

З А В Т О М А Т И Ч Н Е 11 С В А Р Ю В А Н Н Я 2020

Автоматическая сварка

Automatic Welding

Видається 12 разів на рік з 1948 р.

Published 12 times per year since 1948

ЗМІСТ

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

Позняков В.Д., Гайворонський О.А., Клапатюк А.В., Денисенко А.М., Шмигельський С.В. Вплив складу наплавленого металу та термодеструкційного циклу наплавлення на стійкість з'єднань колісних сталей з дисперсійним нітридним та твердодозинним зміцненням до утворення холодних тріщин	3
Головко В.В. Характер розподілу неметалевих включень в структурних складових металу зварних швів при дугових методах зварювання	9
Ковальчук М.О., Юрченко М.В., Демченко В.Л., Кораб М.Г., Колісник Р.В. Якість та експлуатаційні характеристики зварних з'єднань труб із різномісних поліетиленів	14
Rogante M. Метал швів: удосконалення методу оцінки остаточних напружень за допомогою нейтронної дифракції	20

ВИРОБНИЧИЙ РОЗДІЛ

Ющенко К.А., Яровицин О.В., Наконечний О.О., Волосатов І.Р., Фомакін О.О., Хрущов Г.Д. Розробка технології відновлення ущільнювача елемента сектору соплових лопаток з важкозварюваного нікелевого жароміцного сплаву типу ЖС6 мікроплазмовим порошковим наплавленням	27
Галинич В.І., Тагановський В.М., Кузьменко Г.В. Автоматичне дугове наплавлення робочих шляхів підйомно-опускних воріт Канівського судноплавного шлюзу	32
Максимов С.Ю., Гаврилюк А.А., Кражановський Д.М. Розробка технології напівавтоматичного дугового зварювання для умов капітального ремонту та реконструкції лінійної частини магістральних газопроводів України	36
Попіль Ю.С., Корж В.М., Черняк В.Я., Захаров Є.А. Діагностика воднево-кисневого плазмового струменя для застосування в газотермічному напиленні	41

ХРОНІКА

Онлайн-лекція «Патонівський маневр в історії розвитку НАН України»	46
Ярмарки дротяної та трубної промисловості	48
XV міжнародна конференція «Проблеми корозії та протикорозійного захисту конструкційних матеріалів» (Корозія-2020)	49

ІНФОРМАЦІЯ

Наймасштабніший зварювальний проект в історії	52
Як це було (зі спогадів ветеранів-зварювальників)	55
Наплавлення стало простим як ніколи завдяки системі Fronius Compact Cladding Cell	57
Welding in the World № 12, 2020	59

CONTENTS

SCIENTIFIC AND TECHNICAL

Poznyakov V.D., Gaivoronsky O.A., Klapatyuk A.V., Denysenko A.M., Shmygelsky S.V. Influence of composition of deposited metal and thermodeformation cycle of surfacing on stability of joints of wheel steels with dispersion nitride and solid-soluble hardening to cold cracks formation	3
Holovko V.V. Nature of distribution of non-metallic inclusions in structural components of weld metal while using arc welding methods	9
Kovalchuk M.O., Iurzhenko M.V., Demchenko V.L., Korab M.G., Kolisnyk R.V. The quality and operational characteristics of welded joints of pipes from different types of polyethylene	14
Rogante M. Inside welds: advanced characterization of residual stresses by neutron diffraction	20

INDUSTRIAL

Yushchenko K.A., Yarovitsin O.V., Nakonechniy O.O., Volosatov I.R., Fomakin O.O., Khrushchov G.D. Development of the technology of reconditioning the sealing element of nozzle blades from difficult-to-weld high-temperature nickel alloy of ZhS6 type by microplasma powder surfacing	27
Galinich V.I., Taganovskiy V.M., Kuzmenko G.V. Automatic arc surfacing of working paths of lift gates of Kaniv navigation lock	32
Maksymov S.Yu., Gavriluk A.A., Krazhanovskiy D.M. Development of the technology of semi-automatic arc welding for the conditions of overhaul and reconstruction of the linear part of the main gas pipelines of Ukraine	36
Yu.S. Popil, Korzh V.M., Chernyak V.Ya., Zakharov Ye.A. Diagnostics of hydrogen-oxygen plasma jet for application in gas thermal spraying	41

NEWS

Online lecture «Paton's maneuver in the history of development of the NAS of Ukraine»	46
Fairs of the Wire and Tube industry	48
XV International conference «Problems of corrosion and corrosion protection of structural materials»	49

INFORMATION

One of the largest welding projects in history	52
How it was (from the memories of veteran welders)	55
Surfacing has become easier than ever thanks to the Fronius Compact Cladding Cell system	57
Welding in the World № 12, 2020	59



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:
С.І. Кучук-Яценко (головний редактор),
В.М. Ліподаєв (штатний заст. гол. ред)
О.М. Берднікова, Ю.С. Борисов,
В.В. Книш, В.М. Коржик, І.В. Кривцун,
Ю.М. Ланкін, Л.М. Лобанов,
С.Ю. Максимов, М.О. Пашин,
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. Піларчик, 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 6302, 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 2021

Передплатний індекс 70031.
12 випусків на рік (видається щомісячно).
Друкована версія: 2880 грн. за річний комплект
з урахуванням доставки рекомендованою бандероллю.
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).
Журнал «Автоматичне зварювання» перевидається
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:
S.I. Kuchuk-Yatsenko (Editor-in-Chief),
V.M. Lipodaev (Staff Deputy Editor-in-Chief)
O.M. Berdnikova, Yu.S. Borisov,
V.V. Knysh, V.M. Korzhyk, I.V. Krivtsun,
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 Kasymyr Malevych Str.
Tel.: (38044) 200 6302, 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).
«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.

ОНЛАЙН-ЛЕКЦІЯ «ПАТОНІВСЬКИЙ МАНЕВР В ІСТОРІЇ РОЗВИТКУ НАН УКРАЇНИ»

14 листопада 2020 р. на лекторії «Наукові зустрічі» відбулася лекція «Патонівський маневр в історії розвитку НАН України». Через карантинні обмеження захід проводився в онлайн режимі у середовищі Zoom. Ініціатором зустрічі виступив Інститут досліджень науково-технічного потенціалу науки ім. Г.М. Доброва НАН України. Лектором наукової зустрічі став головний науковий співробітник Інституту досліджень науково-технічного потенціалу науки ім. Г.М. Доброва НАН України доктор економічних наук Олександр Сергійович Попович.

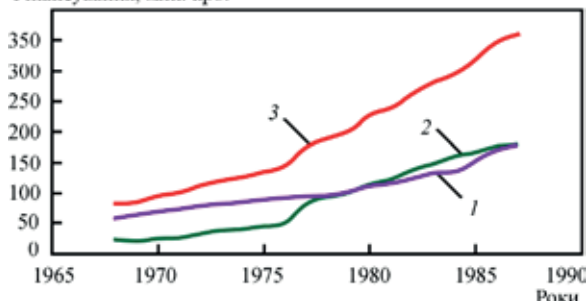
Розпочали з того, що Бориса Євгеновича Патона було обрано президентом АН УРСР у лютому 1962 р. О.С. Попович охарактеризував специфіку тих часів. Зауважив, що то був початок десятиліття, яке називали «відносною стабілізацією» країни. Б.Є. Патон, як новий президент, зіштовхнувся з першими серйозними викликами. Ключовим стало прийняття М.С. Хрущовим рішення про реорганізацію Академії наук і науки взагалі. В квітні 1963 р. вийшла постанова ЦК КПРС і РМ СРСР «Про заходи щодо поліпшення діяльності Академії наук СРСР і академій союз-

них республік», що передбачала втрату 92 інститутів і третини співробітників. У квітні 1963 р. вийшла відповідна постанова ЦК КПУ і РМ УРСР «Про реорганізацію наукових установ Академії наук УРСР». Завдячуючи боротьбі Б.Є. Патона за збереження якомога більшої кількості інститутів АН УРСР, Академія втратила лише півдесятка інститутів, бібліотек, музеїв, ряд філій та відділів. Лектор здійснив порівняння темпів зростання чисельності науковців СРСР та УРСР за 1961–1985 рр. в три етапи. А також проаналізував як змінювалася частка ВВП, що витрачалася в той час на розвиток науки в СРСР, чому відбулося зниження показника із 6,9 % ВВП до 5,8 % ВВП в 1965 р. та 1985 р. відповідно. Динаміка зростання показників діяльності АН УРСР свідчила про обрання Б.Є. Патонам правильного курсу для української науки. Було акцентовано, що Б.Є. Патон проголосив важливість зв'язків науки з виробництвом, для практичної реалізації яких потрібно будувати свою дослідно-виробничу базу. Було проілюстровано рівень фінансування АН УРСР з 1960-х по 1980-ті рр. з розподілом фінансування із держбюджету та за госпдогово-



27 лютого 1962 р. відбулися Загальні збори АН УРСР, на яких обрано новий склад її Президії. Президентом став представник молодшого покоління українських вчених, 43-річний академік АН УРСР Б.Є. Патон.

Фінансування, млн. крб.



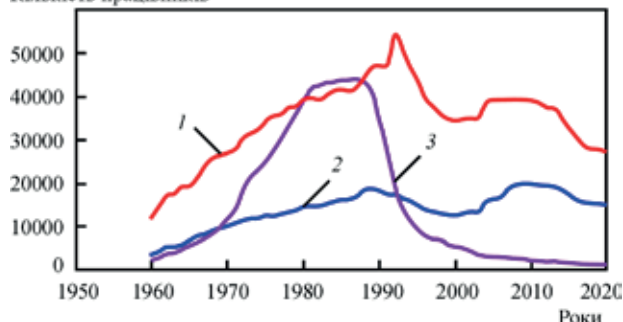
Фінансування АН УРСР у 1960–1980-ті рр.: 1 – з держбюджету, 2 – за госпдоговорами, 3 – загальне

рами. Відображена позитивна динаміка кадрового потенціалу того періоду: чисельність науковців в академічних інститутах зросла в 4,3 рази, а кількість працівників підприємств дослідно-виробничої бази – в 196 разів. За його словами, Академія завжди перевищувала план.

Зазначалося, що Б.Є. Патон ініціював прийняття постанови РМ УРСР в червні 1981 р. До відома взяли пропозицію про створення на базі науково-дослідних інститутів, конструкторсько-технологічних організацій, дослідних заводів і експериментальних виробництв таких науково-технічних комплексів, як «Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона», «Інститут проблем матеріалознавства», «Інститут надтвердих матеріалів», «Інститут кібернетики» та «Фізико-технічний інститут низьких температур». Лектор розкрив організаційні питання створення таких комплексів, проблему «застою кадрів». Він зауважив, що Б.Є. Патон особисто об'їздив всі регіони України задля укладення договорів про співробітництво Академії з місцевим керівництвом. Рациональною також вважається політика Б.Є. Патона із залучення закладів освіти МОН в наукові центри, які охоплювали всю територію України. Попович О.С. сказав: «Ці центри проявили себе як форма зв'язку з регіонами, як спосіб зорієнтувати науковців на проблеми економіки цього регіону. Навіть використати можливості всієї Академії в інтересах цього регіону». Але багато уваги приділялося і фундаментальній науці. Як доказ того – створення найбільшого радіотелескопу у світі УТР-2, ізохронного циклотрону У-240, побудова судна науки «Михаїл Ломоносов», будівництво великої кількості лабораторій та нових корпусів наукових інститутів. Лектор підкреслив, що значною мірою за це слід завдячувати стратегічному курсу Бориса Євгеновича Патона, його ініціативі і наполегливості.

Наприкінці лекції Попович О.С. продемонстрував обсяги загального фінансування науки в Україні в поточних цінах за 1995–2019 рр. та зафіксував зменшення показника вдвічі, врахувавши інфляцію. А також показав зміни структури науки України згідно розподілу фахівців,

Кількість працівників



Динаміка кадрової структури Академії: 1 – працівники науково-дослідних установ, 2 – науковці, 3 – працівники підприємств дослідно-виробничої бази

зайнятих дослідженнями в 2015 р. в порівнянні з 1991 р. Лектор виділяє академічний, галузевий, вузівський та заводський сектор. В основному відбулося збільшення академічного сектору із 17 % у 1991 р. до 44 % у 2015 р. за рахунок зменшення галузевого сектору з 65 % до 41 % відповідно. Вузівський сектор залишився незмінним, а заводський дещо зменшився з 9 % до 6 % за ці роки. Простий аналіз дозволяє зробити позитивні висновки про те, як вплинула ініціатива Б.Є. Патона і послідовна реалізація його політики на розвиток української науки. «Патонівський маневр» виявився не просто правильним, а певною мірою рятівним для неї.

На закінчення Попович О.С. зачитав оптимістичну цитату Бориса Євгеновича Патона із його останнього інтерв'ю журналу «Наука і наукознавство»: «Україні після багатьох років економічної стагнації та соціального занепаду знов буде потрібна сильна власна наука, свої талановиті вчені, інженери, висококваліфіковані фахівці, які неодноразово доводили свою здатність продукувати і впроваджувати у всі сфери життя нові знання, технології, виробничі та управлінські новації. В сучасному світі ці джерела економічного зростання і соціального поступу за своєю ефективністю, як відомо, набагато випереджають будь-які інші. Вони визначають і могутність країни, і благополуччя її народу, і світову повагу».

На останок, лектор відповів на поставлені йому запитання, що стосувалися капіталізації наукових досліджень, конкурентність української науки на світовому ринку, створення Міжнародної асоціації академій наук та інші.

Повний запис лекції на ютуб: <https://www.youtube.com/embed/BGbbE2fzXMq>.

С.В. Іваненко

* Наука в змозі істотно вплинути на інноваційне відродження країни. Інтерв'ю президента НАН України академіка Б.Є. Патона журналу «Наука та наукознавство». Наука та наукознавство. 2020. № 3 (109). С. 03–15. <https://doi.org/10.15407/sofs2020.03.003>



WIRE CHINA & TUBE CHINA 2020: успішні виставки після швидкого відновлення промисловості в Китаї

Як найбільші виставки Китаю для дрітної, кабельно-трубної та трубної промисловості, Wire China та Tube China були спільно проведені в Шанхайському новому міжнародному виставковому центрі (SNIEC) з 23 по 26 вересня 2020 р.

Виставковий бізнес у Китаї знову набирає темпи після подолання COVID-19. Ярмарки проходили безпечно та на відстані, з дотриманням усіх чинних гігієнічних норм – у залах була помітна справжня атмосфера оптимізму.

Загалом 725 учасників, у тому числі 640 китайських компаній, приїхали до Китаю та представили на Wire China свої інновації в галузі дрітної та кабельної промисловості на загальній площі

54000 м². Два національні павільйони з Німеччини та Франції доповнили виставки.

У Tube China 221 компанія представила свої інновації у галузі труб та обробки труб та торгівлі трубами на загальній площі 18000 м².

Вперше Tube China доповнили Thermprocess China та Saw Expo China. У спеціальних тематичних павільйонах 20 компаній представили свої інновації із галузей технологій теплових процесів та технологій різання.

Загалом за чотири дні на чотири виставки у Шанхаї прийшло більше 36000 відвідувачів. Наступна дата ярмарку Wire China та Tube China з THERMPROCESS China та Saw EXPO China запланована на 26–29 вересня 2022 р. у Шанхаї.



WIRE AND TUBE: нові терміни проведення у 2022 р.

Після скасування провідних міжнародних торгових ярмарків дрітної, кабельної та трубної промисловості Wire and Tube 2020 через поточну ситуацію із зараженням COVID-19, наступні ярмарки відбудуться з 9 по 13 травня 2022 р. «Ми з нетерпінням чекаємо на те, щоб знову зустріти експонентів та відвідувачів в Дюссельдорфі», – говорить Даніель Рифіш, директор проекту Wire/Tube. «Корона показала, що цифровізація приносить багато переваг. Але вона не може замінити особисті зустрічі, розмови та контакти». Wire and Tube, які спочатку планувались з 30 березня по 3 квітня 2020 р., проходили рекордний курс до відстрочки, пов'язаної з COVID-19. Кількість реєстрацій від експонентів та відвідувачів навесні перевер-

шила всі очікування. «Для нас це було ще одним сигналом і новим підтвердженням того, що у нас тут, у Дюссельдорфі, є виставки №1 для дрітної, кабельної та трубної промисловості», – пояснює Даніель Рифіш. «Тут об'єднуються міжнародні керівні органи, що приймають рішення у секторах експонентів та відвідувачів». Як завжди, Wire буде розташовуватися в залах з 9 по 17, а Tube в залах з 1 по 7. Компанії, які бажають брати участь у виставках Wire and Tube 2022, вже можуть зареєструватися, починаючи з кінця березня 2021 р. Офіційний термін реєстрації – літо 2021 р., а точні дати буде повідомлено Messe Düsseldorf пізніше.

Дюссельдорф, 02 листопада 2020 р.

Düsseldorf, Germany

join the best: 09 - 13 May 2022



XV МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ «ПРОБЛЕМИ КОРОЗІЇ ТА ПРОТИКОРОЗІЙНОГО ЗАХИСТУ КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ» (КОРОЗІЯ-2020)

15-16 жовтня у м. Львові відбулася XV міжнародна конференція «Проблеми корозії та протикорозійного захисту конструкційних матеріалів» (КОРОЗІЯ-2020), присвячена 110-річчю від дня народження академіка Г.В. Карпенка. Конференції традиційно проводяться вже понад 20 років (починаючи з 1998 р.). В цьому році вперше проведено у змішаному форматі: поряд з усними прозвучали доповіді online та offline.

Урочисте засідання конференції відкрив директор фізико-механічного Інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України, академік З.Т. Назарчук. З привітанням виступив Президент Української асоціації корозіоністів, чл.-кор. НАН України В.І. Похмурський.

У доповіді, присвяченій 110-річчю з дня народження академіка В.Г. Карпенка, В.І. Похмурський відмітив, що започаткований В.Г. Карпенком напрямок наукових досліджень в галузі фізико-хімічної механіки матеріалів, зокрема корозії та корозійно-механічного руйнування металів, понад півсторіччя залишається актуальним. Цей напрямок успішно розвивають його послідовники (М.С. Хома, Г.М. Никифорчин, І.М. Дмитрах, О.Є. Андрейків та інші).

У роботі конференції взяли участь понад 120 науковців та представників промислових підприємств з 9 країн світу (Україна, Китай, Німеччина, Мексика, Польща, Словаччина, Білорусь, Казахстан, Швейцарія). На конференції заслухано 38 усних доповідей (з них 24 – у режимі *online*; 14 – у режимі *offline*); 80 доповідей представлено як стендові та заочні за такими науковими напрямами: фундаментальні аспекти корозії та корозійно-

но-механічного руйнування; воднева та газова корозія; нові корозійнотривкі матеріали та покриття; інгібіторний та біоцидний захист; електрохімічний захист; методи досліджень і корозійний контроль; протикорозійний захист обладнання нафтогазової, хімічної та енергетичної промисловостей.

Фахівцями Інституту електрозварювання було представлено 7 доповідей, що транслювалися у *online* режимі. Звичайно, в короткому повідомленні неможливо дати огляд всіх розглянутих питань, тому торкнемося більшою мірою тих, які стосуються напрямків наукових досліджень Інституту електрозварювання.

Корозія металів є однією із найпоширеніших причин передчасного, часто аварійного виходу з ладу металевих конструкцій і спричиняє величезні матеріальні збитки в різних галузях промисловості. Зокрема, низка доповідей була присвячена питанням надійної експлуатації трубопроводного транспорту. Так, вплив сірководню в нафтопродуктах, який може спричинити сірководневе корозійне розтріскування під напруженням труб зі сталі 17Г1СУ, висвітлено у доповіді М. Хоми. Відмічено, що в останні роки зростає кількість відмов промислових трубопроводів. За результатами вивчення дії сірководню та тривалості його контакту зі сталлю на корозійну стійкість трубної сталі 17Mn1Si зроблено висновок, що ця сталь при концентрації сірководню 1500 мг/л має низьку корозійну стійкість, що призводить до зростання ризику руйнування труб.

У доповіді Г. Никифорчина повідомлялося, що під час експлуатації у трубопроводах можуть утворюватися розшарування, як на лінійних ді-



Відкриття конференції КОРОЗІЯ-2020 (зліва направо: Похмурський В.І., Хома М.С., Назарчук З.Т.)



Учасники конференції КОРОЗИЯ-2020

лянках, так і на згинах труб. Підкреслено, що розшарування розташовуються на ділянках з відносно слабшою текстурою, паралельно напрямку прокату, який має анізотропію мікроструктури. Розшаровування зазвичай поширюється в окружному напрямку, що може викликати руйнування трубопроводу. Наводнювання металу зсередини труби призводить до накопичення молекулярного водню в певних місцях, наприклад, в міжзеренних включеннях і створює високий тиск, що сприяє формуванню та накопиченню мікрodefektів у трубі, погіршенню її механічних властивостей, зокрема пластичності та опору крихкому руйнуванню, що, при тривалій експлуатації, може призводити до порушення цілісності протяжних ділянок.

Обговорено вплив гідратоутворення на швидкість та локалізацію корозійних процесів на промислових трубопроводах (сталі 17ГС) у хлоридних середовищах (доповідач д.т.н. Л. Побережний). У доповіді представлено механізм впливу газогідрату на корозію матеріалу трубопроводів та зроблено висновок про те, що газогідрат корозії не викликає, а лише інтенсифікує і локалізує вплив корозивних компонентів. На основі закономірності спільної дії механічних напружень, утворення хлоридів та гідратів на швидкість та локалізацію корозійного процесу, аналізі коефіцієнтів гідратоутворення для загальної та місцевої корозії, які складають відповідно 1,13 та 1,32, підтверджена гіпотеза про інтенсифікацію локальної корозії завдяки утворенню гідратів.

Проаналізовано нормативні документи у сфері захисту від корозії щодо нормованих значень показників захисних потенціалів (доповідач С. Осадчук). Показано, що у стандартах країн СНД значення мінімального захисного поляризаційного потенціалу нормуються в діапазоні від $-0,85$ В до

$-1,05$ В, у європейських – від $-0,65$ В до $-0,95$ В. Натомість у європейських стандартах відсутні вимоги до верхньої границі захисного потенціалу без омичної складової, що обумовлено диференційованим підходом до його вибору з урахуванням корозійної активності оточуючих ґрунтів. Проінформовано про надання чинності зміні № 1 до ДСТУ 4219, в якій встановлено, що для сталевих трубопроводів з рівнем міцності вище 580 МПа, поляризаційні потенціали не повинні перевищувати $-1,10$ В. При цьому захисний потенціал повинен забезпечувати технічно достатній захисний ефект, при якому швидкість залишкової корозії металу трубопроводу менше $0,01$ мм/рік.

Доповідалося, що за результатами прискорених корозійних випробувань корозійно-механічна тривкість зварних з'єднань, отриманих високочастотним та дуговим зварюванням, практично не відрізняється (доповідач аспірант С. Прокопчук).

Для прогнозування залежності швидкості корозії сталі від температури у повідомленні д.т.н. Р. Джали запропоновано нову математичну модель, яка описує корозійне розтріскування сталевих труб біля нафтоперекачувальної станції. Модель базується на вдосконаленому співвідношенні типу Кеше для густини анодного струму, новому критерію міцності металу, методі оцінювання граничного стану сталевих трубопроводів, що знаходиться під тиском, та застосуванні оптимізації з використанням нейронної мережі. Для контролю корозійного стану підземних трубопроводів описано обладнання, однією з переваг якого є більша ефективність та інформативність при менших витратах праці.

Продемонстрована ефективність високочастотної механічної проковки (ВМП) для підвищення опору втомному руйнуванню таврових зварних

з'єднань з низьколегованої сталі 15ХСНД, що експлуатуються у помірному та морському кліматі (доповідач к.т.н. С. Соловей). Показано та ґрунтовно доведено, що використання технології ВМП є ефективним методом підвищення втомної довговічності зварних з'єднань на всіх стадіях експлуатації металевих конструкцій, у тому числі, тривало експлуатованих.

Командою мексиканських та українських науковців зроблено повідомлення щодо ефективності використання магнітного поля під час аргондугового зварювання дуплексної нержавіючої сталі 2205 для підвищення тривкості проти локальної корозії та утворення корозійно-втомних тріщин (доповідач к.т.н. О. Білий).

Дослідження абсорбції водню зразками зі сталі 09Г2С, латуні, мельхіору та міді показало, що мідь в 17 разів менше наводнюється, ніж мельхіор та в 4,5 рази – ніж латунь, а швидкість контактної та щільної корозії сталі з цими металами практично однакова, без ознак локальної корозії. Враховуючи домінуючий вплив наводнювання на зародження тріщин в теплопередавальних трубках в процесі їх тривалої експлуатації, для промисловості рекомендовано виготовляти газоохолоджувачі турбогенератора з мідними теплопередавальними трубками (доповідач д.т.н. О. Нарівський). Для виготовлення газоохолоджувачів та холодильників масла, яке передбачає підвищення їх надійності та довговічності внаслідок зниження небезпеки розгерметизації з'єднань трубна решітка – теплопередавальні трубки, запропоновано нове технічне рішення, яке полягає у наплавленні на трубні решітки шару міді та наступному зварюванні його з мідними теплопередавальними трубками та розвальцьовуванням.

Досліджено складний антикорозійний пігмент на основі кальційвмісного цеоліту з осаждением цинком фосфат на його нанопористій поверхні (доповідач д.т.н. І. Зінь). Встановлено, що це ефективно уповільнює корозію алюмінієвого сплаву в розчині синтетичних кислотних дощів. Пігмент пригнічує підплівкову корозію металу біля дефектів алкідної фарби, що може бути перспективним інгібуючим компонентом фарби покривів для захисту конструкцій з алюмінієвих сплавів в промисловій атмосфері. Побічний продукт синтезу біодизеля – технічний гліцерин у концентрації 2,5 г/л ефективно інгібує корозію алюмінієвого сплаву в 0,1% розчині NaCl, а при підвищенні температури середовища до 353 К його захисний ефект все ще високий. Механізм пригнічення корозії обумовлений адсорбцією через функціональні гліцеринові функціональні групи на поверхні металу і утворює захисну бар'єрну плівку.

Результатами досліджень впливу термооброблення (гартування та штучне старіння) на корозійно-механічну тривкість зварного з'єднання тонколистового алюмінієвого сплаву системи Al-Mg-Si-Cu, отриманого неплавким електродом, показано, що експлуатаційні характеристики виробу в корозивному середовищі будуть визначатися тривкістю проти міжкристалітної корозії (доповідач к.х.н. Л. Ниркова).

Для ремонту корозійних зварних швів трубопроводів, що експлуатуються під водою, розроблено технологію для вологого підводного зварювання із використанням аустенітного наплавленого шару (доповідач д.т.н. С. Максимов). За результатами досліджень таких зварних з'єднань встановлено, що після корозійних випробувань у рухомому потоці та при періодичному зануренні з наступним згинанням на кут 180°, на зварних з'єднаннях з наплавленими феритним та аустенітним шарами пошкоджень у вигляді тріщини вздовж лінії сплавлення зварного шва з наплавленим шаром не утворилося, що підтверджує ефективність такої технології.

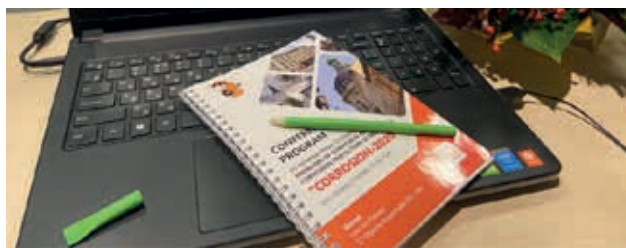
Німецькими вченими (доповідач Dr M. Wiegand) висвітлено питання щодо внутрішньої корозії трубопроводів холодного та гарячого водопостачання, опалення, у тому числі, у відносно нових будівлях, які не введені в експлуатацію. Як чинники виходу з ладу таких систем відмічені неоднорідність поверхні труб, що сприяє розвитку локальної корозії, якість води, окислювально-відновлювальний потенціал, pH, розчинений кисень, електропровідність, температура. Слід зазначити, що з аналогічними проблемами до фахівців Інституту звертаються представники різних експлуатуючих організацій, і проблема внутрішньої корозії трубопроводів є також актуальною для України.

Конференція «CORROSION-2020» сприяла конкретизації нових пріоритетних напрямків досліджень у галузі корозії та протикорозійного захисту матеріалів, а також встановленню ділових контактів між науковцями та виробничниками. Додаткова інформація про конференцію та збірка рефератів доповідей за посиланнями:

URL: <http://www.ipm.lviv.ua/corrosion2020>;

URL: http://www.ipm.lviv.ua/corrosion2020/en/Book_abstract_Corrosion2020.pdf.

Л.І. Ниркова, С.О. Осадчук



НАЙМАСШТАБНІШИЙ ЗВАРЮВАЛЬНИЙ ПРОЕКТ В ІСТОРІЇ

Трансаляскінський трубопровід довжиною 12288 км є одним з наймасштабніших зварювальних і будівельних проектів в історії. Протягом трьох років десятки тисяч зварювальників, незважаючи на суворий клімат і рельєф дикої місцевості Аляски, робили все щоб змонтувати і зварити разом всі частини 1220 мм трубопроводу. З тих пір було викачано більше 2,7 млрд м³ нафти з нафтового родовища Прадхо-Бей, яке знаходиться на півночі Аляски. Закінчується нафтопровід в місті Валдиз на узбережжі Тихого океану.

Будівництво такого величезного по обсягах роботи трубопроводу почалося в 1975 р. Для проекту довелося залучати робітників з усієї країни. Люди, які залучалися до зварювання трубопроводу в своїй більшості були від профспілкової організації Pipeliners Local 798. Ця організація спеціалізується на наданні зварників для реалізації великомасштабних трубопровідних проектів.

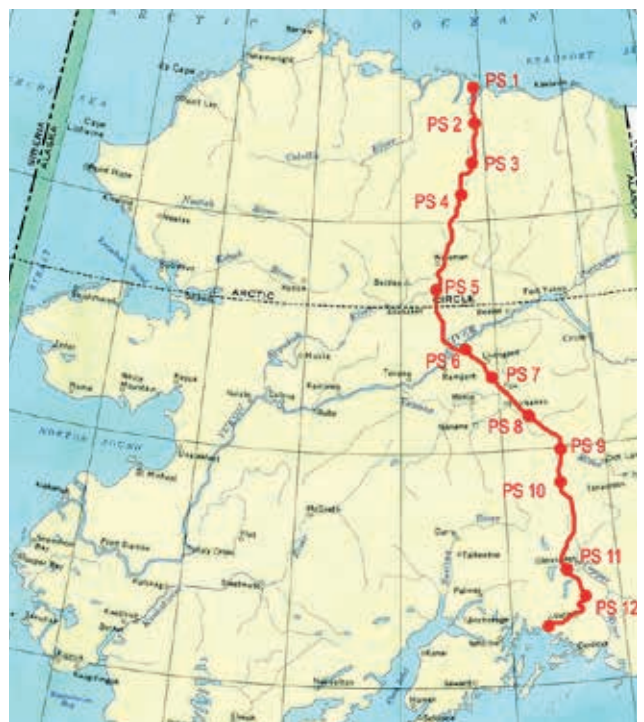
Зварювальники вперше приймалися на роботу за допомогою сертифікації, для якої потрібно було виконати декілька тестових зварних швів. Якщо зварнику не вдавалося зробити необхідні зварні шви, він уже ніяк не міг бути прийнятий на роботу за цим проектом. Причиною такого суворого процесу найму на роботу, ймовірно, було те, що зварювальники повинні були виконувати зварювання нової сталеві труби, яка була товща і більша ніж в повсякденній роботі. Раніше лише невелика кількість фахівців стикалося з такою товщиною металу з урахуванням всіх вимог щодо якості зварного шву і умов, в яких доводилося працювати.

Перший крок до будівництва газопроводу передбачав проектування і очищення ділянки довжиною в 800 миль. До роботи залучалися лише висококваліфіковані геодезисти. Робочим в свою чергу доводилося досить складно. Трансаляскінський трубопровід прокладали через ліс, після того, як шлях був очищений, взяли за буріння отворів у землі для опор з компенсаторами. Останні служили в якості основи для підтримки секцій трубопроводу з використанням напівкруглих опор. За допомогою крана опори опускалися в отвори, а потім приварювалися один до одного.

Якість зварних швів інженери управління перевіряли за допомогою радіографічного методу. Інспектори з контролю за якістю зварювання вказували дату перевірки прямо на опорному елементі. Прокладка траси нафтопроводу в цілому проводилася зигзагоподібною лінією. Таким чином стало можливим компенсувати напруги, що виникають

при зміщенні ґрунту під час сильних поздовжніх сейсмічних коливань. Крім того, така конструкція дуже ефективна при температурному розширенні металу.

Зварювальні роботи. Спочатку шви на трубопроводі повинні були мати середню ударну в'язкість 20 фут-фунт. Нижній поріг для цього параметра вимагав щонайменше 15 фут-фунт. Шви були зроблені з використанням зануреної зварювальної дуги і дроту, який містив 3 % нікелю. У загальній сукупності для трубопроводу було використано близько 80000 фунтів цього дроту. При цьому застосовувалися труби з стінкою завтовшки 11,7 мм на рівнинах і 14,3 мм в гірських районах, де потрібно підвищувати робочий тиск в трубопроводі. Межа плинності металу 422...492 МПа. В середині процесу будівництва, Департамент внутрішніх справ США та координаційна група по трубопроводу, що представляє штат Аляска, ввели більш жорсткі вимоги до ударної в'язкості зварного шву. Замість звичайного електроду, який спочатку використовувався для більшості монтажних швів, нові вимоги передбачали використання електроду E8010-G вищої якості. Ці електроди поставлялися на Аляску з Німеччини і були малознайомі для абсолютної більшості зварників. Протягом всього проекту, зварювальники працювали в переносних алюмінієвих кабінках, які захищали їх від вітру і інших несприятливих погодних явищ. Такі хитрощі забезпечували робочим





освітлення, давали можливість працювати в нічний час. Після зварювання обов'язково слідувала перевірка якості швів за допомогою рентгенівського випромінювання. Інспектори подорожували разом з бригадами зварників в фургонках, де рентгенівська плівка автоматично оброблялася і перевірялася.

31 травня 1977 р. Трансаяльський трубопровід був готовий до експлуатації. Три місяці по тому танкер ARCO Juneau відплив з порту Вальдез з першим вантажем нафти, перекачаною по Трансаяльському трубопроводу.

Труби виготовлені зі сталі, в незначній мірі легуюваною ванадієм, причому були використані три типи труб з товщиною стінок 12 і 14 мм. Мінімальна межа плинності сталі труб становить 4218, 4570 і 4920 кгс/см². Труби з поздовжнім швом були поставлені з Японії. Трубопровід діаметром 1220 мм виготовлявся з труб методом стикового зварювання, як звичайні трубопроводи. Зварювання проводилося на трасі відповідно до федеральних стандартів на забезпечення безпечної експлуатації. Стики на трубах з товщиною стінки 14,3 мм виконувалися методом дугового зварювання під флюсом за сім проходів, з яких 1–3 виконувалися всередині труби, а 4–6 – зовні. В основному застосовувалося ручне і напівавтоматичне зварювання. Зварювання труб довжиною 12 м в двотрубні секції здійснювалося на спеціалізованих трубоукладальних базах.



Випробування матеріалів для зварювання і розробка методів зварювання здійснювалися задовго до початку будівництва. Були вивчені майже всі існуючі види зварювальних матеріалів обладнання та технології. У процесі кожного випробування проводилося зварювання труб, які передбачалося використовувати для Трансаяльського нафтопроводу, їх візуальний огляд і контроль якості зварних швів радіографічним методом. Потім труби розрізали на частини, з яких шляхом механічної обробки виготовлялися невеликі зразки для випробування в металургійних лабораторіях з руйнуванням зразка. Зразки проходили ударне випробування за методом Шарпі (метод з V-подібною розробкою), перевірку мікротвердості, випробування на зрушення з розкриттям тріщин, на розрив, на згин, а також випробування з руйнуванням зварного зразка з двома надрізами, передбачене стандартами нафтової промисловості США. Проводилися також випробування зварювальних машин і електродів з метою визначення меж сили струму, напруги та рекомендованих швидкостей зварювання. В процесі будівництва з трубопроводу періодично вирізалися зразки швів і спрямовувалися в лабораторію на дослідження. Якість зварного шву оцінювалося візуально, а потім проводилася рентгенодефектоскопія всіх швів із заповненням відповідного сертифіката. Зварні шви двотрубних секцій після зварювання на трубозастівельних базах також піддавалися радіографічному контролю і огляду з метою виявлення внутрішніх дефектів. Контроль якості зварювання після закінчення зварювальних робіт показав, що близько 4000 швів мали ті чи інші дефекти. На пе-



реварювання швів потрібні були додаткові витрати, які оцінюються в 30–40 млн. дол. Всього на трубопроводі було зварено близько 106 тис. стиків.

Детектування коливань ґрунту. Для детектування коливань ґрунту на Трансаяскінським нафтопроводі передбачалася спеціальна система, що складається з ряду акселерографів, встановлених на 10 перекачувальних станціях і в диспетчерському центрі в м. Валдез. Чутливість акселерографів становить мінімум 0,001 прискорення сили тяжіння. Зміни коливань ґрунту безперервно реєструються в цифровій формі.

Детектування тепловиділення. Унікальна система, що включає вертоліт «Jet Ranger», телевізійну апаратуру та обладнання для детектування інфрачервоного теплового випромінювання, забезпечувала вимір, реєстрацію та аналіз кількості тепла, що виділяється теплими трубами на наземних ділянках трубопроводу. Вертоліт, пролітаючи над трасою трубопроводу на висоті 30,5 м зі швидкістю 64 км/год, виконував роль повітряного термометра, що вимірює температуру майже 120 тис. труб. Система забезпечувала контроль теплового режиму трубопроводу і теплорегулюючих пристроїв. Комплект з 20 детекторів інфрачервоного випромінювання сканував поле зору об'єктива. Чутливість контрольно-вимірювальної апаратури становила $\pm 0,5^\circ\text{C}$.

Заповнення нафтопроводу почалося 20 червня 1977 р. Перша нафта поступила в резервуари терміналу Вальдес 1 серпня 1977 р. 3 листопада

2002 р. цей трубопровід витримав випробування при землетрусі магнітудою 7,9 балів в зоні регіонального розлому Деналі. Епіцентр землетрусу розташовувався в 80 км на захід від трубопроводу, але горизонтальні зміщення трубопроводу в зоні розлому досягали 2,5 м, а вертикальні – 1,5 м. Було зруйновано кілька демпферних конструкцій, але сам трубопровід не пошкоджено. При таких зсувах на ділянках довжиною близько 600 м труби розташовуються на рейкових і демпферних 133 конструкціях, що компенсують можливі переміщення ґрунтів землі в горизонтальних (до 6 м) і вертикальних (до 3 м) напрямках.

Одним з основних розробників Трансаяскінського проекту був уродженець Києва Ігорь Павлович Попов (він також брав участь в проектуванні мосту між Сан-Франциско і Оклендом), головним інженером будівництва нафтопроводу був Франк П. Молін.

У 2002 р. Американське товариство по зварюванню оголосило Трансаяскінський трубопровід видатним проектом в зварювальному виробництві. Alyeska Pipeline Service Company була вручена нагорода за реалізацію такої складної конструкції, яка до сих пір є символом інженерної думки. У 2006 р. відбулася перша за 29 років аварія, трубопровід на час ремонтних робіт був закритий. Незважаючи на це, завдяки модернізації та зниження швидкості потоку, передбачається, що нафта зможе текти через трубопровід до 2075 року.

За матеріалами закордонних публікацій.

КАК ЭТО БЫЛО (из воспоминаний ветеранов-сварщиков)

Обоим авторам этого материала посчастливилось участвовать в решении двух капитальных проблем, руководимых в ИЭС Борисом Евгеньевичем Патоном. Мы смогли ощутить ту доброжелательность, которую он проявлял к участникам работы, помощь в решении трудных научных вопросов и в контактах с руководителями ведомственных организаций, участвующих в производственном внедрении новой разработки.

Первая из этих работ – разработка и широкое внедрение в отечественную практику строительства индустриальным способом резервуаров для хранения нефти и нефтепродуктов. Остроту решению этой задачи придавало широко развернувшееся освоение новых месторождений нефти в стране: в Татарии, Башкирии, Астраханской области, в северных широтах Сибири. В основу разработки легло предложение научного сотрудника ИЭС Георгия Владимировича Раевского. Результаты работы позволяли расширить применение высококачественной механизированной электросварки в производственных условиях для сварки листовых рулонных заготовок днищ и стенок резервуарных хранилищ. В области резервуаростроения была достигнута возможность перенести на заводы выполнение сборки сотен отдельных стальных листов и механизированную сварку почти всех протяженных сварных стыков в полотнищах днищ и цилиндрических стенок резервуаров. После экспериментального строительства опытных резервуаров небольшой емкости были спроектированы специальные станды для изготовления рулонированных элементов резервуаров, на которых из стальных листов толщиной 5–10 мм собирали полотнища днищ резервуаров диаметром 25 м (из двух половин) и цилиндрических стенок резервуаров размером 12×72 м. Сварка выполнялась автоматами конструкции ИЭС под флюсом с обеспечением 100 % контроля качества швов. Следующим процессом, ранее не применявшимся нигде в мире, было сворачивание стальных полотнищ в многослойные рулонированные заготовки. Сворачивание происходило в специальных устройствах при каждом из этих станов. Крайняя кромка рулонов закреплялась приваркой временных планок. Одновременно разрабатывались процессы по установке рулонов стенки в вертикальное положение и их разворачивание по проектной окружности резервуара с одновременной установкой щитов крыши, завершавших сборку всей конструкции, включая сварку монтажных швов на стенке и на днище резервуара. Испытание резервуаров наливом воды подтверждало прочность и плотность всех швов нефтехранилища.

Размеры и вес рулонов – диаметр около 3 м, длина 12 м, масса до 45 т позволяли транспортировать их к месту монтажа на железнодорожных платформах. В первые годы этим методом были построены в различных местах страны тысячи резервуаров объемом по 5000 м³.

Эффективная технология индустриального изготовления применялась не только для нефтерезервуаров, но и для других крупных листовых конструкций с использованием автоматической сварки. Она получила распространение при изготовлении многослойных газгольдеров объемом 30000 м³, многих типов цилиндрических аппаратов в металлургической и химической промышленности; для силосов хранения сыпучих материалов и даже в судостроении при изготовлении оболочек обшивки каркасов небольших судов.

К концу 1960-х гг. на десятке заводов Главнефтемонтажа были построены мощные станы, на которых осуществлялась сборка полотнищ с листами из высокопрочной стали толщиной до 16 мм, их автоматическая сварка и сворачивание в рулоны. Конструкция станов была запатентована.

Для обеспечения нефтехранилищами расширяющейся нефтедобывающей промышленности размеры резервуаров были увеличены до 50000 м³. Соответственно, были разработаны новые марки высокопрочной стали для этих целей и методы ее автоматической сварки. Резервуары с высотой стенок 18 м поставлялись в виде пяти рулонированных полотнищ. Такие рулоны для перевозки грузились уже на сцепы из двух 12-метровых железнодорожных платформ.

Одновременно совершенствовались методы монтажа и сварки таких конструкций. По этой технологии было сооружено много резервуаров для хранения нефти не только в СССР, но и в других странах. Эта технология применялась и при сооружении изо-термических резервуаров для хранения сжиженных газов. Результаты успешной работы советских специалистов были представлены на нескольких конференциях в стране и за рубежом. Технологию строи-





тельства резервуаров из рулонов освоили в Польше, Болгарии, Югославии. За разработку и внедрение индустриального метода строительства резервуаров из рулонированных конструкций членам авторского коллектива было присвоено в 1958 г. звание Лауреатов Ленинской премии в области науки и техники. В том числе О.М. Иванцову и Б.В. Поповскому.

Другим примером осуществления большой научно-исследовательской работы коллективом ИЭС и других организаций под руководством Бориса Евгеньевича Патона стала разработка метода изготовления из большеразмерных труб путем автоматической контактной сварки многокилометровых газопроводов.

В 1970-е гг. в Советском Союзе шел активный поиск оптимальных решений для транспорта природного газа на дальние расстояния из районов добычи месторождений газа до самых разных отечественных потребителей, а также для поставки за рубеж. Газ транспортировался по трубопроводам на огромные расстояния (например, длина трубопровода из Западной Сибири до Франции более 5 тыс. км.).

В решении проблемы принимали участие научные и проектные институты, владельцы газотранспортных систем и организации внешней торговли. В те годы многих увлекала идея транспорта газа по трубопроводам большого диаметра. В Институте

строительства трубопроводов ВНИИСТ с участием д.т.н. О.М. Иванцова были разработаны оптимальные решения по эффективному транспорту природного газа на дальние расстояния. Это позволило повысить производительность трубопровода в три раза. Институты ЦНИИчермет и УралНИИчермет предложили марки сталей, пригодных для этих условий.

Самой яркой страницей трубопроводного строительства тех лет явилось сооружение трансконтинентального газопровода Уренгой – Помары – Ужгород. И темпы, и качество работ во многом предопределило применение последних научно-технических новшеств. Использованная здесь контактная сварка явилась настоящей технической революцией в трубопроводном деле. Контактносварочный внутритрубный комплекс «Север» – наибольшее достижение этого вида работ. Создатель «Севера» – Институт электросварки им. Е.О. Патона. Руководили этой работой Б.Е. Патон и С.И. Кучук-Яценко. Работа была отмечена Государственной премией в области науки и техники.

Отец и сын Патоны являются выдающимся примером успешной научной и инженерной деятельности в мировой науке.

О.М. Иванцов, Б.В. Поповский

Наплавлення стало простим як ніколи завдяки системі Fronius Compact Cladding Cell

Корозія, абразивне зношування та вплив агресивних хімічних речовин становлять неабияку загрозу для металевих деталей. Наплавлення дає змогу захистити такі деталі від шкідливого впливу зовнішніх факторів і збільшити їх довговічність. Це досить складний технологічний процес, але виробники можуть досягти високої якості нанесення захисного покриття за допомогою сучасних систем, таких як Fronius Compact Cladding Cell. Наплавлення (плакування) – це метод ремонту металевих деталей або підвищення їх корозійної й абразивної стійкості, що передбачає нанесення шару присадного матеріалу. Деталі з дешевих марок сталі зазвичай плакують особливими сплавами, такими як Alloy 50, CrMo 910 або Inconel 625. Використання деталей із недорогого основного матеріалу з високоякісним захисним покриттям дає змогу суттєво заощадити кошти. Плаковані вироби широко застосовують у аерокосмічній, енергетичній і нафтохімічній промисловості.

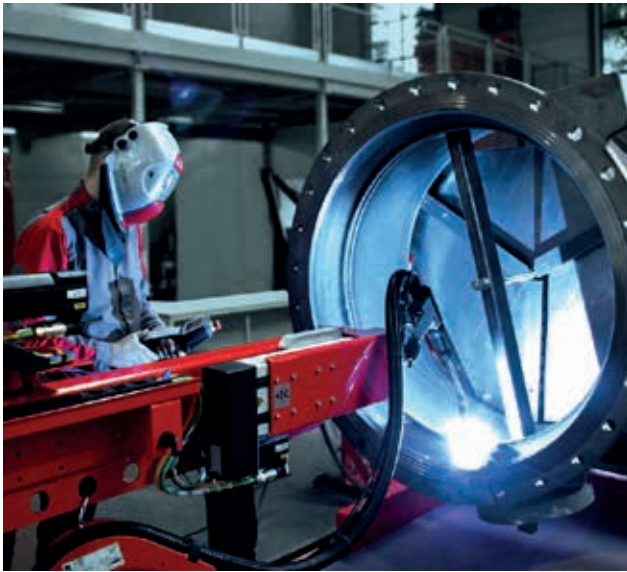
Компактна платформа для обробки деталей різної геометрії. Компанія Fronius взяла за основу просту та компактну систему плакування невеликих деталей і пристосувала її до виконання масштабніших робіт. Платформа Compact Cladding Cell дає змогу обробляти деталі діаметром до 1 м і вагою до 2500 кг. Максимальна довжина оброблюваних деталей становить 1,4 м, однак за потреби систему можна адаптувати для роботи з деталями довжиною до 1,9 м. Крім того, платформа забезпечує нанесення покриттів на внутрішню поверхню труб різного профілю (циліндричних, конічних, змінного діаметру тощо) із внутрішнім діаметром від 25 мм. За допомогою цієї системи можна обробляти деталі, які використовують у різноманітних галузях, зокрема напорні труби, клапани та вентилі для підводних складових об'єктів нафтогазової

промисловості (наприклад, протитискових систем), деталі насосів, ролики, ливарні форми й інші вироби, що мають витримувати значні навантаження під час експлуатації. Система Compact Cladding Cell вирізняється компактністю й економічністю. Площа, яку займає платформа, становить усього 6 м² (разом із завісою – 10 м²). Ми монтуємо всі компоненти, перш ніж відвантажити систему користувачам, тому її можна швидко зібрати та ввести в експлуатацію. Встановлення системи полегшує й те, що вона потребує лише одного джерела живлення. Проектуючи систему, фахівці компанії Fronius подбали про те, щоб користувачам було якомога зручніше працювати з нею, наприклад під час заміни котушок із дротом.

Найдосконаліші зварювальні технології. Компанія Fronius розробила досконалу технологію

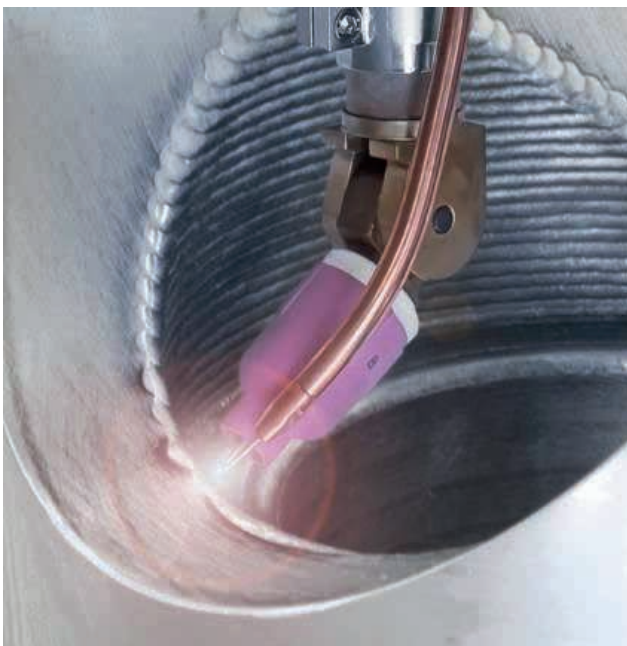


Compact Cladding Cell забезпечує розміщення деталей діаметром до 1 м і висотою до 1,4 м (можливе розміщення деталей висотою до 1,9 м), що важать до 2500 кг; органи керування системою HMI T21 забезпечують моніторинг фактичних значень і тривимірну візуалізацію в режимі реального часу

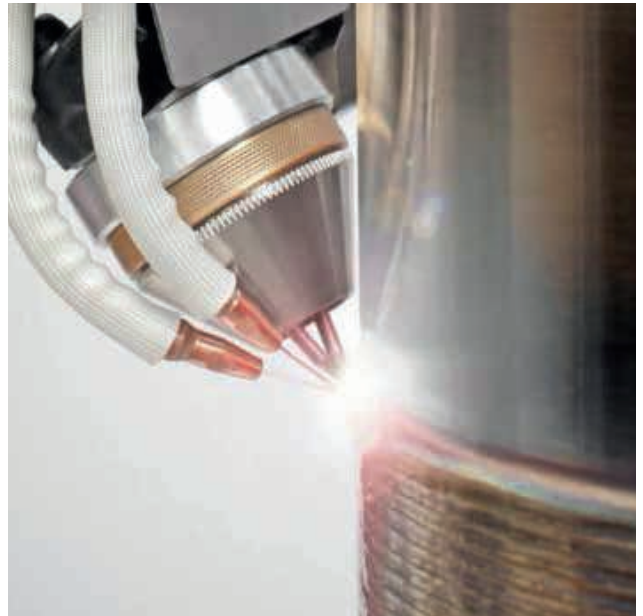


Наплавка внутрішньої поверхні труби

зварювання та налагодила безперебійний цифровий зв'язок між органами керування системою та джерелом живлення, тому робочі процеси вирізняються надзвичайною надійністю. Користувачі можуть вибрати один із двох процесів зварювання: TIG із «гарячим» дротом або SpeedClad Twin. Процес SpeedClad Twin засновано на тих самих принципах, що й TIG із «гарячим» дротом, однак він передбачає використання одразу двох вольфрамових електродів і дротів. Таке рішення дало змогу збільшити швидкість зварювання втричі порівняно зі звичайним процесом TIG із «гарячим» дротом від компанії Fronius. Усі модулі системи ідеально пристосовано для роботи один із одним, тому вона забезпечує надзвичайно високу якість зварювання. Горизонтальний поворотний стіл дає



Процеси SpeedClad Twin або TIG із «гарячим» дротом дають змогу нанести присадний матеріал на деталь таким чином, щоб він утворив захисний шар



Процес SpeedClad Twin забезпечує втричі більшу швидкість зварювання порівняно з процесом TIG із «гарячим» дротом завдяки використанню двох електродів і двох зварювальних дротів

змогу точно розмістити деталь, а стріла на стійці може виконувати маятникові рухи в горизонтальній площині. Стрілу можна обладнати найрізноманітнішими зварювальними пальниками, наприклад пальниками для плакування внутрішніх поверхонь, пальником для зварювання з обробкою крайок або пальником SpeedClad Twin. Синхронізація роботи механізму подачі дроту з можливістю використання одразу двох дротів і 4-роликового приводу дала змогу досягти абсолютної надійності в разі застосування джерела живлення Fronius TransTig 5000 або TransTig 2200. Останнє забезпечує не тільки роботу системи, а й попередній підігрів зварювального дроту. Варто зазначити, що для роботи за процесом SpeedClad Twin систему потрібно устаткувати двома такими пристроями.

Нові органи керування системою, що гарантують зручність у експлуатації. Нові органи керування системою HMI T21 дають змогу працювати не тільки ефективно, а й комфортно. Мобільна панель керування із 21-дюймовим сенсорним екраном забезпечує зручний доступ до всіх функцій і параметрів, а ПЗ – інтуїтивне керування та програмування всіх системних компонентів. За допомогою графічних засобів можна легко скласти потрібну програму зварювання. Завдяки функціям моніторингу фактичних значень і тривимірної візуалізації в режимі реального часу користувачі зможуть швидко налагодити спостереження за процесами, а також усіма параметрами зварювання. Органи керування системою також забезпечують створення різних облікових записів користувачів й індивідуальне надання дозволів. Зрештою, HMI T21 дає змогу обслуговувати систему дистанційно.

Welding in the World № 12, 2020

Volume 64, issue 12, December 2020

<https://link.springer.com/journal/40194/volumes-and-issues/64-12>

Багатоциклова втома тонкостінних з'єднань алюмінієво-літєвих сплавів при навантаженні з постійною та змінною амплітудою. *С. Мотруніч, І. Клочков, А. Покляцький*

Чисельне дослідження розподілу та розвитку напружень в різномірному зварному роторі 9Cr / 2.25Cr після зварювання та термічної обробки. *Mengjia Hu, Kejian Li, Jiluan Pan*

Водородне розтріскування при дуговому зварюванні високоміцних конструкційних сталей із модифікованим дуговим напильником. *T. Schaurp, M. Rhode, T. Kannengiesser*

Тривимірний чисельний модель короткого замикання при дуговому зварюванні GMAW. *K. Hashimoto, Y. Hirata, Y. Ogino*

Чисельне дослідження впливу параметрів зварювання тертям з перемішуванням на тепло- і масообмін в з'єднаннях аустенітних нержавіючих сталей. *Yuri C. da Silva, Francisco J. V. Oliveira Júnior, Cleiton Silva*

Вплив параметрів зварювання на структуру мікроз'єднання та поведінку руйнування зварних з'єднань при точковому зварюванні тертям з перемішуванням алюмінієвих сплавів 2060. *Yue Wang, Peng Chai*

Визначення факторів надрізу для зварних стикових з'єднань на основі чисельного аналізу та метамоделювання. *M. Oswald, J. Neuhäusler, K. Rother*

Чисельне дослідження сили руйнування лазерних та дугових зварних швів. *Chendong Shao, Haichao Cui, Fenggui Lu*

Локальні механічні властивості шаруватого матеріалу AA2519-AA1050-Ti6Al4V, що зварюється вибухом. *Dariusz Boroński*

Експериментальне та чисельне моделювання механічної поведінки паяного з'єднання мікромаштабу SAC305 на основі висоти з'єднання. *Limeng Yin, Cunguo Zuo, Zhongwen Zhang, Gang Wang, Zongxiang Yao, Zilong Su & Naiwen Fang*

Аналіз металопереносу та геометрії зварного шва при дуговому зварюванні з підігрівом дроту непрямым резистивним нагріванням. *T. Ungethüm, E. Spaniol, U. Füssel*

Покращення властивостей зварних точкових з'єднань сплаву AA7075 за допомогою хімічного видалення оксиду та термообробки після зварювання. *M. Gáspár, Á. Dobosy, K. Zheng*

Вплив тиску на характеристики мікроструктури, механічні властивості дифузійних з'єднань сплавів Ti-6Al-4V та TiAlNb. *J. Kundu, A. Chakraborty, S. Kundu*

Чисельне дослідження тепла, потоку та траєкторії частинок у зварювальній ванні при А-TIG зварюванні сталі 304L-SS. *S. Pourmand, Amin Ramiani Jafari, A. Ebrahimi*

Мікроструктурні та механічні властивості різномірних з'єднань дроту з нітинолу та нержавіючої сталі, отриманих методом мікроелектронно-променевого зварювання без присадки. *S. Hellberg, J. Hummel, P. Krooß, T. Niendorf & S. Böhm*

Премія за найкращу статтю в журналі «Welding in the World» за 2019 р.

«Аналіз потоків рідини та механізмів кристалізації під час зварювання вольфрамовим електродом в середовищі інертного газу за допомогою спостережень на місці». *A. Chiocci, C. Bordreuil, F. Soulie and F. Deschaux Beaume, 2019, 63, 2, 481–490.*

Премію за найкращу статтю в журналі «Welding in the World» щороку присуджує Міжнародний інститут зварювання (IIW). Нагорода базується на якості статті та її впливі. Основною метою наукової статті є ефективний та дієвий зв'язок з цільовою аудиторією. Якісна наукова стаття повинна інформувати читачів про прогрес у цій галузі, ставлячи прогрес у контекст існуючих знань. Мета премії – визнати досконалість у статтях, опублікованих у «Welding in the World», та заохотити інших авторів до публікації в журналі наукових робіт високого рівня.

ПЕРЕДПЛАТА 2021

Журнали	Вартість передплати на друковані версії журналів*, грн.			
	місяць	квартал	пів року	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.

**«The Paton Welding Journal» – переклад журналу «Автоматичне зварювання» на англійську мову.

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 2020 р. доступні для вільного копіювання випуски журналів з 2007 по 2018 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.



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.

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>