

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

12
2021

Автоматическая сварка

Видається 12 разів на рік з 1948 р.

Automatic Welding

Published 12 times per year since 1948

ЗМІСТ

Відкриття меморіальної дошки-горельєфу академіку Б.Є. Патону	3
Історія розвитку технологій зварювання на АТ «СМНВО – Інжиніринг»	5

МЕТАЛУРГІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ТА НАПЛАВЛЕННЯ

<i>Завдовеев А.В., Позняков В.Д., Rogante M., Zhdanov S.L., Kostin B.A., Solomiychuk T.G., Shishkevich O.A.</i> Вплив форсованого режиму імпульсно-дугового зварювання на структуру і властивості з'єднань сталі класу міцності С440	11
--	----

ГІБРИДНІ ПРОЦЕСИ ЗВАРЮВАННЯ

<i>Коржик В.М., Хаскін В.Ю., Гринюк А.А., Ілляшенко Є.В., Бернацький А.В., Пелешенко С.І.</i> Особливості лазерно-плазмового зварювання корозійностійкої сталі AISI 304 з використанням лазера	18
--	----

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ

<i>Тараборкін Л.А., Головко В.В.</i> Розрахунково-експериментальна модель розподілу неметалевих включень за розмірами в металі зварних швів	27
---	----

ЕЛЕКТРОШЛАКОВІ ТЕХНОЛОГІЇ

<i>Ланкін Ю.М., Соловйов В.Г., Тюкалов В.Г., Романова І.Ю.</i> Стійкість процесу електрошлакового зварювання з біфілярною схемою живлення без вирівнювального дроту	33
---	----

ЗАХИСНІ ПОКРИТТЯ

<i>Борисов Ю.С., Борисова А.Л., Цимбаліста Т.В., Кільдій А.І., Янцевиц К.В., Іпатова З.Г.</i> Отримання і властивості детонаційних покриттів на основі аморфізованого сплаву FeMoNiCrB з введенням зміцнюючих фаз	38
---	----

ЗВАРЮВАННЯ ПОЛІМЕРІВ

<i>Ващук А., Юрженко М., Кораб М., Привалко Е.</i> Хімічне зварювання поліуретанів і композитів на їх основі	46
<i>Ібрагім Рамадан, Марія Танасе.</i> Експериментальне дослідження впливу параметрів зварювального процесу на механічну поведінку труб з поліетилену високої густини	51

ЗВАРЮВАННЯ ЗА КОРДОНОМ

Welding in the World № 11–12, 2021	56
--	----

ІНФОРМАЦІЯ

Програми професійної підготовки на 2022 р.	57
Розвиток зварювання пластмас в ІЕЗ ім. Є.О. Патона	60
Високопродуктивні газозахисні металопорошкові дроти для зварювання в машинобудуванні	62
Розроблено в ІЕЗ	32, 37

CONTENT

Opening of a memorial plaque-high relief to academician B.E. Paton	3
History of development of welding technologies at JSC «Sumy Machine-Building Science-and-Production Association– Engineering»	5

METALLURGY AND TECHNOLOGY OF WELDING AND SURFACING

<i>Zavdoveev A.V., Poznyakov V.D., Rogante M., Zhdanov S.L., Solomiychuk T.G., Shyshkevych O.A.</i> Influence of a forced mode of pulse-arc welding on the structure and properties of joints of steel of the strength class C440	11
---	----

HYBRID WELDING PROCESSES

<i>Korzhik V.M., Khaskin V.Yu., Grynyuk A.A., Ilyashenko E.V., Bernastkyi A.V., Peleshenko S.I.</i> Features of laser-plasma welding of corrosion-resistant steel AISI 304 using laser	18
--	----

PROCESS MODELING

<i>Taraborkin L.A., Golovko V.V.</i> Calculated-experimental model of distribution of non-metallic inclusions in the metal of welds by sizes	27
--	----

ELECTROSLAG TECHNOLOGIES

<i>Lankin Yu.M., Solovyov V.G., Tyukalov V.G., Romanova I.Yu.</i> Stability of the process of electroslag welding with bifilar power circuit without equalizing wire	33
--	----

PROTECTIVE COATINGS

<i>Borisov Yu.S., Borisova A.L., Tsimbalista T.V., Kildiy A.I., Yantsevich K.V., Ipatova Z.G.</i> Producing and properties of detonation coatings based on FeMoNiCrB amorphizing alloy with addition of strengthening phases	38
--	----

POLYMER WELDING

<i>Vashchuk A., Iurzhenko M., Korab M., Privalko E.</i> Chemical welding of polyurethanes and their composites	46
<i>Ramadan Ibrahim, Tanase Maria.</i> Experimental study regarding the influence of welding parameters on the mechanical behavior of high density polyethylene pipes	51

WELDING ABROAD

Welding in the World № 11–12, 2021	56
--	----

INFORMATIONS

Vocational training programs for 2022	57
Development of plastic welding in the PWI	60
High-performance flux-cored wires for welding in mechanical engineering	62
Developed in PWI	32, 37



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. Ліподаєв (штатний заст. гол. ред.)
О.М. Берднікова, Ю.С. Борисов,
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.: (38044) 200 2302, 200 8277
Факс: (38044) 200 8277
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 2022

Передплатний індекс 70031.

12 випусків на рік (видається щомісячно).

Друкована версія: 2880 грн. за річний комплект
з урахуванням доставки рекомендованою банделроллю.

Електронна версія: 2880 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.

Журнал «Автоматичне зварювання» перевидается
англійською мовою під назвою
«The Paton Welding Journal»:
www.patonpublishinghouse.com/eng/journals/tpwj

За зміст рекламних матеріалів
редакція журналу 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, Yu.S. Borisov,
V.V. Knysh, V.M. Korzhik,
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.: (38044) 200 2302, 200 8277
Fax: (38044) 200 8277
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 2022

Subscription index 70031.

12 issues per year (issued monthly), back issues available.
\$216, subscriptions for the printed (hard copy) version,
air postage and packaging included.

\$144, 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.

«Avtomatychne Zvaryuvannya» (Automatic Welding)
journal is republished in English under
the title «The Paton Welding Journal»:
www.patonpublishinghouse.com/eng/journals/tpwj

The editorial board is not responsible
for the content of the promotional material.

ВІДКРИТТЯ МЕМОРІАЛЬНОЇ ДОШКИ-ГОРЕЛЬЄФУ АКАДЕМІКУ Б.Є. ПАТОНУ

11 листопада 2021 р. в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України відбулося урочисте відкриття меморіальної дошки-горельєфу директору інституту, президенту Національної академії наук України академіку Б.Є. Патону. На мітингу з нагоди цієї події були присутні співробітники ІЕЗ, Національної академії наук України, підприємств Києва, представники преси. Відкрив мітинг директор ІЕЗ академік НАН України І.В. Кривцун.

У своїй промові І.В. Кривцун зазначив, що Борис Євгенович Патон – видатний український вчений в області зварювання, металургії та технології матеріалів, матеріалознавства, видатний громадський діяч і талановитий організатор науки. Разом зі своїм батьком Євгеном Оскаровичем Патоном він створив всесвітньо відому патонівську наукову школу. Світовий авторитет Б.Є. Патону принесли різнобічна та надзвичайно плідна наукова та інженерна діяльність, прагнення направити фундаментальні наукові дослідження на вирішення проблем суспільства.

Він глибоко розумів роль науки у суспільстві, її цілі та задачі, вдало поєднував активну наукову

і суспільно-політичну діяльність. Під його керівництвом українська наука набула нового потужного імпульсу у своєму розвитку. Після розпаду Радянського Союзу і утворення незалежної України за умов гострої економічної кризи Борис Євгенович зміг зберегти академію, її основні наукові школи, принципи академічного самоуправління, здійснити перебудову структури академії відповідно до нових умов, спрямувати фундаментальні та прикладні дослідження на розв'язання нагальних задач будівництва молодії держави.

Борис Євгенович був не тільки видатним вченим і організатором науки, а й прекрасним педагогом, вчителем з великої літери. Він виховав цілу плеяду вчених в галузі зварювання, металургії, матеріалознавства. Борис Євгенович завжди був демократичним, доброзичливим, відкритим до спілкування, готовим допомогти у вирішенні не тільки наукових, а й нагальних соціальних, життєвих проблем співробітників інституту і академії.





Борис Євгенович Патон був справжнім лідером, творчою особистістю, глибоко порядною та доброю людиною, яка мала фантастичну енергію і працездатність, глибокі знання в багатьох галузях. У нього була широка натура, гострий аналітичний розум, чудове почуття гумору. Світла пам'ять про цю видатну людину, талановитого вченого, організатора науки і громадського діяча назавжди залишиться в наших серцях.

Президент академії наук України, академік А.Г. Загородній відзначив, що відкриття пам'ятного горельєфу Б.Є. Патону є важливою подією. Він був видатним вченим та інженером, видатним організатором української науки. Б.Є. Патон мав в житті дві найважливіші справи – НАН України та ІЕЗ, про яких дбав, як про рідних дітей. За часи його керівництва українська наука плідно

розвивалася, відкривалися нові інститути, виникали нові наукові напрямки досліджень. Є наука фундаментальна та прикладна, але Б.Є. Патон є яскравим прикладом того, як можна, розвиваючи цілеспрямовані фундаментальні дослідження, поєднувати ці напрями. За часів його керівництва ІЕЗ здобув світову славу передового центру науки. Відкритий сьогодні горельєф продовжить життя Б.Є. Патона в наших серцях.

Теплими словами про Бориса Євгеновича поділились також заступники директора ІЕЗ академік Л.М. Лобанов, чл.-кор. В.О. Шаповалов, завідувач відділу ІЕЗ академік К.А. Ющенко, директор Інституту проблем реєстрації інформації академік В.В. Петров та голова Комісії НАН України з питань увічнення пам'яті академіка Бориса Євгеновича Патона академік А.Г. Наумовець.

На завершення мітингу І.В. Кривцун подякував всіх присутніх та наголосив, що пам'ять про Б.Є. Патона навіки залишиться в наших серцях і кращою запорукою цьому буде плідна праця в сучасній науці за прикладом видатного вченого.

Автор дошки-горельєфу – відомий скульптор, член спілки художників України В.Г. Корень. Бронзова дошка-горельєф виконана у класичному академічному стилі традиційного портретного жанру. Інсталяція у вигляді зварювального спалаху символізує зародження нових ідей, яких у Б.Є. Патона було чимало. Горельєф створено за рахунок добровільних внесків співробітників ІЕЗ ім. Є.О. Патона.

Редакція журналу



ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ ЗВАРЮВАННЯ НА АТ «СМНВО – ІНЖИНІРИНГ»

Історія розвитку Акціонерного товариства «Сумське машинобудівне науково-виробниче об'єднання – Інжиніринг» почалася з 28 листопада (за новим стилем) 1896 р. Указом Його Імператорської Величності про затвердження умов діяльності Бельгійського акціонерного товариства «Сумські машинобудівні майстерні». Його засновниками були, окрім закордонних акціонерів, сумські промисловці: П.І. Харитоненко, М.О. Суханов, Л. Кенінг, А. Гебіндер та ін.

У перші роки становлення підприємства для забезпечення виробничого процесу були задіяні європейські фахівці високої кваліфікації, насамперед, із Кайзерівської Німеччини.

З 1912 р. підприємство змінює назву на Анонімне товариство «Сумські машинобудівні заводи», а з початком Першої світової війни, коли багато іноземних фахівців прийняли російське підданство, виробничий колектив почав поповнюватися вітчизняними фахівцями.

Після закінчення Громадянської війни заводу було передано найбільш передові європейські технології в машинобудуванні і вже у 1926 р. завод випускав 4,2 % усієї продукції машинобудування Радянської України. На честь 10-річчя Червоної армії завод був перейменований на Сумський машинобудівний завод ім. М.В. Фрунзе.

У 1929 р. відбулася знаменна подія – вперше на промисловому підприємстві Радянського Союзу була запалена зварювальна дуга, що відкрила еру електродугового зварювання в радянській промисловості. Як і будь-яка інноваційна технологія, електродугове зварювання зіткнулося з багатьма проблемами під час її впровадження. Відсутність стандартів у підготовці фахівців, недосконале обладнання, відсутність якісних зварювальних матеріалів та відпрацьованих параметрів зварювання створювали великі труднощі на шляху впровадження нової технології. Всі вони з часом були подолані і на підприємстві розпочала роботу зварювальна ділянка з лабораторіями, що дозволило освоїти випуск нового складного обладнання.

З 1930 р. була організована електродна майстерня, де виготовляли електроди методом занурення. З цього часу у зварювальному виробництві використовувалися електроди лише власного виробництва.

З 1935 р. починається співпраця з Інститутом електрозварювання ім. Є.О. Патона, що ознаменувало нову епоху у розвитку зварювального виробництва підприємства. Так, вже у 1936 р. була освоєна технологія зварювання хромонікелевих сталей для виготовлення обладнання, що працює в кислотовмісних та інших корозійних середови-



Під час підписання в ІЕЗ Меморандуму про співробітництво (рукоштовання директора ІЕЗ академіка Б.Є. Патона з генеральним директором СМВО В.М. Лук'яненком).



В.М. Лук'яненко в ІЕЗ ім. Є.О. Патона (зліва направо: Б.Є. Патон, В.М. Лук'яненко, К.А. Ющенко).

щах. А також були відпрацьовані практичні основи автоматичного зварювання під флюсом, що дозволило різко підвищити якість зварних швів, забезпечити високі економічні показники зварювального процесу та значно покращити умови праці електрозварників.

Після закінчення Другої світової війни співпраця з Інститутом електрозварювання виходить на новий технологічний рівень. З'являється нове обладнання та зварювальні матеріали, освоюється технологія автоматичного зварювання високолегованих сталей на установці для зварювання поздовжніх швів ємнісного обладнання та спеціалізованому стенді для зварювання кільцевих швів ємнісного обладнання діаметром до 3000 мм.

У 1950-х роках у складі котельно-зварювального цеху створюється електродна майстерня, де електроди виробляються вже не зануренням, а методом опресування на виготовленому своїми силами обладнанні. Однак зростаючим обсягам виробництва ця майстерня вже не задовольняла. Тож у об'єднанні на базі центральної зварювальної лабораторії будується новий електродний цех площею 4 тис. м². Для його оснащення купується найсучасніше на той момент обладнання швейцарської фірми «Манса-Судаж».

Одночасно фірма «Манса-Судаж» поставила лабораторний комплекс обладнання. Фактично це електродний цех у мініатюрі для виготовлення та випробування дослідних партій електродів перед виробництвом великих партій. Все це дозволило створити сучасне виробництво різних типів елек-

тродів високої якості, широкої номенклатури з повним циклом сертифікатних випробувань.

У цей же час завод спільно з Інститутом електрозварювання одним із перших розпочинає успішне впровадження технології напівавтоматичного зварювання під шаром флюсу.

З 1950-х р. стрімко розвивається космічна галузь. Активними учасниками процесу стали сумські машинобудівники, яким доручили виготовляти обладнання для космодромів Байконур та Плесецьк. Ферми, стріли, різні системи газів, повітря, вакуумування, заправники паливом, барокамери – це та багато іншого було зроблено та змонтовано на цих об'єктах із застосуванням зварювальних електродів сумського підприємства «СУМИ-ЕЛЕКТРОД».

З 1960-х р. освоюється технологія автоматичного зварювання алюмінію під шаром флюсу. Особливий внесок у розвиток цієї технології внесли співробітники відділу Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона, керованого д.т.н. Д.М. Рабкіним. У той же час у співпраці з відділом д.т.н. А.М. Макари було освоєно надійну стабільно повторювану технологію зварювання роторів центрифуг з високоміцної сталі 30ХГСА.

У міру розширення та розвитку заводу розвивалося і зварювальне виробництво, що стало одним із центрів розвитку інноваційної потужності підприємства. У кожному новому цеху були спеціалізовані зварювальні ділянки, що оснащувалися найбільш передовою на ті часи технікою, а фахівці науково-виробничого центру зварювання спільно зі співробітниками Інституту електрозварюван-

ня відпрацьовували нові інноваційні технології зварювання перед запуском їх в основне виробництво. Ця співпраця дала швидку віддачу у вигляді впровадження інноваційних технологій зварювання хімічного обладнання з високолегованих сталей та сплавів. Так, було освоєно виготовлення колонного масообмінного обладнання з різними видами контактних елементів: ковпачковими, клапанними, сітчастими, жалюзійними, комбінованими та вихровими тарілками. Було освоєно технологію автоматичного зварювання колонного обладнання під флюсом. Освоюються технології зварювання теплообмінного обладнання із високолегованих сталей із забезпеченням корозійної стійкості зварних з'єднань до агресивних середовищ, що працюють у широкому діапазоні екстремальних температур (від -253°C до 1000°C) та знакозмінних навантажень.

Спільно з фахівцями Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона М.І. Каховським, В.Г. Фартушним, К.А. Ющенком було вирішено питання досягнення необхідного рівня технологічної міцності аустенітних швів та зони термічного впливу, а також досягнуто необхідних значень холодостійкості, теплостійкості та жароміцності з'єднань. Для нових конструкційних матеріалів розроблялися технології зварювання, засоби механізації та автоматизації зварювального процесу. Так, було впроваджено імпульсно-дугове зварювання з електромагнітним перемішуванням зварювальної ван-

ни, що у поєднанні з іншими технологічними рішеннями дозволило механізувати зварювання виробів з аустенітних сталей типу ЭИ-943 та нікелевих сплавів типу хастелой. Завдяки впровадженим технологічним рішенням вдалося збільшити термін служби обладнання, що виготовляється, в 2...3 рази.

У цей час освоюється технологія зварювання титану та його сплавів. Зіткнувшись із труднощами, пов'язаними з високою активністю титану до кисню, фахівці підприємства вирішили всі виробничі завдання, забезпечивши на десятиліття конкурентні переваги підприємства та країни як у військовій промисловості, так і в народному господарстві. Досягнутий рівень технологій був настільки високий, що навіть у 2000-х р. американські фахівці були захоплені досягненнями підприємства тих часів.

З 1963 р. було освоєно технологію автоматичного електрошлакового зварювання (ЕШЗ) поздовжніх та кільцевих стиків товстостінного обладнання. Спільно з Інститутом електрозварювання вирішено технологічні питання ЕШЗ високоміцних сталей, які пов'язані зі схильністю зварних з'єднань до утворення холодних тріщин та забезпечення необхідних механічних властивостей. Пізніше було освоєно технології ЕШЗ рам газоперекачувальних агрегатів (ГПА), товстостінних пелюсткових днищ та розроблено технологію електрошлакового лиття патрубків ГПА безпосередньо на корпусі нагнітачів.

До 1970 р. підприємство стало світовим лідером за рівнем та обсягом застосування зварювання в технологічних процесах виготовлення промислового обладнання.

У ці роки світова політична обстановка вимагала багаторазового збільшення виробництва гелію. Поставлене завдання було виконано фахівцями підприємства. Було спроектовано та побудовано Оренбурзький гелієвий завод, комплектну технологічну лінію з переробки газу для отримання гелієвого концентрату та тонкого очищення гелію продуктивністю 3 млрд м^3 гелію на рік. Для



цього спільно з Інститутом електрозварювання та ЦНДІ «Прометей» було розроблено технологію механізованого зварювання під флюсом товсто-стінного колонного обладнання зі сталей АК-25 та АК-27, що працюють в умовах екстремально низьких температур, високого тиску та знакозмінних навантажень, а також супутніх технологій, таких, як плакування трубних решіток стрічковим електродом та енергією вибуху, елетрогідроімпульсного розвальцювання труб, об'ємної термообробки великогабаритних вузлів та багато інших. Надалі сумчани поставили Оренбурзькому заводу ще п'ять установок із виробництва гелію.

Після запровадження санкцій США на постачання ГПА та комплектуючих до них завдяки зусиллям Генерального директора В.М. Лук'яненка Сумське науково-виробниче об'єднання ім. М.В. Фрунзе стало базовим підприємством для освоєння виробництва вітчизняних ГПА та отримало необхідні ресурси та фінансування.

Були освоєні технології багатоелектродного електрошлакового приварювання мундштуком, що плавиться, квадратних патрубків до циліндричного корпусу нагнітача, технологія електрошлакового зварювання кільцевих і поздовжніх швів корпусів нагнітача. Під керівництвом академіка Б.І. Медовара було розроблено технологію електрошлакового переплаву для виробництва сталей особливої чистоти із заданими хімічними та технологічними характеристиками. Спільно з Інститутом електрозварювання були розроблені передові технології зварювання робочих коліс



ГПА зі сталі 13ХГМРБ із застосуванням напівавтоматичного зварювання замість дорогої технології вакуумного паяння.

1965–1975 рр. у розвитку заводу можна охарактеризувати як період найбільш інтенсивного зростання номенклатури та обсягів випуску хімічного обладнання та подальшого технічного оснащення виробництва. У ці роки вирішувалося поставлене урядом завдання з хімізації народного господарства країни, для чого потрібно було різко збільшити темпи розвитку галузі хімічного машинобудування.

Розвиток та створення нових хімічних виробництв та обладнання для них вимагало застосування нових матеріалів, насамперед складнолегованих сталей та спеціальних сплавів. Перед заводом постають одна за одною проблеми створення апаратури з корозійностійких та висо-



комісних сталей, хастелою, двошарових сталей. Спільно з фахівцями науково-дослідних інститутів Києва, Москви, Ленінграда, Волгограда створюються та успішно впроваджуються нові технології зварювання цих матеріалів. ТОВ «СУМИ-ЕЛЕКТРОД» освоєло випуск таких електродів, як ОЗЛ-17У, ЗИФ-10, ЦЛ-11, АНВ-13, АНВ-17, НЖ-13, ЭА-400/10У, ОЗЛ-6, ЗИФ-5, ЗИФ -11.

Відповідно розвитку номенклатури продукції, що випускається заводом, розширювався і спектр зварювальних електродів. Для виготовлення обладнання, що є великогабаритними цільнозварними апаратами, були розроблені електроди марки ЗИФ-8, що забезпечують працездатність зварних швів при $t = -196^\circ\text{C}$. Фахівцями підприємства були забезпечені потреби нафтогазової промисловості півночі у пересувних заправниках. Так, було розроблено та освоєно технології автоматичного зварювання під флюсом низьколегованими зварювальними матеріалами сталі АБ1-Ш товщиною 60 мм, що працює під тиском понад 32 МПа.

Після включення до складу об'єднання заводу атомного та енергетичного насособудування було освоєно технологію зварювання уліток головного циркуляційного насосу першого контуру АЕС та іншого станційного обладнання, що потребує особливого підходу до забезпечення якості зварних з'єднань. Перші насоси для атомних електростанцій на підприємстві були створені ще у 1959 р. Масове їх виробництво стартувало з початку 1980-х р. і потребувало використання зварюваль-

них електродів найвищої якості та найрізноманітнішої номенклатури: для зварювання вуглецевих, теплостійких, високолегованих жароміцних і жаростійких, різномірних сталей.

З 1988 по 1993 рр. ТОВ «СУМИ-ЕЛЕКТРОД» випускало зварювальні електроди для енергетичного та атомного машинобудування під контролем Держатоменергонагляду СРСР.

У рамках проекту із запуску у 2011 р. ракети «Союз-СТ» у Французькій Гвіані завод ім. М.В. Фрунзе створював обладнання для стартової системи: стріли, ферми, сектори та інші супутні механізми. Тут також були використані зварювальні електроди ТОВ «СУМИ-ЕЛЕКТРОД», проте варто зазначити, що обладнання для Гвіанського центру було виготовлено за більш жорсткими стандартами якості, що потребувало підвищення якості зварювальних електродів.

За цей час підприємство опанувало кілька поколінь обладнання для автоматичного зварювання – від наднадійного зварювального трактора ТС-17 розробки Інституту електрозварювання до зварювальних роботів.

Сумське науково-виробниче об'єднання перше у СРСР освоїло у виробництві одразу 27 одиниць зварювальних колон для автоматичного зварювання виробництва «Дойма» (Німеччина) та зварювальної колони виробництва «Бреда» (Італія) для об'ємного зварювання. Освоєно устаткування для автоматичного зварювання під флюсом товсто-стінного обладнання розщепленою дугою.

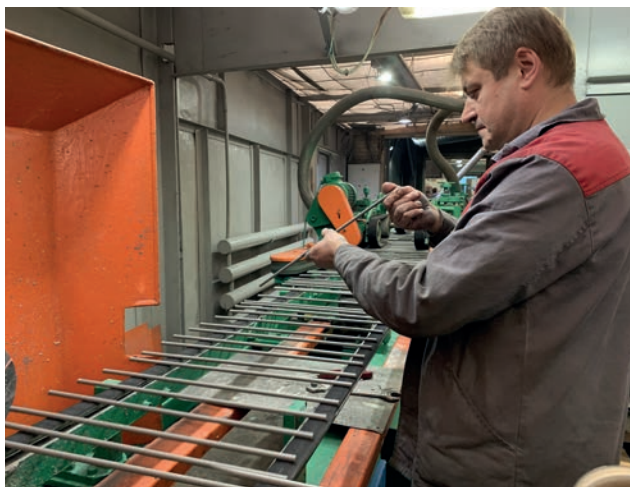
Найбільшу гордість викликає реалізація технології автоматичного зварювання під час виготовлення наступних виробничих замовлень:

- штамповано-зварні корпуси шарової арматури діаметром 300...1400 мм;
- ємнісне обладнання для газової промисловості товщиною до 260 мм і діаметром до 3500 мм;
- корпуси ГПА товщиною до 120 мм і діаметром до 1400 мм;
- зварні улітки ГЦН зі сталі 06Х12Н3Д товщиною до 200 мм;
- наплавлення та приварювання патрубків до корпусів ГПА;
- центрифуги зі сталей 12Х18Н10Т, 0Х17М13М3Т та ін.;
- пересувні автогазозаправні станції;
- зварювання труб в трубні решітки камерного типу через отвір;
- обладнання для заводів з виплавлення алюмінію.

– пенали і транспортно-пакувальні контейнери для зберігання відпрацьованого ядерного палива.

З 2019 р. підприємство перейменовано в АТ «СМНВО – Інжиніринг». Колектив підприємства докладає всіх можливих зусиль для відновлення





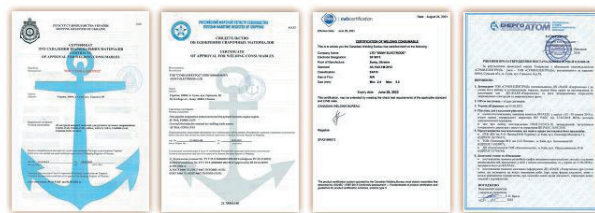
виробництва після наслідків рейдерського захоплення. Ядро фахівців, що залишилося, зберегло обладнання і технології, на ґрунті яких стало можливим повернення фахівців і відродження виробничих потужностей підприємства.

В області автоматичного зварювання заплановано впровадження робототехнічного зварювального комплексу з можливістю отримання зварних швів із заданими механічними властивостями і відображенням структури зварного шва в реальному часі. Даний проект планується реалізувати спільно з фахівцями відділу автоматизованих систем управління технологічними процесами Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона.

В області систем управління продовжується впровадження системи автоматичного обліку витрат SAP ERP. У планах – запровадити автоматичний контроль і облік витрат зварювального виробництва із застосуванням сучасного зварювального обладнання. Триває активна співпраця з Інститутом електрозварювання ім. Є.О. Патона в рамках раніше укладеного Меморандуму.

У молодого покоління фахівців в області зварювання є чітке розуміння того, що конкурентна боротьба виграється інноваційним потенціалом підприємства і робиться все можливе для реалізації цього потенціалу.

Зварювальне виробництво АТ «СМНВО – Інжиніринг» атестовано на відповідність більшості міжнародних стандартів в галузі забезпечення якості. Так, триває успішна співпраця з Американським товариством інженерів-механіків (ASME), Американським інститутом нафти (API), Міжнародним інститутом зварювання (IIW). Внутрішня нормативна документація зварювального виробництва підприємства гармонізована з більшістю міжнародних стандартів, таких як ISO 3834, ASME IX; API 6D; AWS D 1.1 та ін. Координатори в галузі зварювання атестовані відповідно до вимог більшості міжнародних стандартів, що діють на території України, ЄС, США та Митного Союзу.



Сьогодні якість продукції ТОВ «СУМИ-ЕЛЕКТРОД» підтверджено сертифікатами Канадського бюро зварювання (CWV Group), TÜV Rheinland, Bureau Veritas, Регістром судноплавства України, Російським морським регістром судноплавства. Також компанія має дозвіл на поставку зварювальних матеріалів для ДП «НАЕК Енергоатом».

Серед наших клієнтів багато теплостанцій ДТЕК, підприємства ДП «НАЕК Енергоатом», Укроборонпрому, а також машинобудівні та виробничі компанії, серед яких Турбоатом, НКМЗ, ЗТМК, Арселор Міттал, Нібулон. Зараз продукція компанії поставляється в більш ніж 20 країн світу і застосовується для найвідповідальніших конструкцій. ТОВ «СУМИ-ЕЛЕКТРОД» успішно конкурує з кращими світовими брендами за якістю продукції.

Широке застосування отримують електроди власної розробки SF 7016 (аналог LB-52U) і SF 7018 (аналог FOX EV 50), призначені для зварювання поворотних і неповоротних стиків труб магістральних і промислових трубопроводів.

Номенклатура продукції ТОВ «СУМИ-ЕЛЕКТРОД» налічує близько 200 марок, серед яких електроди для зварювання вуглецевих сталей, низьколегованих і теплостійких сталей, високолегованих корозійностійких жаростійких і жароміцних сталей, нікелевих сплавів, електроди для зварювання чавуну, міді. Також ТОВ «СУМИ-ЕЛЕКТРОД» випускає електроди для наплавлення поверхневих шарів зі спеціальними властивостями.

Підприємство має багаторічний досвід поставок різних марок електродів по всьому світу і готове прийняти та виконати будь-яке замовлення на виготовлення зварювальних електродів за індивідуальними вимогами.

Отроков В.В., Погрібний П.М.,
Понамарьов І.В., Яковенко Є.М.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПАРАМЕТРІВ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ НА МЕХАНІЧНУ ПОВЕДІНКУ ТРУБ З ПОЛІЕТИЛЕНУ ВИСОКОЇ ГУСТИНИ*

Ібрагім Рамадан, Марія Танасе,

Petroleum-Gas University of Ploiești, Romania

Дана публікація пропонує експериментальне дослідження, проведене із застосуванням технології зварювання нагрітим інструментом встик для пластикових труб для водопостачання, виготовлених з поліетилену високої густини (HDPE). Використовували відрізки водопровідних труб з PE 100 (SDR17, PN10) довжиною від 200 до 300 мм. Зварювання проводилося при різних параметрах зварювального процесу. Проаналізовано вплив параметрів зварювання на стійкість труб шляхом візуального обстеження та експериментальних випробувань, таких як: випробування на розтяг, вигин та стиск.

1. Вступ

Поліетилен (ПЕ) – один із найвідоміших та найбільш широко використовуваних полімерних матеріалів. Поліетилен високої густини (ПЕВГ, HDPE) широко використовується в якості сировини для виробництва водопровідних та газових труб. Основними перевагами використання труб з ПЕВГ є корозійна та хімічна стійкість, проста технологія монтажу, хороша зварюваність (навіть при температурі до -5°C), низька вартість монтажу та обслуговування, тривалий термін експлуатації – очікуваний термін служби становить до 100 років [1, 2].

На практиці, щоб побудувати трубопровідні мережі великої довжини, важливо з'єднати відрізки труби, використовуючи різні методи зварювання, зокрема, зварювання нагрітим інструментом встик (стикове зварювання), терморезисторне зварювання та екструзійне зварювання [3]. Внаслідок відносно низької вартості та простоти процедури, найбільш уживаним способом зварювання ПЕ труб є стикове зварювання [3].

Зварювання нагрітим інструментом встик передбачає одночасне нагрівання кінців двох труб/фітингів, що зварюються, доки на кожній контактній поверхні полімер не перейде у розплавлений стан.

Потім дві поверхні з'єднують з контрольованим тиском протягом певного часу охолодження та утворюється однорідне зварне з'єднання (стик). Отримане з'єднання повністю стійке до експлуатаційних навантажень і рівноцінне за міцністю до самої труби.

Нагрівна плита використовується для нагрівання кінців труби до температури, необхідної для плавлення.

Під час процесу зварювання утворюються внутрішні та зовнішні валики – «зварні ґрати». Існують оптимізовані технологічні карти зварювального процесу для мінімізації розміру зварних ґратів, однак, оскільки вони нічого не додають до загальної міцності зварного шва, їх можна безпеч-

но видалити, якщо потрібно. Знятий зварний ґрат можна використати для оцінки якості зварного з'єднання [4].

Якість зварного з'єднання оцінюється як за допомогою неруйнівного (візуальний огляд та геометричні розміри ґрату), так і руйнівного контролю (випробування на розтяг і вигин з'єднань).

2. Матеріали та методи

Для визначення впливу параметрів зварювального процесу на міцність зварного з'єднання поліетиленових труб було використано 5 м водопровідної труби PE 100 (SDR 17, PN10, $OD = 90$ мм). Труби було розрізано (рис. 1) і відторцьовано на кінцях, щоб зварювати труби, використовуючи різні параметри зварювання (рис 2).

Параметри зварювання вибирали, дотримуючись вказівок виробників пластмас [5]. Оскільки робоча машина не допускала зміни температури нагрівної



Рис. 1. Труби, що використовувалися для експериментального дослідження

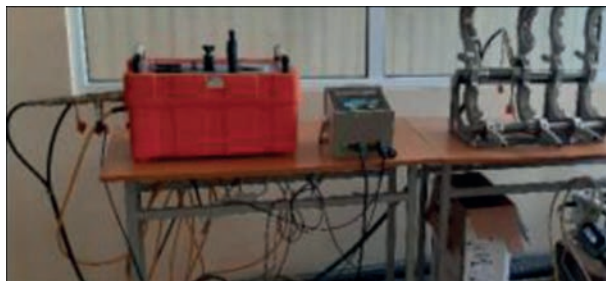


Рис. 2. Робочий пристрій для зварювання труб

* Опублікована в журналі «Полімерні труби» №1, 2021 р. Друкується з дозволу редакції.

Таблиця 1. Параметри зварювального процесу при випробуванні зразків

Зразок	Температура нагрівної плити t [°C]	Час прогріву торців труб τ [с]	Тиск охолодження P [бар]	Умови охолодження
45	220	45	15	Повільне охолодження на повітрі
60		60		Повільне охолодження на повітрі
60R		60		Швидке охолодження в льоді
90		90		Повільне охолодження на повітрі

плити (220 °C), варіативною складовою дослідження зварювання було обрано час (45, 60 та 90 с).

Додатково було проведено дослідження для холодної ПЕВГ труби. Два зразки швидко охолоджувались льодом і потім зберігалися в холодильній камері при температурі –15 °C протягом приблизно 20 днів (табл. 1, зразок 60 R).

Було зроблено по двоє зразків кожного виду (зварених в однакових умовах): один для розтягування, згинання та візуального обстеження і один для тестів на тиск (рис. 3).

Для перевірки якості зварних з’єднань технічний припис РТ CR 9-2013 «Затвердження процедур зварювання сталі, алюмінію, алюмінієвих сплавів та поліетилену високої густини (ПЕВД)» рекомендує візуальний огляд і випробування на розтяг. У рамках експериментальної програми для кращої оцінки якості зварних з’єднань була проведена серія додаткових випробувань (випробування на вигин та випробування на тиск).



Рис. 3. Зварні з’єднання, що використовувалися для візуального огляду

3. Результати та обговорення

А. Візуальний огляд

У літературі рекомендується кілька критеріїв прийняття або відхилення зварного шва при візуальному огляді [5, 6]. Розглянемо основні неприпустимі дефекти, пов’язані з невідповідністю або з порушеннями при зварюванні.

Неспіввісність труб є головним фактором, що призводить до серйозних дефектів зварювання. Хоча труби розташовуються співвісно, у тому числі в польових умовах, за допомогою затискачів центратора, існує можливість незначно підкорегувати співвісність та овальність. Також, особливо у випадку стикового зварювання труб з довгомірних бухт (до 200 м) після зняття затискачів центратора труби, як правило, відновлюють свою овальну форму, що призводить до появи дефектів зварювання. Особлива увага приділяється нерівномірності зварного шва навколо труби та різних висоті валиків зварного шва.

Надмірне зусилля при зварюванні, перегрів та інші аспекти, які залежать виключно від оператора або роботи обладнання також призводять до неправильного формування зварних швів (рис. 4).

При візуальному огляді виявлено недоліки, пов’язані з неспіввісністю труб і надмірним зусиллям при формуванні грату (рис. 5).

Первинний візуальний огляд є недостатнім, оскільки для оцінки потрібні додаткові критерії якості зварних швів.

Для подальшої оцінки якості зварних з’єднань було використано спосіб, розроблений Інститутом пластикових труб (Plastic Pipe Institute, PPI). Та-

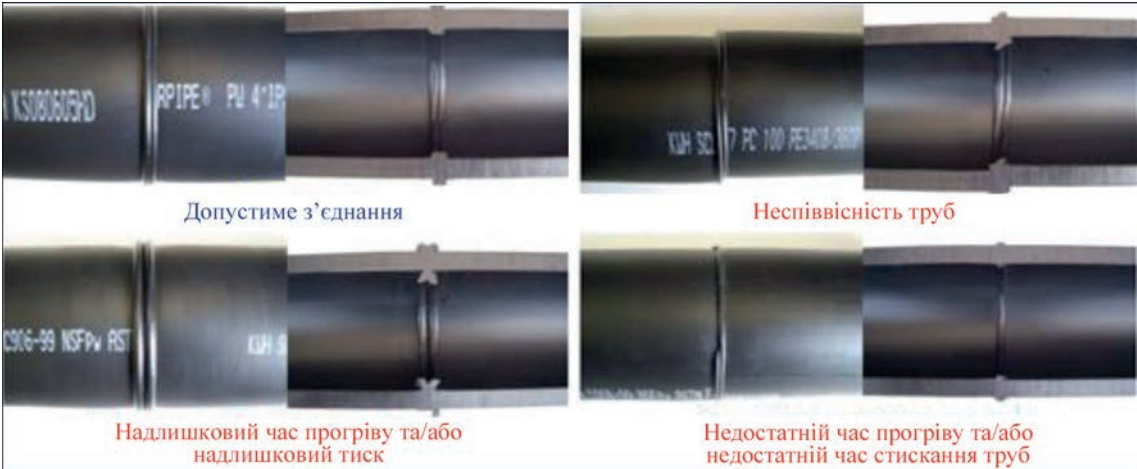


Рис. 4. Відповідні/невідповідні з’єднання ПЕВГ труб [6]

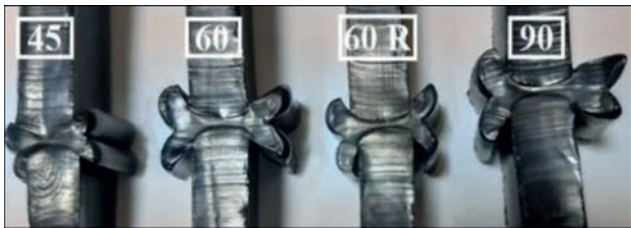


Рис. 5. Вигляд зварних з’єднань, отриманих в експериментах

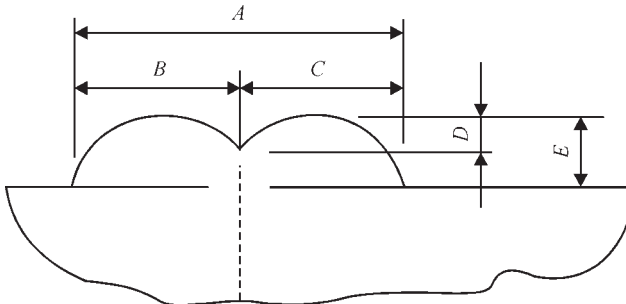


Рис. 6. Пропонований метод вимірювання геометричних параметрів зварного шва.

кож було виміряно геометричні параметри зварних швів, використовуючи позначення на рис. 6.

Вимірювання геометричних характеристик зварних швів показує значні відхилення від параметрів оптимального зварного шва (табл. 2).

В. Випробування на розтяг

Випробування на розтяг проводили відповідно до ISO 527:2012 «Пластмаси. Визначен-

Таблиця 2. Геометричні параметри зварних з’єднань

Зразок	A	B	C	D	E
	мм				
45	5,2	2,64	2,61	1,13	2,74
60	7,87	3,80	4,07	1,98	3,96
60R	6,31	2,15	3,25	1,86	3,78
90	8,88	4,18	4,69	2,12	4,28
Коректно проведене зварювання*	8	4	4	2	4

*Згідно з даними Інституту пластикових труб.

ня властивостей на розтяг» [7]. З кожної звареної труби брали по два зразки та визначали механічні характеристики за допомогою машини Lloyd-LRX plus (рис. 7).

Різні параметри зварювання визначають різні механічні характеристики кожного зварного з’єднання. Також варто відзначити підвищену крихкість зварного з’єднання, підданого прискореному охолодженню, тому рекомендується враховувати цей важливий аспект при практичній роботі, щоб мінімізувати можливі дефекти, які можуть виникнути після зварювання (табл. 3).

С. Випробування на згин

Випробування проводили відповідно до ISO 178: 2019 «Пластмаси. Випробування властивостей на згин» [8]. Було обрано 3-х точковий метод випробування на згин, при якому зразок ви-

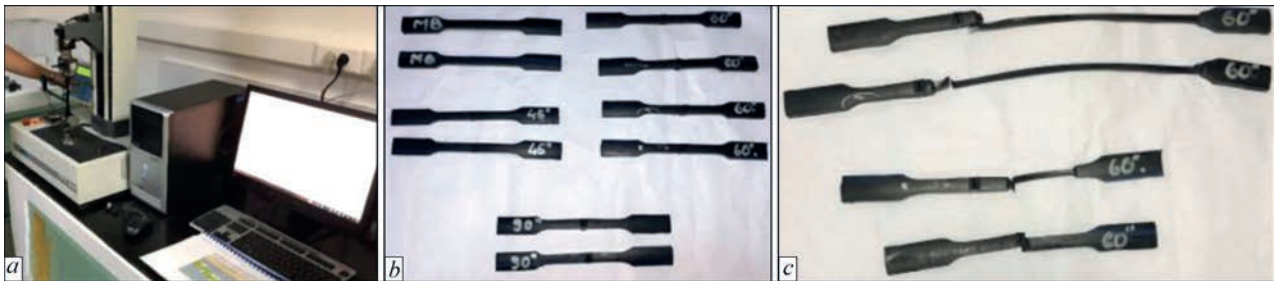


Рис. 7. Визначення механічних властивостей випробуванням на розтяг: а – експериментальна установка для випробувань на розтяг; б – вигляд зразків перед випробуванням на розтяг; с – порівняння вигляду деяких зразків після проведення випробування на розтяг

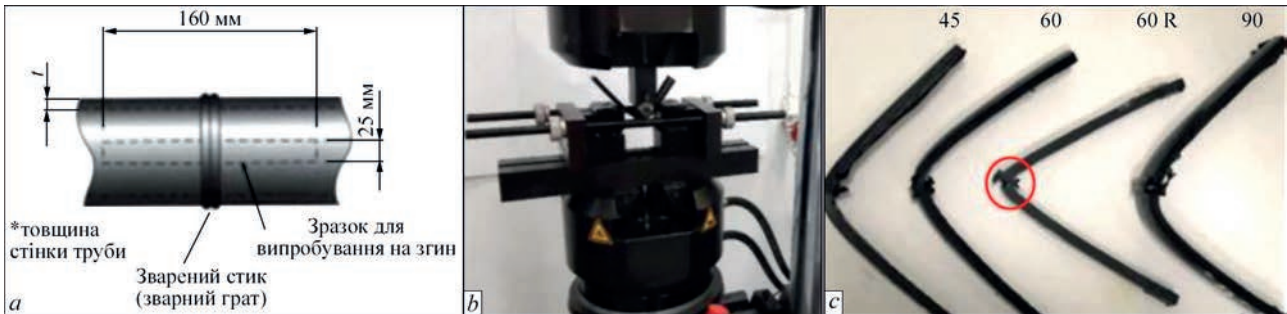


Рис. 8. Випробування на згин: а – схема підготовки зразків до випробування; б – процес випробування зразків; с – результати випробувань зразків

Таблиця 3. Результати тесту на розтяг

Зразок	L_f , мм	L_f , мм	A , %	R_m , МПа	Зразок	L_f , мм	L_f , мм	A , %	R_m , МПа
45a	370	80	362,5	32,50	60R a	200	80	150	17,87
45b	364	80	355	32,78	60R b	207	80	158,75	18,14
60a	378	80	372,5	31,62	90 a	312	80	290	26,75
60b	354	80	342,5	33,04	90 b	320	80	300	26,02



Рис. 9. Гідравлічні випробування: а – зразок труби із заглушками для гідравлічних випробувань; б – покази тиску на манометрі

різається із звареної труби так, щоб зварний шов розміщувався посередині (рис. 8, а та б).

Випробування на згин зразків (60 R, рис. 8, с) виявляє такі аспекти:

- у труб, зварні з'єднання яких швидко охолоджувалися, зварювальний шов був жорстким, що призвело до крихкого руйнування, це підтверджує висновки, зроблені в результаті випробувань на розтяг;

- у всіх інших з'єднаннях (при повільному охолодженні) спостерігалася пластична поведінка шва, що згинався без розриву під кутами, значення яких перевищували мінімальні значення, допустимі в стандарті для відповідного тесту.

Д. Гідравлічні випробування

Для цього дослідження було використано експериментальний вузол, що складається з компресора, насоса, робочої труби та ущільнювальних ковпачків. Тиск реєстрували за допомогою манометра (рис. 9).

Результати гідравлічних випробувань показують, що зразки 45'', 60'', 90'' проходять тест, витримуючи тиск 40 бар (рис. 9, б) без втрат тиску, що дозволяє визнати результат зварювання задовільним, незважаючи на недоліки, виявлені під час візуального огляду. Зразок 60 R був єдиним, що не пройшов випробування, хоча візуальний огляд не вказував на проблеми.

4. Висновки

Після проведення тестів можна зробити такі висновки:

- труби, зварні з'єднання яких швидко охолоджувалися, стали крихкими, зварний шов жорстким, що призвело до його руйнування, це підтверджується висновками, зробленими з випробування на розтяг;
- у всіх інших з'єднаннях (при повільному охолодженні) спостерігалася пластична поведінка

шва, що згинався без розриву під кутами, значення яких перевищували мінімальні значення, допустимі в стандарті для відповідного тесту;

- якщо роботи проводяться в умовах, які можуть призвести до прискореного охолодження зварних швів, необхідно вживати додаткові заходи для запобігання проблем, які можуть виникнути в таких випадках;

- під час зварювання рекомендується забезпечувати співвісне положення труб та дотримуватися рекомендованого часу прогріву торців труб для отримання зварних з'єднань належної якості;

- результати, отримані при випробуваннях на розтяг для зразків, що мали завищений час зварювання, піднімають деякі питання, тому в цьому напрямку будуть проводитися подальші дослідження.

Література/References

1. Alanaaf A., Mohamed D. *The Effect of Thickness and Temperature on the Burst Pressure of HDPE Pipes*. – Materials Science, 2017.
2. Popescu M., Argesanu V., Jula M. Problems Associated with PEHD Welding, *Mater. Plast.* 43(4), 2006, p. 324-329.
3. Pokharel P., Yoonsang K., Sunwoong C. Microstructure and Mechanical Properties of the Butt Joint in High Density Polyethylene Pipe. – *International Journal of Polymer Science*, 2016.
4. <https://www.pe100plus.com/PE-Pipes/Technical-guidance/model/Construction/methods/What-is-butt-fusion-hdpe-welding-i290.html>
5. Technical Letter Report Preliminary Assessment of NDE Methods on Inspection of HDPE Butt Fusion Piping Joints for Lack of Fusion JCN N6398, Task 2D S. L. Crawford S. E. Cumblidge S. R. Doctor T. E. Hall M. T. Anderson. – May, 2008. – Prepared for the U.S. Nuclear Regulatory Commission under U.S. Department of Energy Contract DE-AC05-76RL01830.
6. UPONOR TECHNICAL BULLETIN. – Butt Fusion, *Joining Procedure and Qualification Guide*, Canada, 2016.
7. ISO 527: 2012 – *Plastics. Determination of tensile properties*.
8. ISO 178:2019 – *Plastics. Determination of flexural properties*.

EXPERIMENTAL STUDY OF THE INFLUENCE OF WELDING PROCESS PARAMETERS ON MECHANICAL BEHAVIOUR OF HIGH-DENSITY POLYETHYLENE PIPES

Ibrahim Ramadan, Maria Tanase

Petroleum-Gas University of Ploiești, Romania

This publication offers an experimental study carried out with the use of heated tool technology for welding plastic pipes for water supply manufactured of a high-density polyethylene (HDPE). The sections of water pipes from PE 100 (SDR17, PN10) with a length from 200 to 300 mm were used. Welding was carried out at different parameters of the welding process. The influence of welding parameters on the stability of pipes by visual examination and experimental tests, such as: tensile, bend and compression tests, was analyzed.

Національна академія наук України
Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона
Українське товариство неруйнівного контролю та технічної діагностики
Міжнародна Асоціація «Зварювання»

III МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ

НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ та МОНІТОРИНГ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ

12–16 вересня 2022

Одеса, Аркадія, готель «Аркадія»

Контрольні дати

Надання заявок на участь та тез доповідей до 19.08.2022 р.
Розсилка другого інформаційного повідомлення та підтвердження участі до 05.09.2022 р.
Оплата реєстраційного внеску до 12.09.2022 р.

ОРГАНІЗАТОР КОНФЕРЕНЦІЇ

Міжнародна Асоціація «Зварювання»
вул. Казимира Малевича 11, м. Київ, 03150
тел. +38 (044) 200-82-77, (050) 352-73-50
journal@paton.kiev.ua
posypaiko.yurii@gmail.com
<http://pwi-scientists.com/ukr/nktd2022>

VI Міжнародна конференція

ТИТАН 2022: ВИРОБНИЦТВО ТА ЗАСТОСУВАННЯ

Київ, ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України

30 травня – 1 червня 2022 р.

Голова програмного комітету
академік С.В. Ахонін



Національна академія наук України
Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ
Національний університет «Запорізька політехніка»
Міжнародна Асоціація «Зварювання»



Тематика конференції

- Технології та обладнання для отримання губки, злитків та відливок з титану та його сплавів
- Адитивні технології в виробництві виробів з титанових сплавів
- Деформаційна обробка титану
- Виробництво та використання порошків титану
- Структура та властивості титанових сплавів
- Нові сплави на основі титану та інтерметалідів титану
- Інженерія поверхні титанових сплавів
- Технології зварювання та пайки титанових сплавів
- Застосування виробів та конструкцій з титану та сплавів на його основі в промисловості

Контрольні дати

Надання заявок на участь в конференції та тез доповідей до 12.05.2022 р.
Розсилка другого інформаційного повідомлення та підтвердження участі до 19.05.2022 р.
Оплата реєстраційного внеску до 30.05.2022 р.

ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ
вул. Казимира Малевича, 11,
м. Київ, 03150, Україна
Тел./факс: (38044) 200-82-77
E-mail: journal@paton.kiev.ua
www.pwi-scientists.com/ukr/titan2022

Інформаційна підтримка:
«Сучасна електрометалургія»
«Автоматичне зварювання»
«Biuletyn Instytutu Spawalnictwa»



Welding in the World

Volume 65, issues 11–12, 2021

<https://link.springer.com/journal/40194/volumes-and-issues/>

November 2021, issue 11

Електронно-променеве зварювання прямокутного мідного дроту в електроприводах. *Tamás Tóth, Jonas Hensel, Klaus Dilger*

Вплив характеристик дуги TIG на морфологію та структуру зварного шва феритної нержавіючої сталі AISI444 при імпульсному струмі. *Zhihai Dong, Yiwen Li, Yunlong Chang*

Форма ванни розплаву, що створюється гаусовим джерелом тепла, що рухається. *Umberto Prisco*

Оцінка втоми адитивно виготовлених конструкцій із AlSi10Mg з використанням концепцій ефективних напруг. *Kai Schnabel, Jörg Baumgartner, Matilde Scurria*

Чисельне дослідження впливу недостатньої та надмірної обробки на залишковий напружений стан, викликане високочастотним механічним проковуванням. *Yuki Banno, Koji Kinoshita, Zuheir Barsout*

Виявлення тріщини у зварному стику пофарбованої фасонки фланця за допомогою ультразвукового контролю. *Hiromi Shirahata, Shigeyuki Hirayama, Yuto Yamase*

Застосування високочастотної обробки механічним впливом підвищення втомної міцності корозійностійких зварних з'єднань. *J. Weinert, S. Gkatzogiannis, T. Ummerhofer*

Чисельне дослідження впливу залишкових напруг на коефіцієнт інтенсивності напруг та втомну довговічність для таврового стикового зварного з'єднання з тріщинами на поверхні. *Phyo Myat Kyaw, Naoki Osawa, Ramy Gadallah*

Вплив невидимих поверхневих забруднень на якість ультразвукового зварювання. *Jeff L. Ellis, Miranda Marcus, Matt Nitsch*

Дифузійне зварювання сплаву із середньою ентropією CoCrNi (MEA) та нержавіючою сталлю SUS 304 при різних температурах з'єднання. *Muhammad Samiuddin, Jinglong Li, Jiangtao Xiong*

Вібраційне паяння тертям з перемішуванням (FSVB): покращена версія паяння тертям з перемішуванням. *Mahmoud Abbasi, Behrouz Bagheri, Amin Abdollahzadeh*

Вплив температури паяння на міжфазну мікроструктуру та механічні властивості з'єднання GH3039, виконаного з присадним металом Ni – P. *Yuzhao Lv, Ke Han, Ting Wang*

Розробка нового припою Ti-Zr-Cu-Ni-Ag для пайки титанових сплавів. *Yongjuan Jing, Haibo Yang, Huaping Xiong*

Дослідження дифузійної поведінки елементів з'єднань 316 L/BNi-2 під час паяння у вакуумній печі на основі моделі Больцмана-Матано. *Han-Yang Ma, Ze-Pan Liu, Shan-Tung Tu*

December 2021, issue 12

Прогнозування геометрії валика з урахуванням впливу температури між шарами при адитивній дротяно-дуговій технології на основі CMT. *Zeya Wang, Sandra Zimmer-Chevret, Gabriel Abba*

Аналіз розширеної форми хвилі та варіантів керованого короткого замикання MIG/MAG. *Régis Henrique Gonçalves e Silva, Daniel Galeazzi, Rafael Albino Bernardi*

Регулювання залишкової напруги в зварних з'єднаннях сталі AISI 304 з ніобієм, отриманих лазерним зварюванням з використанням прошарку з міді. *Mingxiao Shi, Jiugong Chen, Haochun Xia*

Визначення чутливості окрихчування оцінкованих сталей на основі випробування на розтріскування по програмованій деформації. *M. Meyerdierks, M. Zinke, E. Biro*

Вплив зварювального струму на мікроструктуру та механічні властивості GTAW–з'єднань сплаву ZLa22. *Weiyang Zhou, Qichi Le, Xuqiang Huang*

Новий зварювальний порошковий дріт для нержавіючої сталі 316L зі зниженим викидом диму Cr (VI): частина 1 – аспекти здоров'я, пов'язані зі складом частинок та виділенням металів. *Elin M. Westin, S. McCarrick, Y. S. Hedberg*

Еволюція мікроструктури дуплексної нержавіючої сталі 2507, обробленої тертям з перемішуванням

Shikang Gao, Hongyun Zhao, Yunqiang Zhao

Поведінка при відмові та механічні властивості при контактному точковому зварюванні загартованих та розділених (Q&P) сталей. *Bruna Figueredo, Dileep Chandran Ramachandran, Elliot Biro*

Вплив ультразвукової вібрації на мікроструктуру та еволюцію текстури магнієвого сплаву AZ91 при зварюванні тертям з перемішуванням. *F. Baradarani, S. Emami, F. Khan MD*

Дослідження характеристик ультразвукового склеювання напівтвердого сплаву Al6061. *Hao Li, Qi Zhang, Zhenglong Liang*

Сценарії зварювального впливу. *V. van der Mee*

Вплив пульсації струму на параметри затвердіння при мікроплазмовому дуговому зварюванні тонколистового сплаву 718. *A. K. Sahu, S. Bag*

Чисельне моделювання динамічної поведінки зварювальної ванни при зварюванні TIG із зазором. *Xiaofei Wang, Min Lu, Jinqiang Gao*

Відновлення поверхні зварювальної ванни при стаціонарному зварюванні TIG з дротом. *Jiankang Huang, Guangyin Liu, Ding Fan*



**Міжгалузовий учбово-атестаційний центр
Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України**



Програми професійної підготовки на 2022 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		фахівців технологічних служб, відповідальних за організацію атестації зварників	2 тижня (72 г)	по мірі комплектування груп	
114	Підготовка і атестація членів комісій по атестації зварників:	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	
139			базового рівня	115 г	
149			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	

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 г 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 закінченні 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 ISO14732	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-стиків 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-стиків 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 заявку 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>
- ЖУРНАЛИ для професіоналів
-
- Видається з 1948 р.
Виходить 12 разів на рік
ISSN 0005-111X
doi.org/10.37434/as
Передплатний індекс 70031
- Видається з 2000 р.
Виходить 12 разів на рік
ISSN 0957-798X
doi.org/10.37434/twvj
Передплатний індекс 21791
-
- Видається з 1989 р.
Виходить 4 рази на рік
ISSN 0235-3474
doi.org/10.37434/tdnk
Передплатний індекс 74475
-
- Видається з 1985 р.
Виходить 4 рази на рік
ISSN 2415-8445
doi.org/10.37434/sem
Передплатний індекс 70693
- ISSN 0005-111X АВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ, №12, 2021
- 59

РОЗВИТОК ЗВАРЮВАННЯ ПЛАСТМАС В ІЕЗ ім. Є.О. ПАТОНА

22 січня 1979 р. міністр хімічної промисловості СРСР Л.А. Костандов і Президент академії наук УРСР Б.Є. Патон підписали спільний наказ № 62/42 щодо створення в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона (ІЕЗ) Міжгалузевого центру зі зварювання пластмас. Згідно з наказом ІЕЗ від 26 лютого 1979 р. № 48-к з 1 березня 1979 р. в Інституті був створений науково-технологічний відділ № 80 «Зварювання пластмас» і виділена група конструкторів для розробки обладнання для зварювання пластмас, згодом – відділ № 218 ОКТБ ІЕЗ. Також згідно з цим наказом завідувачем від. № 80 був призначений к.т.н. Г.М. Кораб, а ще 5 співробітників були переведені з різних відділів ІЕЗ.

Тоді новий відділ розпочав роботу з однієї кімнати, яка знаходилась у корпусі № 3, загальною площею близько 17 м². Однак у пункті 6 спільного наказу № 62/42 було наведено формулювання про те, що Міністерство хімічної промисловості СРСР виділить фінансування для спорудження в ІЕЗ лабораторного корпусу площею до 8000 м². Директор Інституту академік Б.Є. Патон прийняв рішення про те, що в лабораторному корпусі, крім від. № 80 повинен розміститися і від. № 22, який займався дослідженнями і випробуваннями зварних з'єднань металів. У 1982–1983 рр. був укладений контракт з однією із фінських фірм про будівництво на вул. Федорова у м. Києві зазначеного вище лабораторного корпусу. На початку листопада 1984 р. Київ зустрів делегацію парламенту Фінляндії для закладки капсули на початку будівництва лабораторного корпусу. До речі, зазначена капсула має бути відкрита через 50 років від початку будівництва – у 2034 р.

Що можна ще згадати про цей день, так це те, що було дуже холодно для цієї пори року. Якщо не помиляюся, було вдень близько –17 °С, тому



Виступ представника парламенту Фінляндії на мітингу з приводу закладки капсули

всі представники України були в теплих пальто і в шапках, а представники Фінляндії, звиклі до таких низьких температур, були без головних уборів. Повернувшись після мітингу, лише думка, що незабаром ми будемо працювати у лабораторному корпусі, який ми вже називали «Фінський корпус», зігрівала нас, оскільки в ангарах було, м'яко кажучи, не дуже тепло.

Минув рік і в листопаді 1985 р. відділи почали «переселятися» у корпус № 8 ІЕЗ, а вже в першому кварталі 1986 р. від. № 80 відвідала делегація Ради Міністрів УРСР, для якої були представлені результати діяльності від. № 80 за 5 років. В той час методика отримання таких макрошліфів вперше в Європі була розроблена в ІЕЗ.

У ті роки відділ зварювання пластмас активно залучається до координаційної роботи ІЕЗ в галузі зварювання, яку інститут здійснював з 1960 р. серед різних установ і організацій СРСР. Г.М. Кораб був призначений головою секції «Зварювання пластмас» Координаційної ради зі зварювання при ДКНТ СРСР, основним завданням якої був розгляд та відбір пропозицій різних установ і організацій СРСР з розробок в галузі зварювання полімерних матеріалів для їх включення до зведеного Координаційного плану зі зварювання, що затверджувався ДКНТ СРСР (при включенні до зведеного Координаційного плану розробки фінансувалися з держбюджету міністерствами і відомствами). Розгляд пропозицій, що надійшли, проводився на щорічних засіданнях членів секції, до складу якої входили представники понад 30 установ і організацій СРСР.

У 1987–1990 рр. за науково-дослідною темою 80/5 «Удосконалення, створення і впровадження технологічного процесу, обладнання, систем контролю і автоматичного управління параметрами процесу зварювання труб діаметром до 1200 мм на



Співробітники відділів № 80 ІЕЗ та № 218 ДКТБ ІЕЗ на мітингу



Під час підписання «Настанови нащадкам» директором ІЕЗ академіком Б.Є. Патонем та представником парламенту Фінляндії

тиск 0,981 МПа з полімерних матеріалів з метою механізації і автоматизації процесу» в ІЕЗ було розроблено технологію, виготовлено обладнання та проведено лабораторні зварювання поліетиленових труб на трьох напівавтоматичних установках: ОБ-2632 – для зварювання поліетиленових труб з номінальним зовнішнім діаметром 63...225 мм; ОБ-2639 – 250...630 мм; ОБ-2640 – 710...1200 мм. У подальшому вказані установки були впроваджені в народному господарстві України.

Навіть у кризові роки від. № 80 намагався поширити досвід газифікації у Ново-Одеському районі Миколаївської області. Відповідні звернення за підписом академіка Б.Є. Патона неодноразово надсилались в державні органи влади. У листах наголошувалось на необхідності розпочати в Україні власне виробництво поліетиленових труб і зварювального обладнання. За активної участі Г.М. Кораба та заступника від. № 80 А.М. Шестопаля було підготовлено і погоджено з усіма зацікавленими міністерствами і відомствами Постанову Кабінету Міністрів України від 10 липня 1997 р. № 726 «Про виробництво і застосування поліетиленових труб у будівництві та реконструкції газових мереж у сільській місцевості». Ця Постанова зіграла значову роль у вирішенні проблеми газифікації України із застосуванням поліетиленових труб.

З метою пришвидшення газифікації сільських населених пунктів із застосуванням поліетиленових труб за ініціати́ви Г.М. Кораба і генерального директора компанії «Ельпласт» О.Ф. Гурського було створено «Асоціацію виробників і будівельників полімерних трубопроводів», першим керівником якої у 2002 р. став Г.М. Кораб. У той же рік вийшов друком новий спеціалізований журнал «Інженерні мережі з полімерних матеріалів».

Після раптової смерті Кораба Г.М. відділ очолював к.т.н. М.Г. Кораб. У 2010–2013 рр. завідувачем відділу був д.т.н. М.П. Нестеренко, а після його

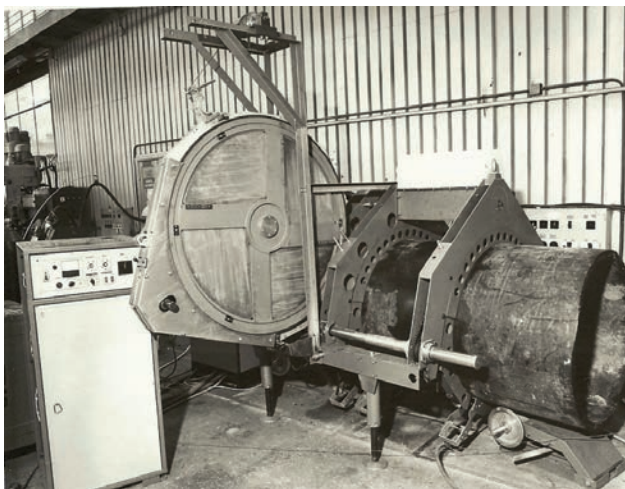


Представник делегації Ради Міністрів УРСР розглядає макрошліф зварного з'єднання поліетиленових труб

смерті обов'язки в.о. завідувача були покладені на А.М. Шестопаля.

У березні 2014 р. за рекомендацією директора Інституту хімії високомолекулярних сполук НАН України академіка НАН України Є.В. Лебедєва на роботу було прийнято кандидата фізико-математичних наук М.В. Юрженка. Молодий науковець очолював відділ, який, як і вся академічна наука, потерпав від постійного недофінансування. Однак керівництво інституту поставило складне завдання – розвивати фундаментальну науку та впроваджувати прикладні розробки, розширювати господарсько-договірну тематику робіт, залучати молодь і розвивати міжнародну співпрацю.

Так, 2014-2016 рр. у від. №80 стають переломними. Підписуються договори про співпрацю з вищими навчальними закладами і у відділ приходять молоді аспіранти. Проведено фундаментальні комплексні дослідження з вивчення механізмів зварювання і природи зварних з'єднань пластмас. Ці дослідження науковців відділу стали підґрунтям прикладних розробок, що захищені патентами України, технологій і устаткування, які впро-



Напівавтоматична установка ОБ-2639

ваджені на підприємствах України. Зокрема, були створені інноваційні технології та обладнання для зварювання полімерних труб без механічної підготовки торців і формування внутрішнього грата, сконструйовано медичну іммобілізаційну пневматичну шину, активно розвивається технічна співпраця з ДП «КБ «Антонов» і ДП «КБ «Південне» зі зварювання високотехнологічних композитних полімерних матеріалів і виробів з них. Також тривають науково-технічні роботи у сфері адитивних технологій і створення нових типів з'єднань.

Сьогодні співробітники відділу – М.В. Юрженко, В.Л. Гохфельд, М.Г. Кораб, В.Ю. Кондраченко, М.Г. Менжерес, С.В. Карпова та ін. – становлять основу підкомітету ПК9 «Зварювання і склеювання пластмас» технічного комітету ТК44 «Зварювання та споріднені процеси і технології» Національного органу стандартизації України. Завдяки їх зусиллям і за підтримки керівника ТК44, яким є заступник директора ІЕЗ академік НАН України Л.М. Лобанов, в Україні впроваджено 2016–2020 рр. гармонізовано і введено в дію 51 міжнародний та європейський стандарт у галузі випробування полімерних матеріалів та їх зварних з'єднань. Нині співробітники від. № 80 є делегатами від України в Міжнародному інституті зварювання (IIW), експертами Міністерства освіти і науки України та Міжнародної організації зі стандартизації ISO.

Розвивається і міжнародна діяльність відділу «Зварювання пластмас». З 2014 р. відділ отримує

статус Національного інформаційного центру Глобальної мережі з екологічно безпечних пластиків в Україні. У квітні 2018 р. підписано договір про створення першої польсько-української наукової лабораторії ADPOLCOM, офіційний запуск якої відбувся в жовтні того ж року. За сприяння Посольства Французької Республіки в Україні, Французького інституту та представництва Польської академії наук в Україні науковці та аспіранти відділу отримують міжнародні гранти і проходять стажування у Франції та Польщі.

Як результат майже 40-річної праці співробітників від. № 80 у 2018 р. було підготовлено та видано нову, вже тримовну, редакцію «Словника-довідника зі зварювання та склеювання пластмас» за редакцією академіка Б. Є. Патона, яка на сьогодні користується великим попитом у спеціалістів у галузі зварювання та переробки пластмас, полімерного матеріалознавства.

Показово, що за досягнення в науковій, науково-технічній та науково-педагогічній діяльності співробітники від. №80 ставали лауреатами Державної премії України в галузі науки і техніки, премій НАН України, Верховної Ради України, стипендій НАН України та Президента України, а також були нагороджені відзнакою НАН України «Талант, натхнення, праця» та відзначені подяками Міністерства освіти і науки України та Міністерства оборони України.

Пошуки та розробки в галузі зварювання пластмас тривають.

Гохфельд В.Л.

ВИСОКОПРОДУКТИВНІ ГАЗОЗАХИСНІ МЕТАЛОПОРОШКОВІ ДРОТИ ДЛЯ ЗВАРЮВАННЯ В МАШИНОБУДУВАННІ

ТМВ-МК5 – призначена для високошвидкісного одно- та багатопрхідного автоматичного та напівавтоматичного зварювання в захисних газах (пропонується замість дроту суцільного перерізу типу Св-08Г2С) металоконструкцій з вуглецевих та низьколегованих конструкційних та суднових сталей. Наплавлений метал має високу ударну в'язкість при температурах до –30 °С.

ТМВ-МК5А – аналогічне застосування як для дроту марки ТМВ-МК5. Зварює особливо відповідальні конструкції, до яких пред'являються підвищені вимоги до пластичних характеристик наплавленого металу при температурах до –60 °С.

ППс-ТМВ14 – призначена для механізованого зварювання в захисних газах, а також для наплавлення та заварювання дефектів лиття металоконструкцій з теплостійких сталей типу 12МХ, 15ХМ, 20ХМЛ, 12Х2М1, 12Х1МФ, 12Х2МФБ, 12Х2МФСР, 15Х1М1Ф, 20ХМФ1, 20Х5МЛ і їм подібних за

ГОСТ 5632 та ГОСТ 20072, що працюють при температурі до 540 °С.

ППс-ТМВ15 – призначена для механізованого зварювання в захисних газах, а також для наплавлення та заварювання дефектів лиття металоконструкцій з теплостійких сталей типу 12МХ, 15ХМ, 20ХМЛ, 12Х2М1, 12Х1МФ, 12Х2МФБ, 12Х2МФСР, 15Х1М1Ф, 20ХМФ1, 20Х5МЛ і їм подібних за ГОСТ 5632 та ГОСТ 20072, що працюють при температурі до 560 °С.

ППс-ТМВ69 – призначена для зварювання в захисних газах високоміцних сталей з межею плинності до 700 МПа, таких як S700МС, сталей типу 13ХГМРБ, 13Г2МРФБ, 14ХГНМ, 12ГН2МФЮА тощо. Наплавлений метал має високу ударну в'язкість при температурах до –40 °С.

Область застосування

ТМВ-МК5, ТМВ-МК5А. Металоконструкції різного призначення. Зварювання тонкостінних

Марка дроту*	Тип наплавленого металу	Ø, мм	Стандарт EN ISO
ТМВ-МК5	08Г1	1,2...1,6	17632 – А
ТМВ-МК5А	08Г1	1,2...1,6	17632 – А
ППс-ТМВ14	08ХМ	1,2...1,6	17634 – А
ППс-ТМВ-15	08ХМФ	1,2...1,6	17634 – А
ППс-ТМВ69	08Г2Н1ХМФ	1,2...1,6	16834 – А

* – захисний газ С1 (100% CO₂), М21 (82 % Ar + 18 % CO₂)

Типові механічні властивості наплавленого металу шва із захисної суміші М21 (82 % Ar + 18 % CO₂)

Марка дроту	σ _в , МПа	σ _т , МПа	δ, %	Робота удару K _и , Дж при T °С				
	не менше			не менше				
				+20	0	-20	-40	-60
ТМВ-МК5	380	520	24	120	100	90	40	-
ТМВ-МК5А	440	560	24	140	120	110	70	40
ППс-ТМВ14*	500	600	18	100	80	50	-	-
ППс-ТМВ15**	550	650	16	80	60	40		
ППс-ТМВ69	700	750	18	120	110	90	70	

* Термообробка: високий відпуск (725±15)°С, (1,0...1,5) год.

** Термообробка: високий відпуск 680...730 °С, 1 год.



виробів, кузовні деталі автомобілів, мостові та будівельні металокаркеси, транспортне та вантажопідійомне обладнання, машинобудування.

ППс-ТМВ14. Транспортне машинобудування, технологічні ємності, судини, що працюють під тиском, теплообмінні панелі, ректифікаційні колони, каталітичні реактори, резервуари та трубопроводи, металургія.

ППс-ТМВ15. Транспортне машинобудування, технологічні ємності, судини, резервуари та трубопроводи, теплообмінники, паропроводи, металургія.

ППс-ТМВ69. Зварювання та ремонт лиття зі сталей підвищеної міцності, ремонт обладнання, будівельні металокаркеси, машинобудування, металургія.

Переваги

- порівняно з суцільним дротом металопорошкові дроти відрізняються стабільним горінням дуги з дуже низьким рівнем розбризкування, кращим формуванням зварювального шва;

- при напівавтоматичному зварюванні металопорошковий дріт діаметром 1,2 та 1,6 мм відрізняється високими зварювально-технологічними характеристиками та підвищеною продуктивністю наплавлення в порівнянні з суцільним дротом Св08Г2С діаметром 1,2 мм;

- до складу металопорошкового дроту вводяться спеціальні компоненти, завдяки чому він забезпечує стійкість наплавленого металу до утворення пористості при зварюванні по забрудненій поверхні;

- металопорошковий зварювальний дріт порівняно із суцільним дротом відрізняється кращими санітарно-гігієнічними характеристиками: меншим виділенням зварювального аерозолі та зниженим рівнем шуму;

- за рахунок низького вмісту сірки та фосфору в наплавленому металі, при зварюванні металопорошковими дротами марок ТМВ-МК5 та ТМВ-МК5А, шви відрізняються підвищеними механічними властивостями;

- добре видима та зручна в роботі дуга знижує вимоги до якості підготовки та припасування з'єднань, дозволяє використовувати в процесі проведення зварювальних робіт у багатьох випадках менш кваліфікований персонал;

- завдяки високій швидкості зварювання, відсутності розбризкування електродного металу ефективна для високопродуктивного механізованого та роботизованого зварювання.

Ефективна економіка зварних металокаркесів машинобудування – це не тільки вартість зварювального матеріалу, скільки ефективність комплексу витрат для виготовлення всієї металокаркесу.

А.А. Голякевич

ПЕРЕДПЛАТА 2022

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.	240	720	1440	2880
«Сучасна електрометалургія», видається з 1985 р., 4 випуски на рік. ISSN 2415-8445. Передплатний індекс 70693.	–	240	480	960
«Технічна діагностика та неруйнівний контроль», видається з 1989 р., 4 випуски на рік. ISSN 0235-3474. Передплатний індекс 74475.	–	240	480	960
«The Paton Welding Journal»**, видається з 2000 р., 12 випусків на рік. ISSN 0957-798X. Передплатний індекс 21971.	520	1560	3120	6240

*Вартість з урахуванням доставки рекомендованою банделоллю.

** Журнал «The Paton Welding Journal» містить статті, отримані від авторів з усього світу і вибірково перекладі 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 2022 р. доступні для вільного копіювання випуски журналів з 2007 по 2020 рр.



Журнал **«Автоматичне зварювання»** є міжнародним науково-технічним та виробничим журналом у галузі технічних наук. В журналі публікуються результати досліджень за напрямками: матеріалознавство та металургія зварювання, наплавлення та інших споріднених технологій; технології та матеріали для зварювання конструкційних матеріалів; виробництво зварних металопродукцій для різних галузей промисловості; відновлювальний ремонт для подовження ресурсу зварних конструкцій і вузлів; проблеми міцності, конструювання та оптимізації зварних конструкцій; технології 3D друку, які базуються на зварювальних процесах; гібридні технології зварювання. В журналі публікується також інформація про нові зварювальні матеріали, джерела живлення та технології; звіти про виставки, конференції та семінари, анонси нових книг та винаходів, новини від відомих компаній та інше.

РЕКЛАМА В ЖУРНАЛАХ

Реклама публікується на обкладинках і внутрішніх вклейках журналів.

Перша сторінка обкладинки – 200x200 мм.

Друга, третя і четверта сторінки обкладинки – 200x290 мм.

Перша, друга, третя, четверта сторінки внутрішньої обкладинки – 200x290 мм.

Вклейка А4 – 200x290 мм. Розворот А3 – 400x290 мм. А5 – 185x130 мм.

Розміри журналів після обрізу 200x290 мм.

Всі файли в форматі IBM PC, кольорова модель СМΥΚ, роздільна здатність 300 dpi.

ВАРТІСТЬ РЕКЛАМИ

Ціна договірна. Передбачена система знижок. Вартість публікації статті на правах реклами становить половину вартості рекламної площі. Публікується тільки профільна реклама з тематики журналів. Відносно вартості, знижок та термінів публікації прохання звертатися у видавництво.

ВИДАВНИЦТВО

Міжнародна Асоціація «Зварювання»
03150, Київ, вул. Казимира Малевича, 11
Тел./факс: 38044 200-82-77
E-mail: journal@paton.kiev.ua
<https://patonpublishinghouse.com>



Журнал **«Сучасна електрометалургія»** є міжнародним науково-теоретичним та виробничим журналом у галузі технічних наук. В журналі публікуються результати досліджень у сферах: металургія чорних і кольорових металів та сплавів; спеціальна електрометалургія (електрошлакова, електронно-променева, плазмова- та вакуумно-дугова технології); нові матеріали; енерго- і ресурсозбереження; матеріалознавство, 3D технології у спеціальній електрометалургії. Публікується також допоміжна інформація з тематики журналу.



Журнал **«Технічна діагностика та неруйнівний контроль»** є міжнародним науково-технічним та виробничим журналом у галузі технічних наук. В журналі публікуються результати досліджень з діагностики матеріалів і конструкцій та методи неруйнівного контролю для оцінки стану матеріалів і конструкцій; теорія, методи і засоби технічної діагностики. Розміщуються матеріали з моніторингу конструкцій та подовження ресурсу та працездатності засобами НК. Публікується супутня інформація з тематики журналу, а також інформація про події та новини в Українському товаристві НК та ТД.