

З АВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ 2021 8

Автоматическая сварка

Видається 12 разів на рік з 1948 р.

Automatic Welding

Published 12 times per year since 1948

ЗМІСТ

МЕТАЛУРГІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ТА НАПЛАВЛЕННЯ

Книш В.В., Соловей С.О., Рябцев І.О., Бабінець А.А. Втомна довговічність зразків зі сталі 40Х після зносостійкого наплавлення з підшаром з низьколегованої сталі.....	3
Размишляев О.Д., Агеева М.В., Білик О.Г., Халед Е. Вплив поздовжнього керуючого магнітного поля на ефективність процесу дугового наплавлення.....	9
Лещинський Л.К., Іванов В.П., Матвієнко В.М., Степнов К.К., Воз'янов Є.І. Розробка технології наплавлення робочого шару змінного складу на обтискні прокатні валки.....	14
Стефанів Б.В. Розробка технології виготовлення бурових доліт із захисним покриттям робочих органів.....	18

ПРОЦЕСИ ПАЙКИ

Максимова С.В., Зволінський І.В., Іванченко Е.В. Вплив легуючих елементів на температури солідусу і ліквідусу сплавів системи Cu–Mn–Ni–Si.....	24
--	----

3D ДРУК

Сенченков І.К., Юрженко М.В., Червінко О.П., Масючок О.П., Кораб М.Г. Чисельне моделювання напружено-деформованого стану елементів, які виготовляються за допомогою 3D друку.....	29
---	----

ЗВАРЮВАННЯ В ТВЕРДІЙ ФАЗІ

Кучук-Яценко С.І., Гущин К.В., Зягор І.В., Самотрясов С.М., Завертанний М.С., Левчук А.М. Структура та механічні властивості з'єднань алюмінієвого сплаву 2219-T87, отриманих контактним стиковим зварюванням оплавленням.....	35
Добрушин Л.Д., Бризгалін А.Г., Шльонський П.С., Пекар Є.Д., Венцев С.Д. Розробка технології виготовлення апаратних затискачів з використанням зварювання вибухом.....	41

ЗВАРЮВАЛЬНІ МАТЕРІАЛИ

Костін О.М., Ярос О.О., Ярос Ю.О., Савенко О.В. Комплекс УПЕ-500 для визначення зварювально-технологічних характеристик покритих електродів.....	47
--	----

ЗВАРЮВАННЯ ЗА КОРДОНОМ

Welding in the World № 7–8, 2021.....	53
---------------------------------------	----

СПАДЩИНА Б.Є. ПАТОНА

Усе залишається людям.....	54
----------------------------	----

ІНФОРМАЦІЯ

Пристрій «ВВК/ТВА-1» для швидкого і точного візуального контролю протяжних металоконструкцій.....	56
До 100-річчя Дудка Д.А.	58
Пам'яті В.Д. Шелягіна.....	60

CONTENT

METALLURGY AND TECHNOLOGY OF WELDING AND SURFACING

Knysh V.V., Solovej S.O., Ryabtsev I.O., Babinets A.A. Fatigue life of specimens from 40Kh steel after wear-resistant surfacing with a low-alloy steel sublayer.....	3
Razmyshlyayev O.D., Ageeva M.V., Bilyk O.G., Khaled E. Influence of longitudinal controlling magnetic field on the effectiveness of arc surfacing process.....	9
Leshchinskiy L.K., Ivanov V.P., Matviyenko V.M., Stepnov K.K., Vozyanov E.I. Development of surfacing technology for the working layer of variable composition on the blooming rolls.....	14
Stefaniv B.V. Development of technology of manufacture of drill bits with protective coating of working bodies.....	18

BRAZING

Maksymova S.V., Zvolinskyi I.V., Ivanchenko E.V. Influence of alloying elements on solidus and liquidus temperatures of Cu–Mn–Ni–Si system alloys.....	24
--	----

3D PRINTING

Senchenkov I.K., Iurzenko M.V., Chervinko O.P., Masiuchok O.P., Korab M.G. Numerical modelling of stress-strain state of elements manufactured by 3D printing.....	29
--	----

SOLID PHASE WELDING

Kuchuk-Yatsenko S.I., Hushchyn K.V., Ziakhor I.V., Samotryasov S.M., Zavertannyi M.S., Levchuk A.M. Structure and mechanical properties of 2219-T87 aluminum alloy joints produced by flash butt welding.....	35
Dobrushin L.D., Bryzgalin A.G., Shlonskiy P.S., Pekar E.D., Ventsev S.D. Development of the technology of manufacturing hardware clamps, using explosion welding.....	41

WELDING CONSUMABLES

Kostin O.M., Yaros O.O., Yaros Y.O., Savenko O.V. UPE-500 complex for determining welding and technological characteristics of coated electrodes.....	47
---	----

WELDING ABROAD

Welding in the World № 7–8, 2021.....	53
---------------------------------------	----

B.E. PATON'S HERITAGE

Everything remains for people.....	54
------------------------------------	----

INFORMATIONS

VIK/TVA-1 device for fast and accurate visual inspection of stretched metal structures.....	56
To the 100th anniversary of D.A. Dudko.....	58
In memory of V.D. Shelyagin.....	60



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



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

Автоматичне зварювання Автоматическая сварка Automatic Welding

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Вчені ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ:
І.В. Кривцун (головний редактор),
В.М. Ліподаєв (штатний заст. гол. ред.)
О.М. Берднікова, 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 КВ 4788 від 09.01.2001

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

Передплата 2021

Передплатний індекс 70031.

12 випусків на рік (видається щомісячно).

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

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 2021

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.

Підписано до друку 05.07.2021.
Формат 60×84/8. Офсетний друк. Ум. друк. арк. 6,98.
Друк ТОВ «ДІА».
03022, м. Київ-22, вул. Васильківська, 45.

Welding in the World

Volume 65, issues 7–8, 2021

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

July 2021, issue 7

Огляд променевих процесів із високою енергетичною щільністю пучків та 3D застосувань. *T. Patterson, J. Hochanadel, J. Lippold*

Безконтактне вимірювання температури при 3D електронно-променевому виробництві на основі дроту Ti-6Al-4V. *F. Pixner, R. Buzolin, N. Enzinger*

Дослідження з'єднань із обробленого лазером порошку та звичайних марок нікелевої сталі 18MAR300. *W. Tillmann, L. Wojarski, T. Henning*

Багатоцільове оптимізаційне моделювання властивостей зварювальних з'єднань з нержавіючої сталі 301 при лазерному зварюванні з надвз'язким зазором. *Long Chen, Tao Yang, WeiLin Chen*

Лазерне зварювання контейнера з рідкою рідиною для супутника KRAKSat із аустенітної сталі. *Rafal Janiczak, Krzysztof Pańcikiewicz*

Розширення технологічних меж лазерно-променевого зварювання товстостінних деталей за допомогою багатопрхідного зварювання в вузький зазор (Laser-MPNG) на прикладі нікелевого матеріалу. *Benjamin Kessler, Dirk Dittrich, Christoph Leyens*

Експериментальна характеристика сплаву нержавіючої сталі 316L, виготовленої з комбінованим плавленням порошкового шару та спрямованим осадженням енергії. *Kumaran M, Senthilkumar V*

Вплив прошарку AlSi12 на мікроструктуру та механічні властивості лазерних зварних з'єднань 5A06 / Ti6Al4V. *Xiongfeng Zhou, Xiaobing Cao, Ji'an Duan*

Моделювання на основі обчислювальної гідродинаміки фазового перетворення в низьковуглецевій сталі при зварюванні лазером. *Aleksander Siwek*

Дослідження зварюваності виготовлених за технологією 3D аустенітних компонентів з нержавіючої сталі 316L. *S. Huysmans, E. Peeters, K. De Prins*

Лазерне зварювання різнорідних пластмас: 3D FE моделювання та експериментальне підтвердження. *Vappa Acherjee*

August 2021, issue 8

Попереднє дослідження нового процесу: синергетичне двостороннє беззондове зварювання тертям з перемішуванням. *Q. Chu, W. Y. Li, Y. F. Zou, X. W. Yang, S. J. Hao, X. C. Liu & W. B. Wang*

Повторне точкове зварювання тертям з перемішуванням аерокосмічних сплавів у присутності міжповерхневого герметика. *Pedro de Sousa Santos, Anthony R. McAndrew, Joao Gandra & Xiang Zhang*

Створення розрахункової моделі видалення тепла при в'язкопластичному русі в процесі зварювання тертям з перемішуванням. *Fang Yan, YuCun Zhang, XianBin Fu & Songtao Mi*

Міцність і поведінка руйнування зварних з'єднань, отриманих тертям з перемішуванням алюмінієвих сплавів AA2A14-T6. *Yue Wang, He Ma, Peng Chai & Yanhua Zhang*

Чисельне моделювання розподілу температур за дев'ятиточковою схемою скінченних різниць для вивчення властивостей зварних швів фрикційних зварювальних з'єднань AA1100. *N. Pallavi Senapati & Rajat Kumar Bhoi*

Підхід до пластичної деформації та швидкості деформації в процесі зварювання тертям з перемішуванням. *Elizabeth Hoyos, Yesid Montoya, Ricardo Fernández & Gaspar González-Doncel*

Метод вимірювання температури зварного шва та позиціонування інструмента в процесі зварювання тертям з перемішуванням. *Song-tao Mi, Yucun Zhang, Xian-bin Fu, Fang Yan & Jiu-li Shen*

З'єднання нержавіючої сталі та алюмінію за допомогою двопровідного СМТ. *Wanghui Xu, Huan He, Yaoyong Yi, Haiyan Wang, Chen Yu & Weiping Fang*

Вплив різних варіантів металу-наповнювача S Ni 6625 на властивості та мікроструктуру присадного шару, виготовленого методом СМТ. *M. Zinke, S. Burger, J. Arnhold & Sven Jüttner*

Моделювання тепловіддачі, потоку рідини та морфології геометрії у 3D виробництві на основі дугового зварювання. *Wenyong Zhao, Yanhong Wei, Jinwei Long, Jicheng Chen, Renpei Liu & Wenmin Ou*

Розробка покриттів для високоміцних заповнювальних дротів з низьколегованої сталі та їх вплив на мікроструктуру та властивості металу шва. *T. Gehling, K. Treutler & V. Wesling*

Розробка присадного металу для MARBN – нових вдосконалених сплавів, що протистоять повзучості при використанні на ТЕС. *Zhuyao Zhang & Vincent van der Mee*

Прогнозування твердості ЗТВ сталей із додаванням бору. *T. Kasuya, M. Inomoto, Y. Okazaki, S. Aihara & M. Enoki*

Вигідне використання гіпербаричних умов процесу для зварювання алюмінію та мідних сплавів. *K. Treutler, S. Brechelt, H. Wiche & V. Wesling*

Гетерогенна поведінка деформації повзучості функціонально градуїюваних перехідних з'єднань. *Mohan Subramanian, Jonathan Galler, John DuPont, Boopathy Kombariah, Xinghua Yu, Zhili Feng & Sudarsanam Suresh Babu*

Зварювання високоентропійних та композиційно складних сплавів (Огляд). *Michael Rhode, Tim Richter, Dirk Schroepfer, Anna Maria Manzoni, Mike Schneider & Guillaume Laplanche*

УСЕ ЗАЛИШАЄТЬСЯ ЛЮДЯМ

19 серпня 2020 р. припинило битися серце видатного вченого, президента Академії наук України, директора Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, академіка Патона Б.Є.

Більше ніж 40 років тому, з ініціативи Бориса Євгеновича та міністра хімічної промисловості СРСР Леоніда Аркадійовича Костандова «у царстві металу», тобто в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона (ІЕЗ), був створений відділ зварювання пластмас (далі відділ № 80). Керівником відділу № 80 був призначений канд. техн. наук Кораб Г.М.

Борис Євгенович сказав Корабу Г.М., що «буде всіляко допомагати – направляти всім листи з проханням: виділення тимчасового приміщення (ангарів) для співробітників відділу № 80, придбання обладнання (у тому числі зарубіжного виробництва) для зварювання пластмас, різних приладів, наприклад, для дослідження структури зварних з'єднань та матеріалів і рішення різних проблем для успішної роботи відділу № 80».

Патон Б.Є. виконав свої обіцянки і відділ № 80 у 1979 р. зміг отримати перший ангар, а у 1980 р. – другий. Було придбано необхідне обладнання та прилади, наприклад, оптичний дифрактометр типу «MODEL LD-10»; оптичний мікроскоп типу 4В1 «MODEL-VERSAMET-2» та електронний мікроскоп типу JEM-100 CX (Японія).

Але крім наукових проблем, Борисом Євгеновичем була поставлена задача по розробленню комплексних заходів для якнайшвидшої газифікації сільських населених пунктів України, із застосуванням зварювання поліетиленових труб.

Протягом 1980–1985 рр. були проведені наступні заходи:

- за участю Міністерства сільського господарства України, в Новоодеському районі Миколаївської області був організований полігон, який оснащений розробленим в ІЕЗ дослідним обладнанням для зварювання поліетиленових труб;
- була розроблена нормативно-технічна документація на дослідне зварювання поліетиленових труб;
- ІЕЗ направляв у відрядження співробітників відділу № 80 для проведення робіт зі зварювання поліетиленових труб.



Співробітники відділу №80 ІЕЗ біля «першого» ангару

За ініціативи Бориса Євгеновича в 1983 р., у Новоодеському районі Миколаївської області була проведена всесоюзна конференція зі зварювання поліетиленових труб, а у 1984 р. – засідання секції «Ради економічної допомоги» за темою зварювання поліетиленових труб за участю вчених з Болгарії, Німеччини, Чехословаччини, Угорщини та Радянського Союзу.

Інші регіони України також зацікавились зварюванням поліетиленових труб при будівництві газопроводів і за особистою вказівкою Бориса Євгеновича відділ № 80 (в установленому порядку) передавав різним підприємствам технологію зварювання та дослідне, а потім і серійне обладнання для зазначеного зварювання.

У 1985 р. в ІЕЗ був побудований (фірмою з Фінляндії) лабораторний корпус, в який переїхали співробітники відділу № 80.

Борис Євгенович доручив Корабу Г.М. перевірити роботу обладнання для зварювання нагрітим інструментом встик поліетиленових труб у різних кліматичних умовах СРСР.

Ця вказівка збіглася зі зверненням дирекції Інституту золота і рідкісних металів (ВНДІ-1, м. Магадан) з проханням, для видобутку золота передати технологію зварювання поліетиленових труб та сприяти отриманню серійного обладнання.

У 1985–1990 роках ІЕЗ активно співпрацював з ВНДІ-1 зі зварювання поліетиленових труб у складних умовах Північного Сходу СРСР. На підставі проведених робіт були отримані винаходи для оцінки якості зварних з'єднань поліетиленових труб, а також були уточнені технологічні параметри цього зварювання.

Борис Євгенович доручив Корабу Г.М. популяризувати технологію зварювання поліетиленових труб – були опубліковані 5 збірників статей зі зварювання пластмасових виробів.

На підставі проведених робіт (з 1979 по 1987 рр.) вченими відділу № 80 та з ініціативи і під редакцією Бориса Євгеновича у 1988 р. було видано «Словарь-справочник по сварке и склеиванию пластмасс».

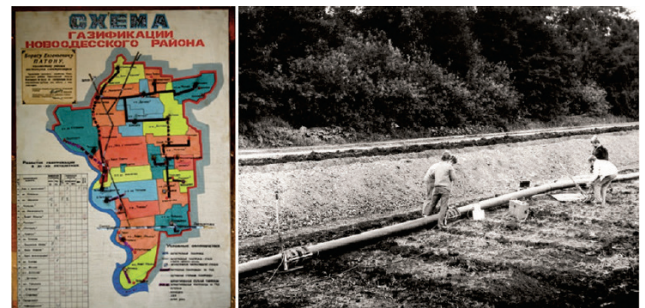


Схема газифікації та будівництво трубопроводу з поліетиленових труб у Новоодеському районі Миколаївської області



Б.Є. Патон і Г.М. Кораб демонструють обладнання для зварювання поліетиленових труб делегації Ради Міністрів Української РСР (ліворуч, 1986) і директору Центрального інституту зварювання НДР (праворуч, 1989)



Зварювання нагрітим інструментом встик поліетиленових труб зовнішнім діаметром 800 мм із застосуванням модернізованої установки конструкції ІЕЗ при реконструкції сталевого дюкера діаметром 900 мм, проложеного по дну Південного Бугу біля м. Вінниці

Борис Євгенович приділяв велику увагу, щоб проведення досліджень щодо вдосконалення технології зварювання поліетиленових труб і визначення якісних зварних з'єднань закінчувалися захистом дисертацій. За ці роки 6 співробітників відділу № 80 захистили дисертації.

Після розпаду Радянського Союзу у відділі № 80 склалася важка ситуація. За кілька років більше 40 % співробітників відділу № 80 пішли з ІЕЗ. Були розформовані конструкторський відділ № 218 ОКТБ ІЕЗ, який виконував розроблення документації на виготовлення обладнання для зварювання поліетиленових труб та Інженерний центр «Зварювання пластмас», який впроваджував зварювальне обладнання на території Радянського Союзу.

Борис Євгенович доручив Корабу Г.М. активізувати роботи по газифікації сільських населених пунктів України.

У 1991 р. були розроблені РСН 358–91 «Республиканские строительные нормы. Сварка полиэтиленовых труб при строительстве газопроводов. Госстрой УССР».

Одночасно, починаючи з 1991 р., співробітниками відділу № 80 були розроблені:

- «Положення про атестацію зварювального обладнання, яке застосовується під час зварювальних робіт при будівництві та ремонті газопроводів з поліетиленових труб»;
- «Положення про атестацію зварників пластмас на право виконання зварювальних робіт при будівництві та ремонті газопроводів з поліетиленових труб».

Зазначені положення у 1993 р. були затверджені постановою колегії Держнаглядохоронпраці України і отримали позначення (відповідно) ДНАОП 1.1.23–4.06–93 та ДНАОП 1.1.23–4.07–93.

Найбільш активно роботи по атестації проводилися у 1995–2006 рр., в яких щорічно було атестовано близько 90 одиниць зварювального обладнання, а також близько 120 робітників з професії «Зварник пластмас» та кожні три роки необхідна кількість інженерно-технічних працівників з будівництва і експлуатації систем газопостачання.

За участю співробітників відділу № 80 у 1998 р. було також розроблено державний стандарт України – ДСТУ Б В.2.7–73–98 «Труби поліетиленові для подачі горючих газів. Технічні умови».

У період з 1999 до 2008 рр. лабораторія полімерів ІЕЗ проводила випробування гідравлічних та механічних характеристик настановної партії поліетиленових труб, які були виготовлені на 31 підприємстві України.

Усі заходи, що проводились з 1980-х до 2014-х років за ініціативою Бориса Євгеновича Патона, дозволили практично провести газифікацію сільських населених пунктів України із застосуванням зварювання поліетиленових труб.

Наведено лише один з прикладів як Борис Євгенович ставився до життя людей, які живуть в сільських населених пунктах України, щоб побут цих людей був на рівні побуту громадян, які живуть в містах.

ПРИСТРІЙ «ВВК/ТВА-1» ДЛЯ ШВИДКОГО І ТОЧНОГО ВІЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ПРОТЯЖНИХ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ

Утворення тріщини, корозійна поразка та старіння металу є основними проблемами довгоексплуатованих металоконструкцій. Наявність цих грубих поверхневих дефектів [1] може вказати на характер і місце можливого руйнування конструкції, з огляду на те, що різні дефекти мають певні домінуючі причини їх утворення.

Візуально-вимірвальний контроль (ВВК) є основним методом з усіх видів неруйнівного контролю (НК). Після цього формуються усі вимоги до подальших робіт, вирішуються організаційні питання виконання інших методів НК. ВВК є оперативним методом НК. За допомогою простого, на перший погляд, зовнішнього огляду контролюють усі зварні з'єднання, а також інші промислові

об'єкти, які знаходяться в роботі. За результатами візуально-вимірвального контролю оцінюється якість і стабільність технологічного процесу, виготовлення або ремонту металоконструкцій та інших об'єктів. Перевагою візуального контролю є простота використання даного методу, а проблематика – фіксування результатів проведення робіт. Трапляються випадки, коли описуються дефектні зони без додавання фото- або відео- матеріалу у вигляді додатка замовнику [2, 3]. Подалі це може бути причиною непорозуміння між замовником та виконавцем або в випадку низької кваліфікації дефектоскопіста чи фізичної втоми людини, яка в результаті дасть недостовірні результати, це може привести до трагічних наслідків. Тому проблематика даного методу діагностики – висока залежність від людського фактору.

Наведений на рис. 1 прилад [4, 5] візуального контролю має веб-камеру і смартфон (планшет) в якості монітора для спостереження, відображення, запису та для передачі інформації через Інтернет. На сьогодні процедури візуальної діагностики пов'язані з монотонними однотипними діями, що призводить до пропусків дефектів. Достовірність візуального контролю в значній мірі залежить від людського фактору – уважності, стомлюваності, а також залежності, зацікавленості, тобто немає об'єктивності. Застосування даного пристрою [6] допоможе класифікувати шви за стандартами ISO 5817:2014 «Зварювання. Зварні шви під час зварювання плавленням сталі, нікелю, титану та інших сплавів (крім променевого зварювання). Рівні якості залежно від дефектів».

На рис. 2 в якості монітора та реєстратора показаний смартфон, який утримується на приладі за допомогою магнітної пластини, вмонтованої в його чохол. На рис. 2 позначено: 1а, 1б – світло-лазерне підсвічування ширини зварного шва околошовної зони; 2а, 2б, 2в – регульовальні гвинти для регулювання ширини та висоти світло-лазерного підсвічування; 3 – відеокамера з підсвічуванням, розташування якої регулюється по висоті; 4 – тумблер включен-



Рис. 1. Пристрій для візуального контролю ВВК/ТВА-1

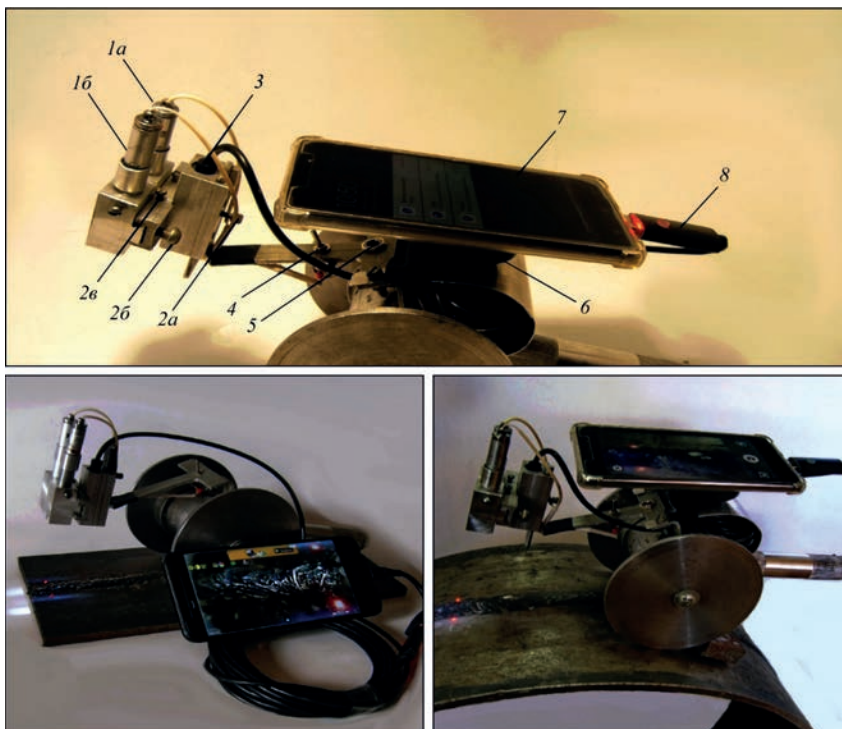


Рис. 2. Зовнішній вигляд ВВК/ТВА-1

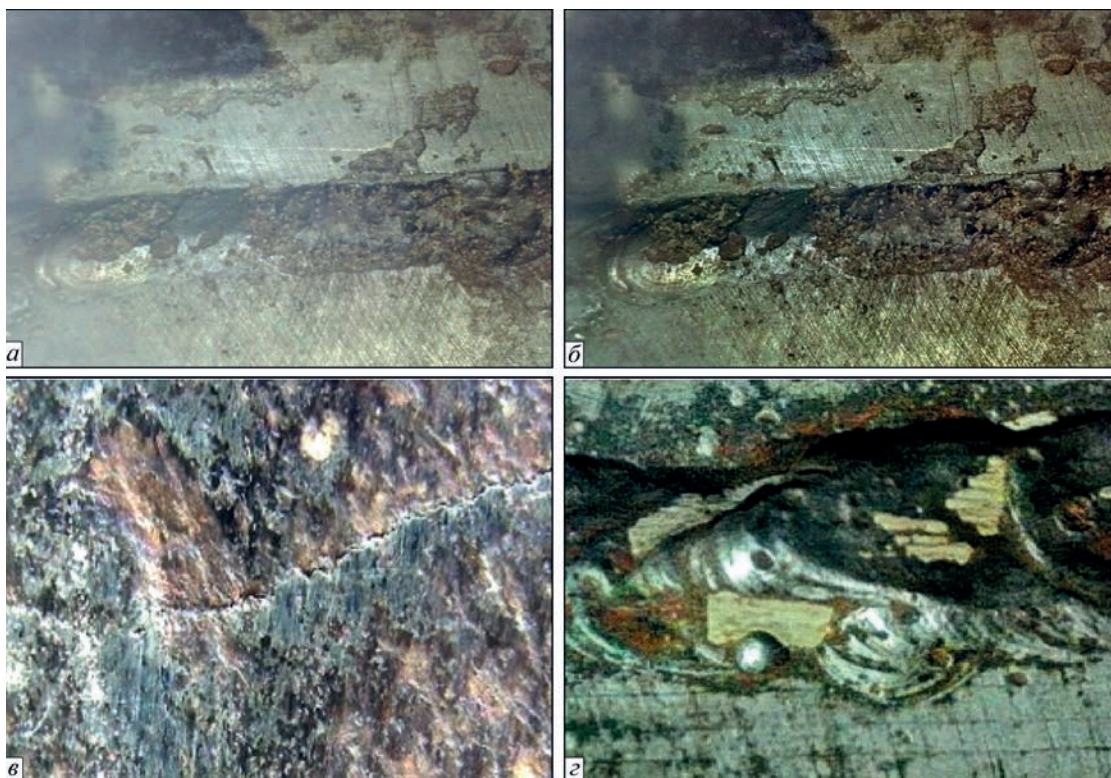


Рис. 3. Результати дослідження ВВК/ТВА-1: а – оригінал зображення зварного з'єднання; б – після обробки зображення; в – оригінал зображення дефекту типу тріщина; г – зварне з'єднання після обробки зображення. Роздільна здатність 1600×1200 пікселів

ня світло-лазерного підсвічування; 5 – роз'єм для зарядки акумулятора; 6 – магнітний тримач для смартфона (планшета); 7 – смартфон; 8 – роз'єм USB/microUSB з підсвічуванням, що вмикається; 9 – ручка-контейнер, всередині якої знаходяться акумулятори. За допомогою запропонованого пристрою спрощується і прискорюється візуальний контроль. Цей пристрій легко переміщується вздовж зварного з'єднання. Конструкція платформи приладу може виготовлятися з урахуванням геометричних особливостей об'єкта. Прилад дозволяє записувати з коментарями всю інформацію про поверхні зварного шва з подальшим архівуванням і передачею цієї інформації замовнику.

Запис фото і відео процесу відбувається за допомогою стандартної програми виробника смартфона (планшета). При виконанні збору даних камера перебуває на відстані від поверхні зварного шва близько 5...8 см, при цьому зображення шва має дворазове збільшення. Відеозапис відбувається при швидкості не більше 3 м/хв. Роботу пристрою в режимі фото необхідно проводити при повній зупинці над передбачуваним дефектом. Результати проведення дослідження показані на рис. 3.

Застосування систем рухомих оптико-електронних перетворювачів, за допомогою яких легко встановлюється оцінка відповідності за ДСТУ ISO 5817, дає можливість:

– зменшити вплив людського фактора, присутнього при ВВК, за допомогою фото та відеозапису в ручному варіанті;

– підвищити надійність і точність контрольно-діагностичного процесу на основі аналізу автоматизованого ВВК;

– забезпечити захист інформації, архівування та аналіз за допомогою цифрових комп'ютерних програм;

– здійснити бездротову передачу звітності по Wi-Fi, Bluetooth, Інтернет каналам і забезпечити розмітку на об'єкті контролю місць, де необхідно використовувати радіографічний та ультразвуковий НК.

Використані джерела:

1. ДСТУ EN ISO 17637:2017 *Незрушаючий контроль сварних швов. Візуальний контроль соединений, выполненных сваркой плавлением* (EN ISO 17637:2016, IDT; ISO 17637:2016, IDT).
2. ДСТУ EN ISO 6520-1:2015 *Сварка и родственные процессы. Классификация геометрических дефектов в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением* (EN ISO 6520-1:2007, IDT; ISO 6520-1:2007, IDT).
3. ДСТУ ISO 5817:2016 *Зварювання. Зварні шви під час зварювання плавленням сталі, нікелю, титану та інших сплавів (крім променевого зварювання). Рівні якості залежно від дефектів*.
4. Троицкий В.А. (2018) Візуально-измерительный контроль протяженных металлоконструкций на основе подвижных магнитных систем. *Методы та прилади контролю якості*, 1(40), 5–14.
5. Троицкий В.А. (2013) *Подвижное намагничивающее устройство для дефектоскопии протяженных конструкций*. Украина, Пат. 82447 от 12.08.2013.
6. Троицкий В.А., Литвиненко В.А. (2019) Устройства для быстрого и точного визуального контроля протяженных металлоконструкций. *Сварщик*, 4, 38–40.

Троїцький В.О., Литвиненко В.А.,
ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ

ДО 100-РІЧЧЯ З ДНЯ НАРОДЖЕННЯ АКАДЕМІКА НАН УКРАЇНИ ДУДКА ДАНИЛА АНДРІЙОВИЧА (28.07.1921–02.02.2009)



Дудко Д.А. – видатний вчений в галузі матеріалознавства та електрозварювання, представник все-світньо відомої наукової школи академіків Є.О. Патона та Б.Є. Патона з нових методів технології електрозварювання матеріалів та металознавства,

винахідник та інженер-конструктор інноваційного зварювального обладнання та технологічних процесів. Він є автором більш як 1000 наукових робіт та винаходів з нових методів зварювання матеріалів, нанесення покриттів та спеціальної електрометалургії. Його роботи були відзначені найвищими преміями СРСР, УРСР, міжнародними призами та відзнаками: Ленінською премією СРСР (1963), Сталінською премією (1950), Державними преміями УРСР (1972, 1983), премією Ради Міністрів СРСР (1986), премією ім. Є.О. Патона НАН України (1997), багатьма орденами та медалями СРСР та зарубіжних країн.

Дудко Д.А. народився в с. Попелюхи Мурованок-Куриловецького району Вінницької області в сім'ї сільських вчителів Дудка Андрія Петровича та Віри Олексіївни, які здобули освіту на вчительських курсах в буремні роки після громадянської війни та були направлені в село для відновлення системи народної освіти в 1920-ті роки. Як представники сільської інтелігенції та провідники рішень радянської влади на місцях вони були і громадськими діячами, активно проводили політику колективізації в 1930-ті роки, а у роки великого терору стали жертвами великих чисток. Андрій Петрович, на той час директор Успенської середньої школи Ворошиловградського району, був заарештований у 1938 р., і вважався ворогом народу аж до 1959 р., коли його справа була переглянута, і за рішенням Генеральної Прокуратури СРСР він був реабілітований помертвом за відсутністю складу злочину.

Сімейні обставини змусили осиротілу родину шукати притулку у родичів м. Рубіжне (нині Луганська обл.) та завадили Данилу Андрійовичу здобути вищу освіту в Київському політехнічному інституті, куди він успішно склав екзамен у 1939 р.

Йому запропонували передати документи до вступу у Хіміко-технологічний інститут м. Рубіжне, де він навчався до 1943 р., а пізніше перевівся в Уральський індустріальний інститут (пізніше Уральський політехнічний інститут, Свердловськ, нині Єкатеринбург, Росія). Там і сталася доленосна зустріч випускника цього інституту з академіком Євгеном Оскаровичем Патonom, який проводив співбесіди зі студентами старших курсів, підбираючи молоді кадри для Інституту електрозварювання, що був евакуйований у 1941 р. з Києва до м. Нижній Тагіл (Свердловська обл., Росія). Там, в цехах 183-го танкового заводу, була розгорнута величезна робота по застосуванню новітнього способу автоматичного зварювання під флюсом танкової броні для прискорення виробництва танків Т-34. Саме там у 1943 р. увінчалася успіхом багаторічна творча робота Інституту електрозварювання під керівництвом академіка Є.О. Патона, завдяки якій був запущений перший в світовій практиці конвейер з 19 унікальними установками для автоматичного зварювання корпусів танків Т-34. Танки почали випускати поточним методом майже в п'ять разів швидше, застосовуючи працю малокваліфікованих операторів.

У 1944 р. академік Є.О. Патон запросив на роботу в Інститут випускника УІІ і саме з цього року життя та діяльність Данила Андрійовича Дудка були нерозривно пов'язані з Інститутом електрозварювання, а його довгий трудовий шлях – більше 65 років – був спільним шляхом здобутків та перемог колективу славетного Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ.

Майже кожна розробка нових технологій та техніки нового покоління була відзначена найвищими нагородами СРСР та міжнародними призами.

Сталінську премію (1950) колектив співробітників – Б.Є. Патон, Д.А. Дудко, П.Г. Гребельник та І.Н. Рублевський – отримав за розробку способу та апаратури для напівавтоматичного зварювання під шаром флюсу. Так, були закладені основи нового наукового напрямку – автоматичного регулювання дуги та параметрів шва через систему електричного живлення. З 1952 по 1998 рр. Д.А. Дудко незмінно очолював відділ нових фізико-хімічних методів зварювання.

Ленінська премія (1963) була присуджена Д.А. Дудку та А.Г. Потап'євському за участь у розробці та впровадженні в промисловість інноваційного



На початку великого шляху: В.К. Лебедев, Д.А. Дудко, Б.Є. Патон (1950 р.)

процесу автоматичного і напівавтоматичного зварювання у вуглекислому газі плавкими електродами. Цей процес дав можливість різко збільшити застосування процесу автоматичного зварювання в CO_2 в енергетичному, транспортному машинобудуванні, в суднобудівництві та автомобільній промисловості. За дослідження наукових основ цього процесу для зварювання різноманітних конструктивних матеріалів та широке впровадження його у виробництво, а також вагомий вклад в розвиток металургійних процесів електрошлакового зварювання Д.А. Дудко здобув науковий ступінь доктора технічних наук (1964), а в 1967 р. був обраний членом-кореспондентом АН УРСР. З 1962 по 1987 рр. він виконував роботу заступника директора з наукових питань ІЕЗ ім. Є.О. Патона та проводив величезну роботу в напрямку науково-технологічних розробок першого в країні міжвідомчого науково-технічного комплексу (МНТК), який створив нові можливості для прискорення науково-технічного прогресу в багатьох галузях промисловості.

Державні премії УРСР у галузі науки і техніки: 1972 р. – за розробку високопродуктивних технологій плазмової обробки металів та 1978 р. – за впровадження способу детонаційного нанесення покриттів, а також Премія Ради Міністрів СРСР (1986) – за розробку безвідходної екологічно чистої технології, що замінює хімічні та гальванічні технології, відзначили успіхи Д.А. Дудка по створенню і дослідженню композиційних матеріалів для складних умов експлуатації (високі температури, газообразивне зношування, ударні навантаження), по дослідженням у галузі плазмового оброблення: зварювання, напилення та переплавлення, фізичних процесів у газовому розряді у вакуумі, осадження матеріалів у плазмі газових розрядів. За розвиток фундаментальних досліджень

в галузі матеріалознавства та електрозварювання Д.А. Дудко був обраний академіком АН УРСР (1978).

Увінчалися вагомими результатами проведені у відділі, очолюваному Д.А. Дудком, дослідження зі створення нових зварювальних технологій, випробуваних у космосі у 1969 р. на борту корабля «Союз-6» на установці «Вулкан». Вперше в світовій історії у 1985 р. космонавтами С.Є. Савицькою та В.А. Джанибековим в умовах відкритого космосу на протязі 3,5 год. проводились зварювання, пайка, різка та напилення за допомогою інструментів, розроблених в Інституті електрозварювання під керівництвом Б.Є. Патона та Д.А. Дудка. А вже у 1987 р. на борту станції «Мир» запрацювала апаратура промислового типу «Янтар», що дозволила наносити покриття на реальні поверхні космічних конструкцій.

Досягнення академіка Д.А. Дудка в галузі космічних технологій були відзначені званням «Заслужений діяч науки і техніки України» (1991), премією ім. Є.О. Патона НАНУ (1997), орденами СРСР, Золотою медаллю імені С. Корольова та медаллю «25 років космічній ери».

Протягом багатьох десятиліть академік Д.А. Дудко активно займався науково-організаційною, суспільною та педагогічною діяльністю. Він був членом Координаційної ради по зварюванню та Наукової ради Держкомітету СРСР з науки і технологій, членом експертної ради ВАК, Головою Президії Української республіканської спілки машинобудівників, членом редколегії журналу «Автоматичне зварювання» та багатьох суспільних організацій. До наукової школи академіка Д.А. Дудка відносять майже 45 докторів та кандидатів наук, яких він підготував як в Україні, так і в союзних республіках та за кордоном. Він нагороджений іменною медаллю Народної Республіки Болгарія за внесок у будівництво «Кольо Фічето» та болгарським орденом Кирила і Мефодія I ступеня (1987).

Академік Д.А. Дудко докладав великих зусиль для збереження і розвитку міжнародної наукової співпраці, зовнішньоекономічних зв'язків інституту з діловими партнерами зарубіжних країн. Наприкінці 1990-х років він організував дистриб'юторство новітніх технологій та обладнання Інституту електрозварювання у США та допомагав в широкому обміні інформацією, участі в міжнародних виставках, укладанні ліцензійних угод і контрактів, зокрема для поширення технології магнітно-імпульсного зварювання.

До останнього дня свого творчого життя академік Д.А. Дудко працював як радник дирекції Інституту та пішов з життя вранці 2 лютого 2009 р., направляючись на Загальні збори НАН України.

Пам'ять про цю достойну людину, сина свого часу та великого трудівника увіковічено меморіальною дошкою на стіні біля входу в Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України в Києві.

ПАМ'ЯТІ В.Д. ШЕЛЯГІНА



10 липня 2021 р. пішов з життя видатний вчений в галузі розробки зварювальних джерел живлення та технологій лазерної обробки матеріалів, заслужений діяч науки і техніки України, завідувач відділу № 77 Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник Шелягін Володимир Дмитрович.

В.Д. Шелягін прийшов в ІЕЗ ім. Є.О. Патона за розподілом, після закінчення у 1962 р. електроенергетичного факультету Київського політехнічного інституту. Володимир Дмитрович присвятив Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона майже 60 років свого життя, працюючи на посадах інженера (з 1962 р.), старшого інженера-керівника групи (з 1965 р.), молодшого наукового співробітника (з 1973 р.), старшого наукового співробітника (з 1975 р.), провідного наукового співробітника (з 1986 р.), завідувача лабораторією (з 1987 р.), завідувача відділом «Спеціалізованої високовольтної техніки та лазерного зварювання» (з 1997 р.).

Протягом своєї наукової діяльності В.Д. Шелягіним було виконано багато теоретичних і експериментальних досліджень в галузі створення і вдосконалення джерел живлення різних технологічних процесів наземного і космічного призначення: електронно-променевого зварювання, лазерного зварювання, електронно-променевого напилення і переплаву, радіочастотного зварювання, підводного зварювання, технологічних робіт і фізичних експериментів в космосі. Фундаментальні дослідження і винахідницька діяльність В.Д. Шелягін сприяли створенню технологічного апарату для зварювання в космосі «Вулкан», який в жовтні 1969 р. був вперше в світі використаний в умовах космосу на орбітальній станції «Союз-6» В. Кубасовим і Г. Шоніним. Подальші розробки В.Д. Шелягін для серії апаратів типу «Испа-

ритель» та «Испаритель-М», на замовлення НВО «Енергія», мали визначальний вплив на успіх при проведенні унікальних наукових експериментів на космічних орбітальних станціях «Союз-6», «Союз-7» і космічної орбітальної станції «МИР» в 1979–1989 роках. Роботи В.Д. Шелягін сприяли створенню високовольтного прискорювача електронів апарату «УРИ», всебічні дослідження і випробування якого в наземних умовах дозволили космонавту С. Савицькій вперше в світі провести у 1984 р. на ОС «Салют-7» важливі експерименти з електронно-променевого різання, зварювання і напилення у відкритому космосі. Значного успіху і визнання набула робота В.Д. Шелягін у фізичних експериментах в космосі, які виконувались у рамках вітчизняних та міжнародних проєктів «Зарница», «АРАКС», «АПЕКС».

У 1982 р. за розробку серії джерел живлення наукових і технологічних апаратів для зварювання та наукових досліджень в космосі він стає лауреатом Державної премії Української Радянської Соціалістичної Республіки. У 2004 р. В.Д. Шелягін було присвоєно почесне звання «Заслужений діяч науки і техніки України».

Під керівництвом і за безпосередньої участі В.Д. Шелягін були створені і введені в експлуатацію на підприємствах України, Росії, США та Канади розробки у різноманітних галузях промисловості: системи живлення для електронно-променевого напилення; радіочастотні джерела живлення для виготовлення поздовжньошовних труб; системи живлення та збудження активного середовища CO₂-лазерів різної потужності; обладнання та технології лазерного зварювання та поверхневої обробки.

За роки наукової діяльності В.Д. Шелягін підготував понад 200 наукових праць, серед них понад 30 патентів і авторських свідоцтв на винаходи.

Світла пам'ять про Володимира Дмитровича, фахівця, вченого, керівника та наставника, доброї і чуйної людини надовго збережеться в серцях тих, хто з ним працював і спілкувався.