Тематичні семінари (можливе проведення на території замовника)			
161	Нормативно-технічна документація у зварювальному виробництві, стан і перспективи	2 дні (16 г)	березень, червень, жовтень
162	Забезпечення якості зварювання. Вимоги національних і міжнародних стандартів	2 дні (16 г)	квітень, червень, жовтень
163	Виготовлення конструкцій із сталі згідно вимог ДСТУ EN 1090	32 г	лютий

2. Підвищення кваліфікації педагогічних працівників системи професійної освіти в галузі зварювання

203	Підвищення кваліфікації майстрів (інструкторів) виробничого навчання із зварювання	110 г	за узгодженням з замовником
204	Підвищення кваліфікації викладачів спеціальних дисциплін професійно-технічних навчальних закладів по напрямку «Зварювання»	40 г	

3. Професійна підготовка, перепідготовка і підвищення кваліфікації кваліфікованих робітників в галузі зварювання і споріднених технологій
(з присвоєнням кваліфікації відповідно до національної і міжнародної кваліфікаційних систем)

Курсова підготовка ЗВАРНИКІВ:			
301	ручного дугового зварювання покритими електродами (ММА) (з присвоєнням національної і міжнародної кваліфікації)	9 тижнів (356 г)	постійно, (індивідуальна підготовка за модульною технологією)
302	ручного дугового зварювання неплавким металевим електродом в інертних газах (TIG) (з присвоєнням національної і міжнародної кваліфікації)	5 тижнів (192 г)	
304	механізованого дугового зварювання плавким електродом в захисних газах (MIG/MAG) (з присвоєнням національної і міжнародної кваліфікації)	7 тижнів (276 г)	
306	автоматичного дугового зварювання під флюсом / в захисних газах	3 тижня (112 г)	
308	контактного (пресового) зварювання рейок з атестацією відповідно ДСТУ EN 14732	3 тижня (112 г)	
309	пластмас (зварювання трубопроводів з поліетиленових труб) з атестацією відповідно до ДСТУ EN 13067	5 тижнів (196 г)	
Підготовка зварників по програмах Міжнародного інституту зварювання із присвоєнням кваліфікації:			
310	Міжнародний зварник кутових швів (IFW) з атестацією по EN ISO 9606-1	130 – 210 г ²	постійно, (індивідуальна підготовка за модульною технологією)
312	Міжнародний зварник плоских з'єднань (IPW) з атестацією по EN ISO 9606-1	250 – 380 г ²	
315	Міжнародний зварник труб (ITW) з атестацією по EN ISO 9606-1	360 - 510 г ²	
318	Міжнародний практик-зварник (IWP) з атестацією по EN ISO 9606-1	35 - 153 г ²	
Перепідготовка ЗВАРНИКІВ із присвоєнням кваліфікації «Міжнародний зварник»: (IFW, IPW, ITW)			
321	перепідготовка зварників ручного дугового зварювання покритими електродами (ММА) з атестацією по ДСТУ EN ISO 9606-1	76-112 ²	постійно, (індивідуальна підготовка за модульною технологією)
322	перепідготовка зварників механізованого дугового зварювання плавким електродом в захисних газах (MIG/MAG) з атестацією по ДСТУ EN ISO 9606-1	76-112 г ²	
323	перепідготовка зварників ручного дугового зварювання неплавким металевим електродом в інертних газах (TIG) з атестацією по ДСТУ EN ISO 9606-1	76-112 г ²	
Підвищення кваліфікації ЗВАРНИКІВ:			
330	ручного дугового зварювання покритими електродами	2 тижня (72 г)	постійно, (індивідуальна підготовка за модульною технологією)
331	ручного дугового зварювання неплавким металевим електродом в інертних газах	2 тижня (72 г)	
333	механізованого дугового зварювання плавким електродом в захисних газах (MIG/MAG)	2 тижня (72 г)	
334	механізованого дугового зварювання порошковим дротом	2 тижня (72 г)	
Курсова підготовка контролерів неруйнівного контролю:			
343	Спеціалізація – візуально-оптичний контроль	72/196 г ³	індивідуальна підготовка за узгодженням з замовником
344	Спеціалізація – радіографічний контроль	72/196 г ³	
345	Спеціалізація – ультразвуковий контроль	72/196 г ³	
346	Спеціалізація – магнітопорошковий контроль	72/196 г ³	
347	Спеціалізація – капілярний контроль	72/196 г ³	

4. Атестація персоналу зварювального виробництва

400	Атестація координаторів (керівників) зварювальних робіт відповідно до ДСТУ ISO 14731	8 г	проводиться по закінченню курсів 101-109
401	Спеціальна підготовка і атестація зварників відповідно до НПАОП 0.00-1.16-96 і стандартів ДСТУ EN ISO 9606-1,2,3,4,5, ДСТУ ISO 14732	72 г	постійно
402	Додаткова і позачергова атестація зварників згідно з НПАОП 0.00-1.16-96	24 г	
403	Періодична атестація зварників відповідно до НПАОП 0.00-1.16-96, ДСТУ EN ISO 9606-1,2,3,4,5	32 г	
405	Спеціальна підготовка і атестація зварників авіаційної промисловості відповідно до ДСТУ ISO 24394	72 г	
406	Періодична атестація зварників відповідно до міжнародного (європейського) стандарту EN ISO 9606-1	24 г	постійно
407	Спеціальна підготовка і атестація операторів автоматичного зварювання плавленням відповідно до стандарту ДСТУ ISO 14732	72 г	
411	Спеціальна підготовка і атестація зварників на допуск до виконання зварювальних робіт при ремонті діючих магістральних трубопроводів (під тиском)	3 тижня (112 г)	за узгодженням з замовником
412	Періодична атестація зварників на допуск до виконання зварювальних робіт при ремонті діючих магістральних трубопроводів (під тиском)	32 г	
413	Періодична атестація операторів-зварників контактної-стикового зварювання рейок відповідно до ДСТУ ISO 14732 і СОУ 35.2-00017584-030-1:2009 (проводиться по закінченню курсу 308)	32 г	

414	Атестація зварників пластмас відповідно до ДСТУ EN 13067 (зварювання трубопроводів з поліетиленових труб)			проводиться по закінченні курсу 309
415	Періодична атестація зварників пластмас (зварювання трубопроводів з поліетиленових труб) відповідно до ДСТУ EN 13067		32 г	щокварталу
421	Спеціальна підготовка дефектоскопістів до сертифікації згідно ДСТУ EN 9712	ультразвуковий контроль	32/36 / 64 (I рів) г ⁴	індивідуальна підготовка за узгодженням з замовником
423			40/48 / 72/80 /144 (II рів) г ⁴	
427		радіографічний контроль	36/40 72 (I рів) г ⁴	
430			40/48 / 76/80 / 152 (II рів) г ⁴	
433		візуально-оптичний контроль	16/20 / 30 (I рів) г ⁴	
436			20/24 / 35/40 / 70 (II рів) г ⁴	
448	Переатестація операторів-зварників контактної-стикового зварювання рейок відповідно до вимог ДСТУ ISO 14732 і СОУ 35.2-00017584-030-1:2009		32 г	лютий

5. Тренінги, тестування і підтвердження кваліфікації

501	Професійне тестування і підтвердження кваліфікації зварників механізованого дугового зварювання плавким електродом в захисних газах (MIG/MAG)	4 – 12 г ⁵	за узгодженням з замовником
502	Професійне тестування і підтвердження кваліфікації зварників ручного дугового зварювання неплавким металевим електродом в інертних газах (TIG)	4 – 12 г ⁵	
503	Професійне тестування і підтвердження кваліфікації зварників ручного дугового зварювання покритими електродами (MMA)	4 – 16 г ⁵	
512	Практичні тренінги з різних способів зварювання	8 – 32 г ⁵	

- ¹ -

Тривалість навчання визначається залежно від базової професійної підготовки і досвіду роботи у зварювальному виробництві.
- ² -

Тривалість навчання залежить від спеціалізації.
- ³ -

Тривалість програми визначається за результатами вхідного тестування.
- ⁴ -

Тривалість навчання вказується в направленні ОСП (орган по сертифікації персоналу).
- ⁵ -

Тривалість програми залежить від умов і характеру випробувань.

•

За узгодженням із Замовниками можливе проведення навчання по інших програмах, що не ввійшли в даний перелік.

•

На період навчання слухачам надається житло з оплатою за готівку.

•

Вартість навчання визначається при укладанні договору.

•

Для прийому на навчання необхідно направити заяву із зазначенням шифру курсу, кількості фахівців і поштових реквізитів підприємства.

Україна, 03150, м. Київ, вул. Антоновича, 56 Тел. (044) 294-61-65; 294-61-67, 200-82-80, 200-81-09,
E-mail: paton_muac@ukr.net, <http://muac.kpi.ua>

ПЕРЕДПЛАТА 2023

Журнали	Вартість передплати на друковані версії журналів*, грн.			
	місяць	квартал	півроку	рік
«Автоматичне зварювання», видається з 1948 р., 12 випусків на рік. ISSN 0005-111X. Передплатний індекс 70031.	280	840	1680	3360
«Сучасна електрометалургія», видається з 1985 р., 4 випуски на рік. ISSN 2415-8445. Передплатний індекс 70693.	—	280	560	1120
«Технічна діагностика та неруйнівний контроль», видається з 1989 р., 4 випуски на рік. ISSN 0235-3474. Передплатний індекс 74475.	—	280	560	1120
«The Paton Welding Journal»**, видається з 2000 р., 12 випусків на рік. ISSN 0957-798X. Передплатний індекс 21971.	560	1680	3360	6720

*Вартість з урахуванням доставки рекомендованою бандероллю.
** Журнал «The Paton Welding Journal» містить статті, отримані від авторів з усього світу і вибірково переклади на англійську мову статей з журналів «Автоматичне зварювання», «Сучасна електрометалургія», «Технічна діагностика та неруйнівний контроль».

Передплату на журнали можна оформити по каталогах передплатних агенцій «УКРПОШТА», «Преса», «Прес Центр», «АС Медіа» та у видавництві. Передплата через видавництво з любого місяця на любой термін, в т.ч. на попередні періоди та окремі статті, починаючи з першого року видання.

Передплата на електронну версію журналів.
Вартість передплати на електронну версію журналів дорівнює вартості передплати на друковану версію. Випуски журналу надсилаються електронною поштою у форматі pdf або для IP-адреси комп'ютера передплатника надається доступ до відповідних архівів журналу.
Передплата через сайт видавництва:
<https://patonpublishinghouse.com/ukr/journals/as/subscription>, <https://patonpublishinghouse.com/ukr/journals/sem/subscription>
<https://patonpublishinghouse.com/ukr/journals/tdnk/subscription>, <https://patonpublishinghouse.com/eng/journals/tpwj/subscription>
На сайті видавництва у 2023 р. доступні для вільного копіювання випуски журналів з 2007 по 2021 рр.

ЮВІЛЕЙ С.В. МАКСИМОВОЇ



3 грудня виповнилося 70 років доктору технічних наук, професору, керівнику відділу «Фізико-хімічні процеси паяння» Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України Максимовій Світлані Василівні – відомому фахівцю в галузі матеріалознавства і паяння.

У 1977 р. вона закінчила інженерно-фізичний факультет Київського політехнічного інституту за спеціальністю «Металознавство, обладнання і технологія термічної обробки металів». У 1994 р. Світлана Василівна захистила кандидатську дисертацію, а у 2011 р. здобула ступінь доктора технічних наук.

С.В. Максимова – відома вчена в галузі матеріалознавства, високо- та низькотемпературного паяння конструкційних матеріалів. За її безпосередньої участі створено наукові основи технологічних процесів і припої для виготовлення виробів відповідального призначення з різних матеріалів: жароміцних ливарних, дисперсійно-твердіючих нікелевих сплавів; перспективних матеріалів нового покоління на основі інтерметалідів нікелю і титану; мідних сплавів, вуглецевих матеріалів, сплавів на основі титану і алюмінію, у тому числі різномірних матеріалів, що відрізняються за фізико-хімічними властивостями, таких як мідь-вольфрам, молібден-графіт, молібден-нержавіюча сталь, алюміній-нержавіюча сталь, ковар-титан, твердосплавні матеріали-сталь. За її участі розроблено негігроскопічний фторидний флюс для паяння алюмінію, що дозволяє проводити процес паяння без введення припою. Під її керівництвом проведено фундаментальні дослідження з вивчення фізико-металургійних особливостей формування нероз'ємних з'єднань та запропоновано шляхи попередження утворення крихких фаз, що дозволило вирішити проблему забезпечення необхідних механічних властивостей та довготривалості

міцності паяним з'єднанням в жорстких умовах високої температури, нейтронного опромінення і постійно діючих навантажень. Виконано ряд спеціальних проектів для потреб авіації, газотурбобудування, ядерної енергетики, електроніки.

Наукові праці С.В. Максимової відомі спеціалістам у галузі паяння і за межами України. Вона була відповідальним виконавцем і керівником (з української сторони) декількох міжнародних проектів: «Токомак» – зі створення установки термоядерного синтезу; «Копернікус» – у галузі електроніки; паяння інтерметалідних сплавів з Ліверморською національною лабораторією (США); зі створення технологічного процесу паяння нержавіючих сталей без нікелевого покриття з Національною лабораторією «Сандія» (США); з паяння вуглецевих матеріалів з молібденом і нержавіючою сталлю (КНР); з паяння нікелевих жароміцних сплавів адгезійно-активними припоями (КНР). Вона є почесним професором і почесним експертом Державної Ключової лабораторії передових технологій паяння і припоїв Науково-дослідного інституту машинобудування (Чжэнчжоу, КНР). За свій внесок у розвиток українсько-китайського співробітництва С.В. Максимова нагороджена медаллю Китайської народної республіки «China Government Friendship Award».

Результати досліджень С.В. Максимової представлені в понад 270 друкованих працях, у тому числі в 9-и монографіях вітчизняних та закордонних видавництв, підручнику «Паяння матеріалів». Вона є співавтором 16 патентів України та патенту США.

За значний внесок у розвиток вітчизняної металознавчої науки в галузі паяння та впровадження наукових розробок на підприємствах України і за кордоном Світлана Василівна здобула заслужене визнання серед наукової спільноти. Вона є лауреатом Премії ім. Є.О. Патона НАН України, нагороджена відзнакою НАН України «За наукові досягнення», Ювілейною почесною грамотою Президії НАН України, отримала почесне звання «Заслужений діяч науки і техніки України».

Щиро вітаючи Світлану Василівну зі славним ювілеєм, бажаємо їй міцного здоров'я, творчої активності та благополуччя.

КОМПЛЕКС І ТЕХНОЛОГІЯ КОНТАКТНОГО СТИКОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ОПЛАВЛЕННЯМ МАГІСТРАЛЬНИХ ТРУБОПРОВОДІВ ВЕЛИКОГО ДІАМЕТРА В ПОЛЬОВИХ УМОВАХ

Перші роботи в області контактного зварювання труб були виконані в ІЕЗ ще в 1950-ті роки. Було показано, що при зварюванні деталей з розвиненим перерізом, зокрема, труб, найбільш доцільно здійснювати процес нагрівання методом безперервного оплавлення на відміну від нагрівання опором з періодичними замиканнями контактуючих деталей. При безперервному оплавленні гарантується стабільне і рівномірне по перерізу труб нагрівання, процес легко піддається автоматизації й відрізняється більш високими енергетичними показниками. Дослідженнями встановлено, що для забезпечення стійкого процесу оплавлення труб необхідно значне зменшення внутрішнього електричного опору зварювальних машин. Це завдання на протязі багатьох років не вдавалось вирішити провідним світовим компаніям-виробникам зварювального устаткування.

Видатним внеском у розвиток зварювання було створення вперше у світі контурних трансформаторів (В.К. Лебедев і Н.Г. Остапенко). Осердя трансформатора охоплює стикове з'єднання по контуру, а первинні й вторинні витки рівномірно розподілені по всьому периметру осердя. Вторинний виток може бути суцільним або складатися з декількох окремих елементів. Ці особливості нового принципу підведення енергії при контактному зварюванні дозволили вирішити в комплексі технологічні й електротехнічні проблеми, у тому числі, зниження потужності й забезпечення надійності роботи складних електросхем, механічних і гідравлічних приводів.

Реалізація цих розробок ІЕЗ ім. Є.О. Патона призвела до створення устаткування з принципово новими зварювальними трансформаторами – кільцевого й контурного типів. Однак розробка технології й устаткування для контактного зварювання надпотужних трубопроводів (1020...1420 мм) вимагала вирішення багатьох складних наукових і технічних проблем. Відомо, що зі збільшенням площі поперечного перерізу труб суттєво важче забезпечити відсутність дефектів і стабільну якість зварних з'єднань. Не менш складними проблемами виявились розробка шляхів зниження потужності й маси зварювальних машин, забезпечення надійного функціонування у польових умовах всіх вузлів, що містять складне електричне і гідравлічне обладнання, системи керування процесом, особливо у суворих кліматичних умовах. Рішення цих проблем вимагало принципово нових розробок у

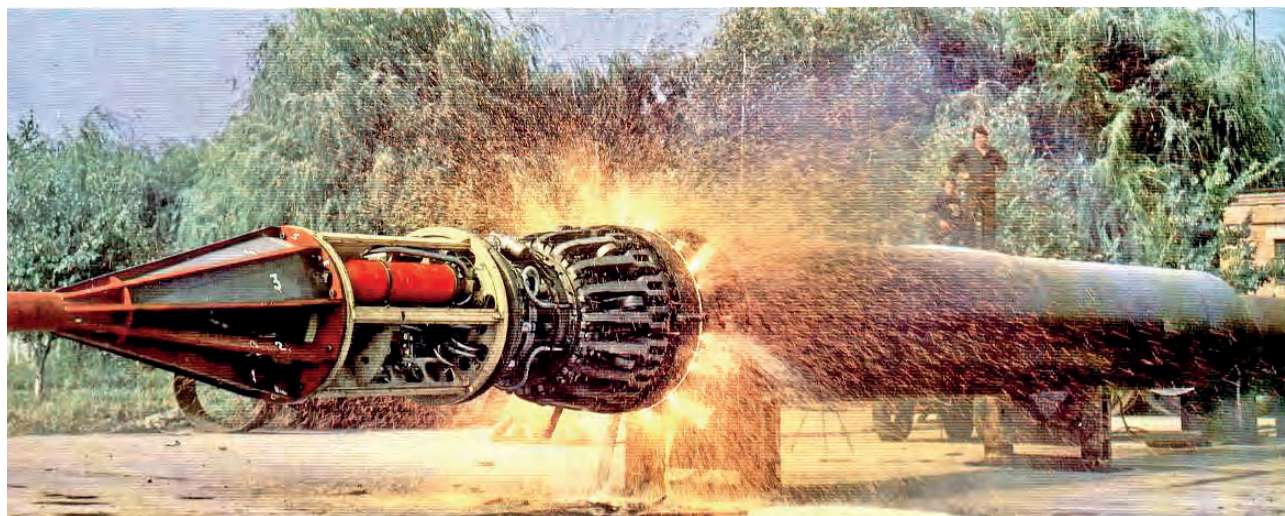
сферах технології зварювання і конструювання основних вузлів зварювальних машин, які не мали аналогів у вітчизняній і закордонній практиці.

В основу нової концепції була покладена ідея створення внутрішньотрубного виконання корпусу зварювальної машини, включаючи електроустаткування, гідропривід і системи керування, а також використання кільцевого трансформатора спеціальної конструкції, що забезпечувало роботу в суворих кліматичних умовах. Машина комплектувалась автономним приводом переміщення усередині труби. Весь комплекс, що включає крім внутрітрубної машини пересувну електростанцію, одержав назву «Север-1».

Розробка швидкодіючих регуляторів, що автоматично змінюють швидкість зближення труб у процесі нагрівання залежно від зміни зварювального струму, дозволила значно розширити області стійкого оплавлення й забезпечити можливість одержання його на трубах діаметром до 2 м при відносно низькій напрузі. Як показали виконані дослідження, для одержання стабільної якості зварних з'єднань, крім підтримки стійкого процесу оплавлення, необхідно забезпечити стабільність багатьох інших параметрів, що визначають режим зварювання. Це завдання було вирішено шляхом їх програмування, що передбачає зміну кожного параметра в процесі зварювання по наперед заданому для кожного типорозміру труб закону. Запропоновані способи програмування й пристрої для їх реалізації дозволили автоматично виконувати задані програми з урахуванням зміни реальних умов експлуатації, якості підготовки труб перед зварюванням, температури навколишнього середовища.

Покладені в основу нової технології контактного зварювання труб принципи регулювання й програмування процесу оплавлення дозволяють з великою вірогідністю прогнозувати якість зварних з'єднань шляхом реєстрації основних параметрів зварювання й порівняння їх із заданими еталонними значеннями. Накопичений у виробничих умовах досвід операційного контролю при зварюванні великої кількості труб різних діаметрів свідчить про високу його ефективність.

На базі виконаних розробок створена гама машин для КСЗО, що забезпечують зварювання в польових і стаціонарних умовах магістральних трубопроводів діаметром 114...1420 мм із товщиною стінки до 25 мм.



Установка K700 під час зварювання

Трубозварювальні комплекси «Север-1», які складаються зі зварювальної машини K700, пристрою для зачищення кінців труб і зняття ґрата, а також пересувної електростанції потужністю 630...800 кВА, успішно впроваджені в різних кліматичних зонах, у тому числі в умовах Крайньої Півночі. Застосування 1 комплексу замість ручного зварювання дозволяє вивільнити 35 кваліфікованих зварників. Перший комплекс «Север-1» випробували на газопроводі діаметром 1420 мм «Оренбург – Державний кордон». У 1977–1979 рр. такі комплекси почали працювати на північних трубопроводах.

На базі виконаних розробок створена гама машин для КСЗО, що забезпечила можливість зварювання в польових і стаціонарних умовах магістральних трубопроводів діаметром 114...1420 мм із товщиною стінки до 25 мм. Із застосуванням розроблених технологій та устаткування для КСЗО зварено десятки тисяч кілометрів газо- та нафтопроводів, у тому числі в суворих умовах Крайньої Півночі Росії, пустель Іраку і Туркменії.

У 1970-х роках інтенсивне освоєння газових і нафтових родовищ в північно-східних регіонах СРСР обумовило необхідність спорудження мережі магістральних трубопроводів великого діаметра для транспортування вуглеводної сировини до України і країн Європи. Вирішення даної проблеми з використанням існуючих технологій зварювання плавленням вимагало залучення величезної кількості кваліфікованих зварників, операторів неруйнівного контролю якості з'єднань, допоміжного персоналу і пов'язаного з цим розв'язання багатьох соціальних проблем. В суворих кліматичних умовах північних регіонів СРСР дуже гострою була проблема забезпечення якості зварних стиків надпотужних трубопроводів діаметром 720...1420 мм.

Впровадження розробленого в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона унікального устат-

кування для контактного стикового зварювання оплавленням магістральних трубопроводів діаметром до 1420 мм зробило значний внесок у вирішення проблеми транспортування нафти і газу до України, європейських регіонів СРСР і країн Європи, і сприяло, зокрема, суттєвому покращенню енергозабезпечення промисловості та соціальної сфери.

Розроблені технологічні основи КСЗО надпотужних трубопроводів і конструктивні рішення зварювального устаткування були використані при створенні унікальних комплексів для зварювання корпусів ракетної техніки на Південному машинобудівному заводі (м. Дніпро). Варто відзначити, що провідні світові компанії по виробництву ракетної техніки використовували технології виробництва корпусів ракет із цільної заготовки високоміцного алюмінієвого сплаву шляхом її токарної обробки. Тривалість цієї операції вимірювалась декількома місяцями, тобто на декілька порядків перевищувала часові характеристики розробленої в ІЕЗ технології виробництва зварних елементів корпусів ракет.

Ліцензію на устаткування і технологію зварювання трубопроводів великого діаметра придбала компанія McDermott (США), що забезпечило значні валютні надходження до державного бюджету.

У ХХІ ст. продовжуються дослідження і удосконалення інноваційних технологій КСЗО високоміцних трубних сталей нового покоління. За результатами цих робіт вдосконалено технологію КСЗО сучасних мікролегованих трубних сталей класу міцності X70...X90, розроблено алгоритми якості зварних з'єднань в залежності від наявної структурної неоднорідності металу труб, системи легування, вмісту мікролегуючих домішок тугоплавких елементів, розроблено і реалізовано системи прецизійного керування процесом зварювання за величиною енерговкладення.

С.В. Зяхор

Календар грудня*

1 грудня 1884

Алонсо Полінг та Генрі Харнішфегер засновують фірму «P&H Mining Equipment Inc.». У 1933 р. компанія створила перший у світі цільнозварний екскаватор. Незважаючи на слабкий попит на ринку, керівництво фірми постійно запроваджувало інновації та вдосконалювало виробництво. Були замінені заклепки на суцільнозварну конструкцію. Методи зварювання також покращили власними патентами. Створюючи крани та екскаватори, які були міцнішими, легшими та дешевшими, фірма «P&H Mining Equipment Inc.» впевнено посіла своє місце на ринку.



2 грудня 2008

Відкрито пам'ятник В.Г. Шухову (1853-1939) – інженеру, архітектору. Ним винайдені гіперболоїдні конструкції, сітчасті перекриття оболонок та промислові установки термічного крекінгу нафти. Вніс видатний внесок у технології нафтової промисловості та трубопровідного транспорту, у розробку та будівництво зварних каркасів будівель мартенівських та конверторних цехів, газопроводів гарячого дуття та повітронагрівача домни.



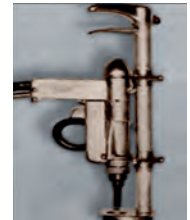
3 грудня 1959

На першому атомному криголамі «Ленін» було піднято державний прапор, ознаменувавши початок нової ери у цивільному суднобудуванні. Створення якісно нового типу корабля зажадало освоєння нових технологій. Вже в процесі будівництва атомоходу було вперше розроблено та впроваджено нові способи зварювання нержавіючої сталі. Працівники ВТК, які перевіряли якість зварних швів, ретельно стежили за зварними роботами. Найвідповідальніші шви проходили до 11 перевірок. На рентгеноскопію зварних швів пішло 4 км рентгенівської плівки. Протікання зварних швів допускалося трохи більше 4-5 крапель на рік. Криголам пропрацював близько 30 років у важких арктичних умовах.



4 грудня 1945

Опубліковано патент на метод приварювання шпильок. Спосіб був розроблений Тедом Нельсоном ще в 1936 р., але навіть через багато років залишається найефективнішим і надійним для зварювання кріпильних пристроїв. Процес приварювання шпильок за технологією Нельсона використовує дуговий розряд, для того щоб оплавити кінець болта (шпильки) або електрода з частиною основної конструкції металевої заготовки. Сьогодні компанія, створена Нельсоном, продовжує носити його ім'я та є відомим постачальником обладнання для приварювання шпильок.



5 грудня 2014

Успішно стартував космічний корабель «Оріон», який прийшов на зміну космічним човникам «Space Shuttle». Примітним є той факт, що він вважається першим цільнозварним кораблем, при будівництві якого застосовувалося зварювання тертям з перемішуванням. Крім космонавтики, нова технологія використовується у виробництві корпусів кораблів, стель вагонів, крил і фюзеляжів літаків.



6 грудня 1963

Було подано патент на ультразвуковий метод зварювання термопластів на ім'я Роберта Солофа та Сеймура Лінслі. Поява та початковий розвиток винаходу ультразвукового зварювання відносять до 1930-1940-х років. Під час досліджень ультразвукових коливань було виявлено, що при одночасному впливі на зону зварювання певного зусилля стиску та ультразвукових коливань з'єднання зразків здійснюється без пропускання через них електричного струму.

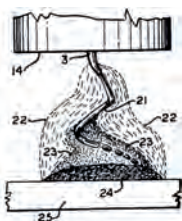


7 грудня 1995

Зонд НАСА «Галілео» увійшов в атмосферу Юпітера. У ході польоту на борту виникла проблема через деталі його антени, що приварилися одна до одної у вакуумі. Ця подія набула широкого розголосу і в 2006 р. Європейське космічне агентство випустило документ, в якому розглядало ймовірність холодного зварювання у вакуумі як певну небезпеку для космічних апаратів.



* Матеріал підготовлено компанією ТОВ «СТІЛ ВОРК» (м. Кривий Ріг) за участю редакції журналу.



8 грудня 1958

Д-р Олександр Лесневич (США) отримав патент US2916601A на метод зварювання електродом, що плавиться, з струменевим перенесенням металу. Особливістю даного винаходу є те, що тут використовується метод ротаційного перенесення металу, при якому рідкий метал обертається навколо своєї осі і конічно розширюється. Краплі металу переходять у радіальному напрямку в основний матеріал і створюють відносно плоске та широке проплавлення.



9 грудня 1937

Помер Нілс Густав Дален (1869-1937) – шведський винахідник, засновник компанії AGA, нобелівський лауреат з фізики у 1912 р. Втративши під час експериментів зір учений все ж таки отримав премію за винахід автоматичних регуляторів, які використовуються в поєднанні з газовими акумуляторами на маяках та буюх. Компанія AGA (до злиття у 2000 р. з компанією Linde) – найбільший виробник промислових газів.



10 грудня 1964

Нобелівську премію з фізики було вручено Ч. Таунсону (50 %, США), Н.Г. Басову (25 %, СРСР) та А.М. Прохорову (25 %, СРСР) за відкриття нового принципу генерації та посилення світла – лазера. На основі цих робіт на початку 1960-х років у США було створено перший оптичний квантовий генератор – лазер на рубіні, що використовується і в зварюванні. Лазер отримав свою назву за першими буквами англійської фрази: «Light-Amplification by Stimulated Emission of Radiation» (посилення світла шляхом стимульованого випромінювання).



11 грудня 1954

Спущений на воду «Форрестол» – американський авіаносець, головний корабель свого типу. Це був перший авіаносець, спроектований у післявоєнний час, у якому було повністю враховано досвід, отриманий під час Другої світової війни, а також враховано вимоги реактивної авіації. Під час будівництва кожного авіаносця типу «Форрестол» було витрачено близько 700 т зварювальних матеріалів, що стало рекордом використання таких матеріалів у суднобудуванні.



12 грудня 1928

Завершено будівництво мосту Маужице (Польща) – першого у світі повністю зварного автомобільного мосту. Міст був спроектований у 1927 р. Стефаном Брилою, одним з піонерів зварювання у цивільному будівництві.



13 грудня 1816

Народився відомий німецький інженер, винахідник, вчений Вернер фон Сіменс (1816-1892). Спільно з Йоганном Гальською (1814-1890) він створює фірму «Telegraphen Bauanstalt Siemens & Halske». Як основну сферу діяльності компанія обрала електротелеграфію. Саме телеграф зі своєю величезною кількістю проводів, які потребують з'єднання, став каталізатором розвитку контактного зварювання. Так, кінці телеграфних проводів зі спеціально виконаним косим зрізом торців збирали внапуск і з'єднували шляхом «напруження» постійним струмом, що проходить.



14 грудня 1896

Відкриття підземної лінії метро в Глазго, Шотландія. Лінія є третьою найстарішою підземною системою у світі після метро у Лондоні та Будапешті. Це єдине метро на Британських островах поза Лондоном, яке розташоване повністю під землею. Під час будівництва метро використали електродугове зварювання.



15 грудня 1932

Почали експлуатувати ВЛ19 – радянський магістральний вантажопасажирський електровоз постійного струму, що випускався з 1932 по 1938 рр. Був першим суцільнозварним електровозом, а серед серійних (до березня 1953 р.) єдиним електровозом, конструкція якого була створена у СРСР. У 1931 р. майже на всіх паровозобудівних і вагонобудівних заводах Радянського Союзу перейшли на зварювання деталей, вузлів і конструкцій.

16 грудня 1947

Фізик-експериментатор Уолтер Браттейн, який працював із теоретиком Джоном Бардіном, зібрав перший працездатний точковий транзистор. Пізніше завдяки створенню Вільямом Шоклі теорії р-п-переходу (1948-1950) було отримано площинний транзистор, потім планарний (1959), що став основою створення монолітних інтегральних схем, що застосовуються, зокрема, в зварювальних інверторах.

**17 грудня 1946**

Зпатентоване гравітаційне зварювання (US2412660A). Цей вид зварювання поширений незначно, наприклад, у суднобудуванні при зварюванні полотнищ, але в деяких випадках є зручним і необхідним. При зварюванні важкодоступних місць застосовується зварювання лежачим електродом. Перевага цього способу полягає в тому, що завдяки нескладній механізації процес стає легкокерованим, один робітник обслуговує відразу кілька установок.

**18 грудня 1959**

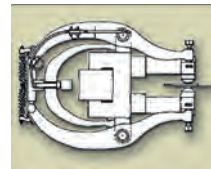
Було закладено перший у світі атомний підводний човен К-162 з титановим корпусом. Радянський атомний підводний човен другого покоління був найшвидшим у світі підводним човном, що досягав у підводному положенні швидкості понад 80 км/год (42 вузли). Зварювання титанових конструкцій доводилося проводити в середовищі аргону (було витрачено близько 1 млн м³ аргону). Ці роботи вимагали ювелірної точності та хірургічної чистоти у процесі виконання робіт.

**19 грудня 1939**

Прийнятий на озброєння Червоної Армії, а у березні 1940 р. затверджений до серійного виробництва середній танк Т-34. Усього упродовж років війни випущено понад 35 тис. Т-34 всіх модифікацій. Спочатку корпус та вежа Т-34 зварювалися вручну електродами зі спеціальною обмазкою. Усього виконувалося кілька десятків швів. Одночасно з розробкою технології було спроектовано та виготовлено дві установки для автоматичного зварювання борту корпусу танка Т-34 з підкрілком. У січні 1942 р. було зварено перший дослідний зразок. З ініціативи Є.О. Патона було запущено першу у світі поточкову лінію з виробництва корпусів танків, на якій було задіяно близько 20 установок для автоматичного зварювання під флюсом. Продуктивність автоматичного зварювання виявилася в 10 разів вищою, ніж ручного (фото танка Т-34 на території ІЕЗ ім. Є.О. Патона).

**20 грудня 1898**

Опубліковано патент О. Кляйншміда на одну із розробок точкового зварювання. Кляйншмід замінив вугільні електроди в приладах Бенардоса мідними а, також вигадав удосконалений пристрій для зварювання, вмонтувавши трансформатор безпосередньо в кліщі. З цього часу точкове зварювання вийшло зі стадії лабораторних експериментів і розпочалася робота над підвищенням продуктивності процесу.

**21 грудня 1965**

Роберту Солоффу та Сеймуру Лінслі був виданий патент US3224916A на винахід ультразвукового зварювання. Цей метод було винайдено для зварювання тонких пластикових плівок. Солофф помітив, що енергія звукових хвиль може поширюватися по всій поверхні стику, а значить одночасно зварювати всю область з'єднання, що стало основою для його винаходу.

**22 грудня 2007**

Французька ракета-носіє «Ariane 5» вивела на орбіту перший в історії африканський супутник. Для створення «Ariane 5» інженери, що займаються зварюванням паливного бака для ракети, виготовили його з алюмінію завтовшки 3 мм. Зварювальний апарат обертався всередині бака, що дозволяло забезпечувати безшовне зварювання. Цілісність шва має вирішальне значення, оскільки криогенні резервуари утворюють несучу конструкцію першого ступеня ракети-носія. Крім цього, для створення ракети використовувалися зварювальні роботи «KUKA», які також забезпечували безшовне зварювання.

**23 грудня 1947**

Брати Джордж та Майкл Боїнги (Boeing) заснували компанію Boeing як компанію, що виробляє велосипеди. У 1934 р. була перекваліфікована у компанію, що займається авіаперевезеннями. 14 листопада 1939 р. було офіційно представлено перший пасажирський двомісний літак. У 1942 р. на його базі було випущено легкий розвідувальний літак В17, що увійшов до складу авіафлоту США та значно посилив позиції альянсу у Другій світовій війні. 26 лютого 1967 р. компанія відмовляється від усіх своїх напрямів у виробництві та сфері послуг та залишає за собою лише виробництво літаків та здійснення авіаперевезень. Компанія Boeing Commercial Airplanes інтегрує в виробництво літаків усі сучасні досягнення в техніці, в т.ч. в зварюванні.





24 грудня 1818

Народився Джеймс Джоуль (1818-1889) – англійський фізик, який зробив значний внесок у становлення термодинаміки. Під час досліджень електрики сплавлялися пучки проводів у коробці з вугіллям, завдяки пропусканню по проводах електричного струму, тобто в принципі здійснювалося зварювання опором.



25 грудня 1901

У різдвяну ніч 1901 р. було скоєно напад на земельний банк у Ганновері. Спроба пограбування не вдалася, і про неї не варто було б і згадувати, якби не одна обставина: тут уперше для розтину сейфа злочинці скористалися «газовим різакон» – автогенним пальником. Невідомі грабіжники, яких можна назвати «технічно неписьменними», зазнали фіаско. Справа в тому, що для горіння заліза необхідна велика кількість кисню, вони змогли подолати лише зовнішню восьмиміліметрову обшивку сейфа, виготовленого з простої листової сталі.



26 грудня 1922

Роберт Нобель з компанії General Electric розробив автоматичне зварювання за допомогою постійного струму, використовуючи напругу дуги, яким регулювалася швидкість подачі. В основному цей метод використовувався для ремонту зношених валів двигунів та коліс кранів. Цей процес використовував голий електродний дріт, швидкість подачі якого залежала від напруги дуги.



27 грудня 1968

Завершив політ «Аполлон-8» – другий пілотований космічний корабель у рамках американської космічної програми «Аполлон», під час якого люди вперше досягли іншого небесного тіла, Місяця. Це був перший пілотований старт ракети Сатурн-5. Ракета Сатурн-5 залишається найбільш вантажопідіймною, найбільш потужною, найважчою і найбільшою із створених на даний момент ракет, що виводили корисне навантаження на орбіту. Для зварювання алюмінієвих баків ракети використовувалося електронно-променеве, лазерне та плазмово-дугове зварювання.



28 грудня 1870

Народився американський кузовобудівник Едвард Бадд. Саме Е. Бадд був піонером у використанні суцільнометалевих зварних кузовів у автомобілебудуванні. Також ним було засновано Budd Company, яка є розробником технології імпульсного зварювання нержавіючої сталі.



29 грудня 1920

Плавуча майстерня для складання ESAB IV була прийнята в реєстр Ллойда. На кораблі стояли два зварювальні поста з генератором постійного струму. Фірма ESAB змогла виконувати ремонтно-зварювальні роботи на плаву. У багатьох випадках подібна техніка ремонтних робіт виявилася незамінною. Корабель ESAB IV функціонував близько 60 років.



30 грудня 1957

Джеймс Байрон подає заявку на патент US3056192A на апарат для ультразвукового зварювання. У зварювальній техніці ультразвук може бути використаний у різних цілях. Впливаючи їм на зварювальну ванну в процесі кристалізації, можна покращити механічні властивості зварного з'єднання завдяки подрібненню структури металу шва та кращого видалення газів. Ультразвук може бути джерелом енергії для створення точкових та шовних з'єднань. Зварювання металів ультразвуком знаходить все більш широке застосування, оскільки цей спосіб має ряд переваг та особливостей у порівнянні з контактним та холодним зварюванням. Особливо перспективне ультразвукове зварювання стосовно виробів мікроелектроніки.



31 грудня 1886

М.М. Бенардос (1842-1905) отримав патент на точкове контактне зварювання. Невідомо, коли і за яких обставин прийшов М.М. Бенардос до принципу точкового контактного зварювання. Перший у світі патент на цей спосіб (і «прилад» для його реалізації) було видано на його ім'я у Німеччині. Як електроди в ньому служили графітові бруски, що вставляються в кліщі, які стискали вручну.