

З А В Т О М А Т И Ч Н Е 2024 1 З В А Р Ю В А Н Н Я

Автоматическая сварка

Automatic Welding

Видається з 1948 р.

Published since 1948

ЗМІСТ

Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона – сьогоднішня та погляд у майбутнє3

ТЕХНОЛОГІЯ ДУГОВОГО ЗВАРЮВАННЯ ТА НАПЛАВЛЕННЯ

Гайворонський О.А., Позняков В.Д., Жданов С.Л., Герасименко А.М., Рябоконт В.Д., Максименко А.О., Jianxin Wang. Вплив технології дугового зварювання на опір зварних з'єднань сталі 06Г2БДП утворенню холодних та гарячих тріщин, втомному і крихкому руйнуванню9

Ткаченко С.В., Самойлова Т.Г., Ткаченко В.А. Аналіз систем стеження, в яких датчиком зворотного зв'язку є скануюча зварювальна дуга (Огляд)15

ЗВАРЮВАННЯ В ТВЕРДІЙ ФАЗІ

Кавуніченко О.В., Зяхор І.В., Шило Ю.А., Левчук А.М., Антіпін Є.В., Andrew Fong. Термічні цикли і мікроструктура з'єднань при контактному стиковому зварюванні оплавленням рейок із сталей 110Г13Л і К76Ф через проміжну вставку із сталі 08Х18Н10Т27

МЕТАЛОЗНАВСТВО

Загорніков В.І. Аналіз властивостей та особливостей високоміцних деформованих алюмінієвих сплавів систем Al-Li, Al-Cu-Mn, що застосовуються в аерокосмічній галузі при виготовленні зварних конструкцій (Огляд)33

Головко В.В., Штофель О.В., Красіков І.В. Побудова аналітичної моделі мультифрактальної множини, яка відзеркалює вплив фрактальних параметрів структурних складових на механічні властивості наплавленого металу43

ЗАХИСНІ ПОКРИТТЯ

Вігілянська Н.В., Філоненко Д.В., Ющенко А.О., Сендеровські Ц., Гривель Ж.-К. Газотермічне напилення покриттів, що містять МАХ-фазу Cr₂AlC (Огляд)51

РЕМОНТНІ ТЕХНОЛОГІЇ

Стефанів Б.В. Особливості зношування та розробка технології ремонту бурових доліт60

ОХОРОНА ПРАЦІ

Лук'яненко А.О., Кулешов В.А., Покляцький А.Г. Санітарно-гігієнічна оцінка шуму при механізованому аргондуговому зварюванні неплавким електродом алюмінієвих сплавів67

ІНФОРМАЦІЯ

Борисовій А.Л. – 9072
ІЕЗ ім. Є.О. Патона: 1929–1953 рр.73

CONTENT

The E.O. Paton Electric Welding Institute – the present and a look into the future3

ARC WELDING AND SOLDERING TECHNOLOGY

Haivoronskyi O.A., Poznyakov V.D., Zhdanov S.L., Gerasymenko A.M., Ryabokon V.D., Maksymenko A.O., Jianxin Wang. Influence of arc welding technology on resistance of welded joints of 06G2BDP steel to cold and hot cracks formation, fatigue and brittle fracture9

Tkachenko S.V., Samoilovala T.G., Tkachenko V.A. Analysis of tracking systems in which the feedback sensor is a scanning welding arc (Review)15

WELDING IN THE SOLID PHASE

Kavunichenko O.V., Ziakhor I.V., Shylo Yu.A., Levchuk A.M., Antipin Ye.V., Andrew Fong. Thermal cycles and microstructure of the flash butt welded joints of 110G13L and K76F steel rails through 08Xh18N10T steel insert27

METAL SCIENCE

Zagornikov V.I. Analysis of the properties and features of high-strength deformable aluminium alloys of Al-Li, Al-Cu-Mn systems used in the aerospace industry in manufacture of welded structures (Review)33

Holovko V.V., Shtofel O.V., Krasikov I.V. Construction of an analytical model of multifractal set that reflects the influence of structural component fractal parameters on additive metal mechanical properties43

PROTECTIVE COATINGS

Vihilianska N.V., Filonenko D.V., Yushchenko A.O., Sendrowski C., Grivel J.-C. Thermal spraying of coatings, containing Cr₂AlC MAX-phase (Review)51

REPAIR TECHNOLOGIES

Stefaniv B.V. Peculiarities of wear and development of repair technology of drill bits60

OCCUPATIONAL HEALTH

Lukyanenko A.O., Kuleshov V.A., Poklyatskyi A.G. Sanitary and hygienic assessment of noise at nonconsumable electrode mechanized argon-arc welding of aluminum alloys67

INFORMATION

Borisova A.L. – 9072
The E.O. Paton Electric Welding Institute: 1929 – 195373



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



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

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

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

Засновники

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

Адреса

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

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

Рекомендовано до друку
редакційною колегією журналу

Свідоцтво про державну
реєстрацію КВ 4788 від 09.01.2001

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

Передплата 2024

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

За зміст рекламних матеріалів
видавець відповідальності не несе.

EDITORIAL BOARD

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

Founders

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

Address

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

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

Order of the MES of Ukraine № 409 of 17.03.2020.

Recommended for printing Editorial Board of the Journal

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

Subscription 2024

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

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

Підписано до друку 06.02.2024.
Формат 60×84/8. Офсетний друк. Ум. друк. арк. 8,84
Друк ТОВ «ДІА».
03022, м. Київ-22, вул. Васильківська, 45.

ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ім. Є.О. ПАТОНА – СЬОГОДЕННЯ ТА ПОГЛЯД У МАЙБУТНЄ



У січні цього року відзначалась 90-та річниця заснування Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України.

Самовіддана праця багатьох поколінь патонівців, які вклали в улюблену справу свої знання, енергію та досвід, стали запорукою того, що сьогодні Інститут електрозварювання імені Євгена Оскаровича Патона Національної академії наук України – це потужний науково-технічний комплекс, у структуру якого входять науково-дослідний Інститут, дослідне конструкторсько-технологічне бюро, дослідний завод, низка науково-інженерних, учбовий та атестаційний центри.

Основна тематика робіт Інституту електрозварювання – це дослідження зварювальних і споріднених процесів, розроблення відповідних технологій та створення обладнання для їх практичної реалізації.

Сьогодні сфера досліджень та розробок нашого Інституту охоплює майже всі існуючі способи зварювання: від добре відомих та широко використовуваних способів дугового та контактнo-стикового зварювання до високотехнологічних процесів зварювання із застосуванням електронного променя та лазерного випромінювання; від зварювання та різання під водою до зварювання в космосі; від зварювання та обробки металів вибухом до зварювання живих тканин у медицині. Але працівники Інституту не зупиняються і постійно розширюють сфери своєї діяльності.

На початок цього року Інститут налічує 996 працівників, у т.ч. 522 наукових співробітників, серед них 227 кандидатів і докторів наук.

ІЕЗ успішно співпрацює з науково-дослідними інститутами НАН України, які входять до складу різних відділень – фізико-технічних проблем матеріалознавства, механіки, фізики та астрономії, ядерної фізики і енергетики, хімії, а також з багатьма установами Національної академії медичних наук України. Маємо тісні контакти з закладами вищої освіти України, які готують спеціалістів в галузі зварювання і споріднених технологій.

Інститут електрозварювання має плідну співпрацю з великими промисловими підприємствами України, зокрема, ДП «Антонов», ДП «Конструкторське бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля», ДП «Запорізьке машинобудівне конструкторське бюро «Прогрес» імені академіка О.Г. Івченка», ДП «НАЕК «Енергоатом», АТ «Укрзалізниця» тощо. Нашими партнерами є гіганти світового виробництва – Boeing, Airbus, Holland (USA), Plasser&Theurer (Austria), ProgressRailService (USA) та інші. Підтримуються широкі міжнародні зв'язки з провідними науковими центрами матеріалознавства і зварювання в США, Європі та Азії, довготривалі стосунки з низкою іноземних установ, які з року в рік зміцнюються через укладання та переукладання угод про виконання спільних проектів. Серед партнерів – Інститут зварювання та з'єднань Університету м. Аахен (Німеччина), Французький національний центр наукових досліджень (CNRS), Центр полімерних та вуглецевих матеріалів Польської академії наук, м. Забже (Польща), і багато інших. Деякі науковці є дійсними членами AWS (Американського зварювального товариства), виступають експертами Міжнародного інституту зварювання, входять до складу програмного комітету Програми ЄС «Горизонт Європа».

В останні роки в рамках програм Європейського Союзу реалізована низка спільних дослідницьких проектів, у т.ч. проекти з питань нарощування наукового потенціалу, проекти наукової мобільності в межах програми «Дії імені Марії Складовської-Кюрі». Окрім того, Інститут активно співпрацює з іноземними партнерами в рамках різноманітних білатеральних програм.

Особливо важлива співпраця з Міжнародним інститутом та Європейською федерацією зварювання, в яких Інститут є повноправним членом. Ці організації є провідними щодо розробки міжнародних стандартів в галузі зварювання. Науковці мають можливість брати безпосередню участь в розробленні стандартів та інших документів через роботу в комітетах, підкомітетах, робочих групах МІЗ та ЄФЗ. Це сприяє вирішенню таких основних завдань, як узгодження технічної політики України з технічною політикою, яку проводять закордонні партнери, використання міжнародних стандартів для поліпшення якості та конкурентоспроможності продукції України.

ISSN 0005-111X АВТОМАТИЧНЕ ЗВАРЮВАННЯ, №1, 2024

МІЗ проводить свої щорічні асамблеї, в яких Інститут представляє офіційна особа з певними повноваженнями, а також проводить міжнародні науково-технічні конференції. Науковці Інституту є постійними учасниками таких конференцій. Так, у Міжнародній конференції минулого року, що проходила в Сінгапурі, 16 наших науковців представили 17 доповідей, більша частина з яких була рекомендована для публікації в престижних наукових виданнях.

Протягом усієї своєї історії Інститут електрозварювання є яскравим прикладом комплексного підходу до розвитку науки і технологій, який було започатковано Євгеном Оскаровичем та розвинуто Борисом Євгеновичем Патеном. Суть такого підходу полягає в тому, що наш Інститут не обмежується проведенням лише фундаментальних досліджень, а націлений на комплексне вирішення реальних проблем економіки держави: від поглибленого теоретичного пошуку та експериментальних досліджень до впровадження отриманих науково-технічних результатів і розробок у промислове виробництво. І сьогодні наші розробки знайшли практичне застосування майже в усіх галузях економіки та в багатьох сферах повсякденного життя.

Прикладом таких розробок можна назвати технологію та мобільне устаткування для автоматичного контактної-стикового зварювання оплавленими (КСЗО) залізничних рейок у заводських та польових умовах при будівництві та ремонті залізничних колій.

За останні роки було експортовано більше 95 мобільних рейкозварювальних машин для зварювання високоміцних рейок, зокрема, із натягом, на суму понад 32 млн. дол. США. Ці машини були виготовлені за ліцензійною угодою на Каховському заводі електрозварювального обладнання за документацією, розробленою в Інституті.

Результати новітніх досліджень удосконаленої технології КСЗ пульсуючим оплавленням заплановані до впровадження при будівництві та ремонті залізничних колій «Укрзалізниця», що вкрай важливо для вирішення проблем повоєнного відновлення України.

Традиційним напрямом робіт Інституту є розробка технологій зварювання труб – від металевих труб великого діаметру, які використовуються при будівництві магістральних трубопроводів, до неметалевих, зокрема полімерних. Так, інноваційну технологію та обладнання для зварювання поліетиленових труб зовнішнім діаметром до 250 мм при будівництві трубопроводів для водо-

та газопостачання впроваджено на ТОВ «Євро-трубплат» (м. Київ).

В цілому напрями теоретичних й експериментальних досліджень у галузі полімерного матеріалознавства (створення, дослідження і застосування біополімерів, композиційних матеріалів та наноматеріалів на їхній основі) розвиваються в Інституті дуже інтенсивно.

На особливу увагу заслуговують нові перспективні напрями досліджень з 3D друку виробів з антибактеріальною та противірусною активністю, полімерних матеріалів і виробів з них зі здатністю до самозаліковування та створення технологій їх хімічного зварювання, впливу за допомогою різноманітних фізичних полів на структуру і властивості полімерних матеріалів та їх зварних з'єднань.

Новітня технологія зварювання закладним елементом високотехнологічних полімерних композитів та листових виробів з них успішно пройшла випробування та використовується в авіакосмічній галузі на ДП «Антонов» та ДП «КБ «Південне ім. М.К. Янгеля».

Спільно з промисловими компаніями та інститутами НАН України проводяться роботи з дослідження впливу водню та його газових сумішей на поліетиленові труби з метою визначення можливості його транспортування по трубопроводах газотранспортних мереж України та Європи.

Ще одним традиційно важливим напрямом досліджень і розробок нашого Інституту є променеві, а саме електро-променеві та лазерні технології. В Інституті розроблено і успішно використовується високопродуктивне обладнання для електронно-променевого зварювання деталей газотурбінних двигунів великої потужності. Наприклад, для підприємства АТ «Мотор - Січ» розроблена технологія електронно-променевого зварювання корпусу камери середнього тиску газової турбіни, виготовленої з титанового сплаву.

Щодо лазерного зварювання, зокрема, у галузі вагонобудування, науковці Інституту розробили установку для ручного напівавтоматичного лазерного зварювання. Вона необхідна для зварювання конструктивних елементів у важкодоступних місцях, де неможливо використовувати автоматичне зварювання або роботизовані комплекси. Цей інструмент успішно використовується на світових вагонобудівних заводах.

Інститут виконує також розробку та виготовлення автоматизованих комплексів для лазерного, плазмового і гібридного зварювання, різання, наплавлення та інших технологічних процесів. Оригінальні багатокординатні маніпулятори, розроблені

в ІЕЗ, оснащені високоякісними комплектуючими, завдяки чому мають високі показники точності, надійності та дозволяють вирішувати різноманітні прикладні задачі. Створені комплекси знайшли своє успішне застосування у приладобудівній, хімічній, енергетичній та інших галузях промисловості.

Інститут успішно продовжує розвиток космічних технологій зварювання. Для реалізації технології 3D-друку в умовах космосу створено принципово нову конструкцію електронно-променевої гармати для роботи в автоматичному та довготривалому режимі з суттєво покращеними технічними характеристиками. За допомогою розробленого обладнання планується створювати 3D-вироби з алюмінієвих, титанових та інтерметалідних сплавів, які застосовуються в сучасному космічному апаратобудуванні. Комплекс нового покоління електронно-променевого обладнання для зварювання у відкритому космосі був успішно продемонстрований на 30-й Міжнародній виставці оборонної промисловості MSPO-2022 у м. Кельце (Польща).

Продовжує удосконалюватися технологічний процес плазмово-індукційного вирощування монокристалічних тіл обертання з тугоплавких металів. Уперше в світі вирощено експериментальні монокристалічні тиглі з вольфраму. Зокрема, отримано тиглі і зливки діаметром 85 мм з дезорієнтацією субблоків, що не перевищує 5 кутових градусів.

Розроблено обладнання, технологія та матеріали для одношарового антикорозійного електрошлакового наплавлення стрічками. Отримані результати використовуються при виборі матеріалів і технологій антикорозійного наплавлення деталей енергетичного та хімічного обладнання. Також створено технології і матеріали для дугового наплавлення сталевих валків гарячої прокатки різних станів, за допомогою яких можна отримувати на будь-якій складній поверхні наплавлений шар необхідної товщини з мінімальними допусками на механічну обробку.

Із початком широкомасштабного російського військового вторгнення переглянуті та актуалізовані основні напрями наукової діяльності Інституту. І тут у нас є два головні пріоритети. Перший, безумовно, це дослідження і розробки, пов'язані з підвищенням обороноздатності нашої країни.

Розроблені нашими спеціалістами технології зварювання типових з'єднань броньованих сталей високої твердості вітчизняного та закордонного виробництва дозволяють відмовитися від термічного оброблення корпусів легкоброньованої техніки та за рахунок цього суттєво скоротити час на її виготовлення і знизити собівартість виробу.

Розроблено та впроваджено ремонтно-зварювальні технології для відновлення цілісності корпусів БТР та БМП, які зазнали бойових і експлуатаційних пошкоджень. За рахунок наплавлення останніх шарів шва спеціальними зварювальними матеріалами кулестійкість зварних з'єднань підвищується до рівня кулестійкості броньованих сталей.

Коротко відмітимо ще декілька прикладів наших новітніх розробок для потреб безпеки і оборони.

Технологія відновлення та зміцнення поверхні штоків віддачі артилерійських установок шляхом нанесення шару захисного покриття електродуговим напиленням. Технологія відновлення та зміцнення поверхні штоків гідравлічної системи основних стояків шасі літака шляхом нанесення газотермічного покриття. Технологія відновлення та зміцнення поверхні деталей бронетанкової техніки нанесенням газотермічних покриттів.

На кількох українських підприємствах, зокрема, ДП «Івченко-Прогрес», АТ «Мотор Січ» практично впроваджена технологія відновлення за допомогою мікроплазмового порошкового наплавлення деталей авіаційних газотурбінних двигунів з важкозварюваних нікелевих жароміцних сплавів. На вітчизняних авіаремонтних підприємствах застосовується технологія продовження тривалості експлуатації робочих лопаток авіаційних газотурбінних двигунів у 3-4 рази.

З використанням зварювання вибухом запропонована технологія створення високоміцних багатошарових композиційних матеріалів для застосування в якості броні.

Розроблена також технологія виготовлення біметалевої броні для захисту машин спеціального призначення.

За розробленою в Інституті спеціальною технологією дугового напівавтоматичного наплавлення відновлено партію зношених траків та пальців, які були випробувані в польових умовах та показали стійкість на рівні нових деталей.

Розроблені в Інституті лазерні технології сьогодні успішно використовуються і для зварювання та наплавлення малогабаритних соплових блоків рідинних ракетних двигунів, зразки яких пройшли успішну перевірку, згідно спеціалізованої програми випробувань, розробленої у «КБ «Південне».

Створена технологія електронно-променевого плавлення титанових сплавів забезпечує отримання з вітчизняної сировини високоякісних зливок як традиційних промислових титанових сплавів, так і новітніх високоміцних титанових сплавів для авіаційної і ракетної галузей. Для практичної

реалізації розроблених технологій на ДП «Науково-виробничий центр «Титан» Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона» організовано промислове виробництво зливків титанових сплавів у складі п'яти електронно-променевого установа власної конструкції. Продукція підприємства у вигляді зливків титанових сплавів масою до 15 т постачаються як вітчизняним заводам (АТ «Мотор Січ» та інші), так і за кордон. У кооперації з підприємствами-партнерами (ДП «Південний машинобудівний завод», «УкрНДІспецсталь», ТОВ «Дніпропрес Сталь» та ін.), зі зливків титанових сплавів, отриманих методом електронно-променевого плавлення, організовано виробництво поковок, прутків та труб, якість яких повністю відповідає вимогам стандартів, що дозволило на теперішній час повністю забезпечити потреби підприємств оборонного комплексу України в напівфабрикатах з високотехнологічними титановими сплавами.

Для медичної галузі спеціалістами розроблене також нове покоління медичного обладнання, що поєднує зварювання живих тканин з використанням ВЧ струму та одночасного гемостазу і дезінфекції ран конвекційно-інфрачервоним опроміненням.

Другий пріоритетний нині напрям досліджень спрямований на повоєнну відбудову України та майбутню структурну модернізацію вітчизняної економіки на найвищому технологічному рівні. Тут дослідження і розробки спрямовуються на перспективний розвиток вітчизняної промисловості, створення нових високотехнологічних галузей. Серед них: інформаційні технології в зварюванні та споріднених процесах, 3D-технології, нові матеріали, технології та виробництво медичного призначення, технології ремонту та відновлення інфраструктурних і промислових об'єктів тощо.

Затребуваною виявилася технологія технічної діагностики великогабаритних конструкцій (як-то телевізійні та електричні вежі, мости) з використанням безпілотного літального апарату для аерофотозйомки та побудови тривимірної моделі конструкції методом фотограмметрії. Вона дала змогу провести дистанційне обстеження руйнувань Київської телевежі після ракетного удару 1 березня 2022 р. і отримати дані про дефекти, візуалізувати пошкодження опорних елементів конструкції.

Науковці Інституту реалізували технологію одержання бездефектних і хімічно однорідних зливків перспективного титанового сплаву медичного призначення Ti-6Al-7Nb методом електронно-променевої плавки. Зливки мають дрібнозернисту структуру без жодних проявів зональної ліквідації. Така структура забезпечує якнайкраще поєднання механічних

характеристик сплаву – високу міцність і пластичність, що задовольняють вимоги міжнародних стандартів для титанових сплавів медичного призначення і, саме головне, повністю відповідають комплексу механічних характеристик людських кісток.

За останні роки в Інституті створено цілу низку найсучаснішого обладнання для практичної реалізації технологій електронно-променевого, лазерного та плазмово-дугового 3D-друку металевих виробів для потреб аерокосмічної галузі, медицини, військово-оборонного комплексу та інших галузей промисловості. Наприклад, оперативний 3D-друк деталей складної військової техніки дозволяє швидко здійснювати її ремонт у польових умовах.

Не дивлячись на складні умови сьогодення велика увага приділяється покращенню дослідної інфраструктури Інституту, зокрема, створенню спільних лабораторій.

Одна з них Міжнародна польсько-українська науково-дослідна лабораторія (ADPOLCOM). Її створенню передувало багаторічне плідне співробітництво між Інститутом та Центром Полімерних та Вуглецевих Матеріалів Польської академії наук (м. Забже) на основі міжнародних договорів між двома академіями наук та білатеральних проектів.

Наукова та науково-технічна діяльність лабораторії зосереджена на фундаментальних та прикладних дослідженнях в сфері створення, комплексного вивчення та з'єднання різноманітних полімерних матеріалів, біоматеріалів, композитів та нанокompозитів для багатьох галузей людської життєдіяльності – від побутового використання, наприклад, екологічного біодеградабельного пакування, зокрема, харчових продуктів, до матеріалів і виробів медичного призначення, наприклад, полімерних імплантів тощо.

Нині в Інституті підготовлено майданчик для встановлення обладнання для нової дослідно-технологічної дільниці по проведенню науково-дослідних робіт та тестування передових розробок в галузі зварювальних і споріднених технологій. Розроблено технічний проект даної дільниці, узгоджено перелік і технічні вимоги до дослідно-технологічного обладнання, яке буде використовуватись на цьому майданчику.

Із самого початку повномасштабної агресії рф співробітники Інституту активно долучились до волонтерської та благодійної діяльності. Організували збір та передачу грошей і необхідних речей (води, медзасобів, засобів гігієни тощо) для потреб Територіальної оборони Києва та Збройних сил України.

Науковці Інституту виготовляють та передають на фронт власну розробку – медичні імобіліза-

ційні пневматичні шини для тимчасової фіксації травмованих частин тіла людини та її транспортування з мінімальною травматичністю. Також Інститут передає військовим зварювальні матеріали для проведення зварювання металоконструкцій у зоні бойових дій, а у медзаклади – апарати для зварювання живих тканин ПАТОНМЕД та інструменти для операції.

Більше 20 молодих науковців інституту організували у вільний від роботи час виробництво теплових печей (буржуйок) для військовослужбовців, які зараз воюють на сході та півдні України. До збору коштів на матеріали для цих печей, а це на сьогодні більше 300 тис. грн., активно долучились співробітники, волонтери та просто небайдужі українці.

На волонтерських засадах виконується ціла низка науково-дослідних та дослідно-конструкторських робіт для потреб ЗСУ. Нажаль, не про всі роботи, які Інститут виконував та виконує на потреби ЗСУ, можна зараз говорити відкрито. Але вони постійно проводяться, і одним з важливих напрямів цих робіт є експертна діяльність. Наприклад, у минулому році науковці ІЕЗ виконали 11 робіт, пов'язаних з експертизою для військових інститутів та підприємств оборонного комплексу.

Відмічаючи внесок співробітників ІЕЗ у перемогу, неможна оминати увагою 19 колег, які з перших днів війни добровільно вступили до лав ЗСУ та ТРО, і наразі перебувають на військовій службі. Один з них був поранений, і в Інституті був організований збір коштів на його лікування. Один наш молодий колега був нагороджений сталевим хрестом.

Цими днями на адресу колективу нашого Інституту надійшло багато теплих привітань з нагоди ювілею. Зокрема, це привітання від Офісу Президента України, Міністерства освіти і науки України, Президії Національної академії наук України, АТ «Українська оборонна промисловість», Болгарського Союзу Зварювання, Фізико технологічного інституту металів і сплавів НАН України, Інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України, Інституту чорної металургії ім. З.І. Некрасова НАН України, Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України, Інституту імпульсних процесів і технологій НАН України, Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Національного університету «Чернігівська політехніка», Інституту термоелектрики НАН України, Кременчуцького національного університету ім. Михайла Остроградського, Українського трубного заводу.

На урочистих зборах колективу з нагоди ювілею нас привітали президент Національної академії наук України академік Анатолій Загородній, голова Західного наукового центру НАН України та МОН України, директор Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка академік Зіновій Назарчук, голова Північно-Східного наукового центру НАН України і МОН України, генеральний директор НТК «Інститут монокристалів» академік Володимир Семиноженко, в.о. директора Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францези-



Під час урочистих зборів, ІЕЗ ім. Є.О. Патона, 18 січня 2024 р.



Поздоровлення від Центрального науково-дослідного Інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України



Поздоровлення від Наукового комітету Національної ради України з питань науки та технологій



Поздоровлення від НТК «Інститут монокристалів»



Вручення відзнаки за професійні здобутки президентом НАН України академіком Анатолієм Загороднім вченому секретарю ІЕЗ Іллі Клочкову



Поздоровлення від НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського»

ча член-кореспондент Геннадій Баглиук, перший заступник директора Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича академік Сергій Фірстов, директор Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля академік Володимир Туркевич, заступник директора Фізико-технологічного Інституту металів та сплавів доктор технічних наук Микола Тарасевич, голова Наукового комітету Національної ради України з питань науки та технологій Олександра Антонюк, начальник Центрального науково-дослідного Інституту озброє-

ня та військової техніки Збройних Сил України генерал-майор Ігор Чепков, ректор Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського» академік Михайло Згуровський, ректор Національного університету «Чернігівська політехніка» доктор технічних наук Олег Новомлинець.

Співробітники Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона заслуговують на повагу суспільства за вірність патонівським традиціям, героїчну працю, яка допомагає зміцнювати обороноздатність України і наближає Перемогу. Патонівці внесуть значний вклад в справу повоєнного відродження та подальшого інноваційного розвитку рідної держави.

Ігор Кривцун, академік НАН України,
директор ІЕЗ ім. Є.О. Патона

А.Л. БОРИСОВІЙ – 90



20 лютого виповнилось 90 років Аллі Лукинічній Борисовій, професору, доктору технічних наук, провідному науковому співробітнику відділу захисних покриттів Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України.

Після закінчення Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка у 1957 р. вона навчалася в аспірантурі кафедри рентгенометалофізики КДУ. З 1960 по 1986 рік А.Л. Борисова працювала в Інституті проблем матеріалознавства НАН України, де пройшла шлях від старшого інженера до завідуючої лабораторією захисних покриттів. У 1962 р. вона захистила дисертацію на здобуття вченого ступеню кандидата технічних наук та у 1975 році – доктора технічних наук. У 1984 році їй присвоєно вчене звання професора.

Після переведення з 1986 р. А.Л. Борисова працює в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона.

Борисова А.Л. широко відома як провідний спеціаліст у галузі матеріалознавства захисних покриттів, має багаторічний досвід досліджень структури та властивостей покриттів, одержування різних способами нанесення. Вона здійснює наукове та методичне керівництво всім комплексом матеріалознавчих досліджень при виконанні робіт, пов'язаних з вивченням фізико-хімічних

процесів за умов формування і експлуатації захисних покриттів, які отримано газотермічним напыленням, дифузійним насиченням та іншими методами, а також оцінкою структури, властивостей покриттів (жаротривкості, корозійної стійкості та зносостійкості). Одночасно за її участі розроблялись захисні покриття для деталей машин; антифрикційні покриття, що містять нові типи твердих мастил, біокерамічні покриття для виробів медичного призначення тощо. Під її керівництвом виконується комплекс робіт, спрямований на створення нового класу захисних покриттів з різними типами структури (аморфною, квазікристалічною і нанокристалічною), що є перспективним для застосування в різних галузях сучасної техніки.

Підготувала більше 10 кандидатів та одного доктора наук. Бере активну участь у міжнародному співробітництві. Їй присвоєно почесне звання «Кращий винахідник АН УРСР» (1985), нагороджено відзнакою НАН України «За підготовку наукової зміни» (2009).

А.Л. Борисова – автор і співавтор понад 300 наукових праць, має 14 авторських свідоцтв; нею та за її участю написано 11 монографій і довідників (4 з них опубліковано в США та Японії). Вона є членом Нью-Йоркської академії наук. Її праця високо оцінено: як видатний діяч науки, вона є стипендіатом Президента України.

Сердечно поздоровляємо ювіляра, від всієї душі бажаємо міцного здоров'я і бадьорості, творчої енергії та нових досягнень.

Редколегія журналу «Автоматичне зварювання»

ПЕРЕДПЛАТА 2024

Журнали	Вартість передплати на друковані версії журналів*, грн.			
	місяць	квартал	півроку	рік
«Автоматичне зварювання», видається з 1948 р., 6 випусків на рік. ISSN 0005-111X. Передплатний індекс 70031.	–	–	900	1800
«Сучасна електрометалургія», видається з 1985 р., 4 випуски на рік. ISSN 2415-8445. Передплатний індекс 70693.	–	300	600	1200
«Технічна діагностика та неруйнівний контроль», видається з 1989 р., 4 випуски на рік. ISSN 0235-3474. Передплатний індекс 74475.	–	300	600	1200
«The Paton Welding Journal»**, видається з 2000 р., 12 випусків на рік. ISSN 0957-798X. Передплатний індекс 21971.	600	1800	3600	7200

*Вартість з урахуванням доставки рекомендованою банделроллю.

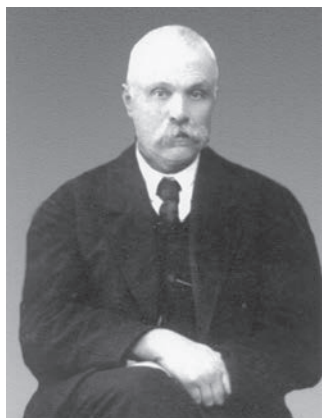
** Журнал «The Paton Welding Journal» містить статті, отримані від авторів з усього світу і вибірково переклади на англійську мову статей з журналів «Автоматичне зварювання», «Сучасна електрометалургія», «Технічна діагностика та неруйнівний контроль».

Передплату на журнали можна оформити по каталогам передплатних агенцій «УКРПОШТА», «Прес Центр» 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.

Можлива також передплата на електронні версії журналів.

1929 – 1940 рр.

Створення спеціалізованого Інституту зварювання та перші досягнення



Євген Оскарович Патон, 1934 р.

наголосив на можливостях і економічних перевагах зварювання.

У 1929 – 1933 рр. Є.О. Патонем проведено порівняльні випробування натуральних клепананих та зварних сполук, встановлена принципова можливість застосування зварних з'єднань, що зазнають не тільки статичні, а й динамічні навантаження. У 1930 – 1935 рр. розроблено проекти і технології виготовлення відповідальних зварних конструкцій, судин високого тиску (хімічної апаратури, котлів та ін.). 3 січня 1934 р. уряд УРСР прийняв постанову про створення Інституту електрозварювання. Директором призначений Є.О. Патон. 23 травня 1936 р. було прийнято урядову постанову створити при Інституті проектно-консультаційне бюро з питань автоматизації зварювання і відділ впровадження.

Ще до утворення Інституту були розроблені методи досліджень і розрахунки на міцність, рекомендації щодо проектування раціональних зварних швів, вузлів перекриттів та конструкції машин (опубліковано в журналах та викладено у посібниках).

У 1936 – 1940 рр. досліджені металургійні процеси, розроблені матеріали, обладнання та технологія дугового автоматичного зварювання під шаром флюсу конструкційних сталей (Є.О. Патон, П.П. Буштєдт,

В.І. Дятлов). Новий спосіб зварювання був в 11 раз більш продуктивним, ніж ручне дугове зварювання. Видано монографію зі зварювання під флюсом, закладено основи зварювального металознавства. (*Патон Є.О. Автоматичне зварювання голім електродом під шаром флюсу. – Харків, 1940*).

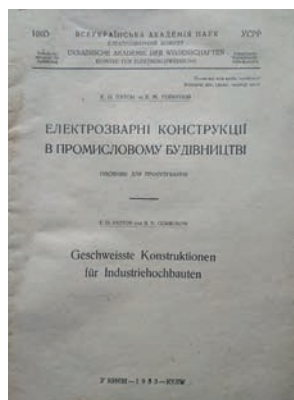
У червні 1940 р. Є.О. Патон продемонстрував на Всесоюзній конференції можливості автоматичного зварювання під флюсом делегатам підприємств провідних галузей промисловості.



Є.О. Патон з делегатами конференції з автоматичного зварювання, м. Київ, 1940 р.

У 1940 р. Є.О. Патона призначено членом Ради по машинобудуванню при Раднаркомі СРСР і доручено контроль над впровадженням автоматичного зварювання на 20-ти провідних підприємствах СРСР. Одночасно на нього покладано обов'язки керівника відділу електрозварювання ЦНДІ технології машинобудування зі збереженням керівництва ІЕЗ. В травні 1941 р. відбулась Всесоюзна конференція по зварюванню. Основною була доповідь Є.О. Патона «Скоростная автоматическая электросварка голым электродом под слоем флюса».

У 1935 р. в Київському політехнічному інституті з ініціативи Є.О. Патона організовано кафедру зварювального виробництва. Під його керівництвом розроблено програми та навчальні посібники.



В Електрозварній лабораторії (експерименти з атомно-водневого зварювання), 1930 р.



1941 – 1945 рр.

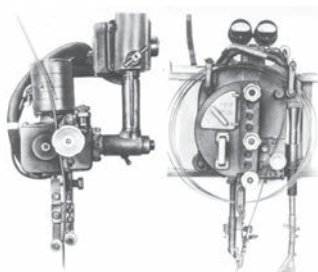
ІЕЗ – внесок у перемогу у Другій світовій війні

З початком нападу Німеччини на СРСР ІЕЗ було евакуйовано в м. Нижній Тагіл (Росія) та розміщено на території «Уралвагонзаводу». Тут було впроваджено автоматичне зварювання під флюсом і успішно працювали головки А-66 (апарат А-66 для дугового зварювання, побудований на принципі авторегулювання швидкості подачі електродного дроту в залежності від зміни падіння напруги на дузі). Сюди ж було переведено і Харківський танковий завод (ХТЗ), де був створений та виготовлявся танк Т-34.

Є.О. Патон розгорнув розробку технології зварювання високоміцних загартованих сталей та апаратів для автоматичного зварювання вузлів танків. У листопаді 1941р. фахівці ІЕЗ та ХТЗ вирішили проблему автоматичного зварювання спеціальних броньових сталей. У 1942 р. В.І. Дятлов відкрив явище саморегулювання дугових процесів, Б.Є. Патон та А.М. Макара дослідили процеси зварювання під флюсом, встановили взаємозалежність параметрів режиму дугового зварювання та розподілу енергії у зоні зварювання. У 1942 – 1943 рр. спроектовано та виготовлено 20 спеціалізованих установок для автоматичного зварювання під флюсом корпусів танків, башен та інших вузлів, 8 установок для виготовлення фугасних авіабомб, реактивних снарядів та інших боеприпасів (П.І. Севбо). Продуктивність зварювальних робіт збільшилась у 14 разів. У 1942 – 1945 рр. на поточкових лініях зі збирання та автозварювання на 52-х заводах виготовлено понад 100 тис. танків Т-34, КВ, ІС, САУ.



Зварні вузли танка Т-34
(Схема)



Зварювальна головка А-88



Пост зварювання корпусу

Одна установка, керована підлітками, замінювала 10–14 досвідчених зварників-ручників. Наприклад, на приварці днища підкрилка до борту двома потужними швами довжиною понад 5 м кваліфікований зварник працював близько 20 год. Підліток, після 5 – 10 днів навчання, міг зварити автоматом цей шов за 2 год.

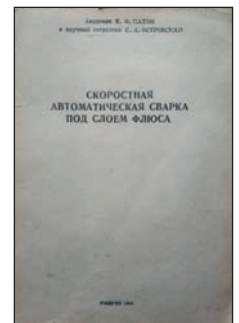


Є.О. Патон з макетом Т-34. Є.О. Патону першому з українських академіків було присвоєно звання Героя Соціалістичної Праці (1943 р.)



Ветерани ІЕЗ, що працювали в м. Нижній Тагіл у 1941 – 1944 рр.

У 1943 р. опубліковано монографію зі зварювання бронеконструкцій під флюсом – «Посібник з автоматичного зварювання бронеконструкцій». У 1942 – 1944 рр. співробітниками Інституту було написано та видано 12 друкованих праць.



1946 – 1953 рр.

Внесок у відновлення економіки країни

У 1941 – 1944 роках на території, де проходили військові дії, значну кількість металоконструкцій та виробничого обладнання було зруйновано. Є.О. Патон ще у 1943 р., розпочав конверсію військових технологій для відновлення народного господарства. Під керівництвом Є.О. Патона були розгорнуті цілеспрямовані теоретичні та експериментальні дослідження.

Були створені нові зварювальні і наплавлювальні матеріали (В.В. Підгаєцький, І.І. Фурмін, Т.М. Слуцька, В.С. Ширин), технології дугового зварювання та наплавлення: у вуглекислому та інших активних газах (Б.Є. Патон, Д.А. Дудко, А.Г. Потап'євський, М.Г. Остапенко, І.І. Заруба), під безкисневим флюсом алюмінію та його сплавів (1952 р., Д.М. Рабкін), з використанням галогенідних флюсів – титану, ванадію, ніобію та їх сплавів (1956 р., С.М. Гуревич), шлангова напівавтоматична під флюсом (Б.Є. Патон.).

Розроблено: принцип примусового формування кристалізації зварювальної ванни, автоматичне дугове зварювання під флюсом вертикальних та горизонтальних з'єднань (Г.З. Волошкевич), зварювальний пістолет для приварювання шпильок (М.Г. Остапенко, 1948 р.).

У 1949 р. був створений новий вид зварювання – електрошлакове зварювання, розроблені обладнання і технологія зварювання за один прохід конструкцій практично необмеженої товщини (ЕШЗ, Б.Є. Патон, Г.З. Волошкевич).

Колектив ІЕЗ здійснив прорив у створенні нового обладнання – універсальної мобільної зварювальної апаратури (тракторів та шлангових напівавтоматів) та спеціалізованих складально-зварювальних установок.

У 1944 р. встановлено можливість зміни форми зварних виробів в межах пружних деформацій, було розроблено технологію виготовлення крупногабаритних листових конструкцій (Г.В. Раєвський).

У 1945 – 1952 рр. досліджено природу утворення тріщин і пір у зварних з'єднаннях, розроблено теорію руйнування зварних конструкцій та методи оцінки зварюваності сталей. Встановлено закономірності легування металу шва. Результати робіт стали підставою для створення нових марок сталей, зварювальних матеріалів та технологій. (Є.О. Патон, А.І. Асніс, В.В. Шeverницький, І.І. Фурмін, Ю.М. Готальський, В.Ф. Грабін, Л.М. Гутман, О.А. Казимиров, Н.О. Лангер, Р.І. Лашкевич, С.Л. Мандельберг, В.Е. Моравецький, В.І. Новіков, С.А. Островська, Ю.А. Стеренбоген та інш.). Для оснащення комплексно-механізованих та автоматизованих виробництв були створені станки-автомати, джере-



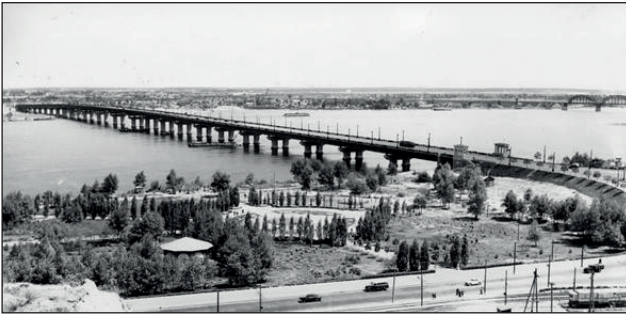
Новий клас зварювального обладнання – трактор для автоматичного зварювання ТС-17 (Є.О. Патон, Б.Є. Патон і В.Є. Патон, 1949 р.)



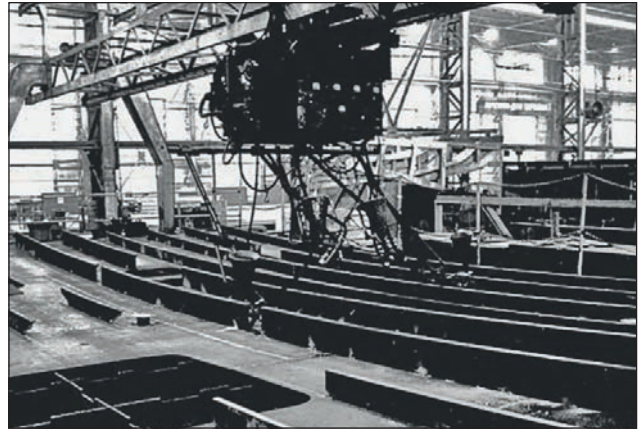
Зварювання мостової балки



Приварка підпалубної секції



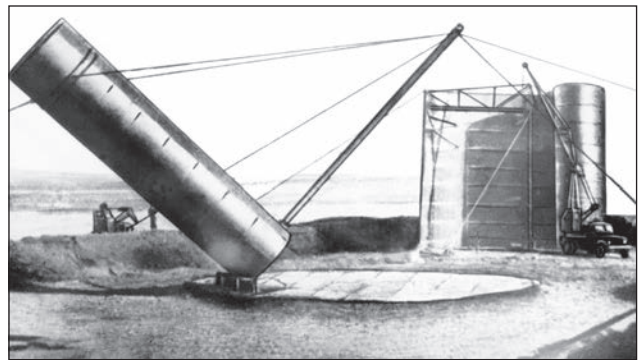
Міст ім. С.О. Патона (довжина моста 1543 м, ширина 21 м, маса моста 10 тис. т.), 1953 р.



Зварювання палубної секції шланговими автоматами



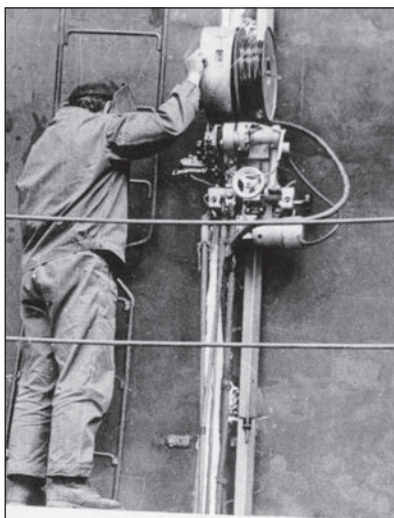
Зварна залізнична цистерна з алюмінієвого сплаву для перевезення компонентів ракетного палива



Монтаж резервуара по новій технології



Впровадження шлангового напівавтомата для зварювання під флюсом (завод «Ленінська кузня», м. Київ, 1956 р.)



Вперше в світі було створено автоматичне зварювання вертикальних швів



Зварювання трактором ТС-17 стиків газопроводу Дашава-Москва



Трубозварювальний цех, м. Харцизьк

ла живлення (П.І. Севбо, В.Є. Патон, А.І. Чвортко, М.М. Сидоренко, І.В. Кирдо, О.І. Корінний, І.М. Рублевський та інші.) У 1949 р. винайдений контурний трансформатор для стикового контактного зварювання оплавленням (М.Г. Остапенко, В.К. Лебедєв), що став основою для створення принципово нового виду складально-зварювальної техніки.

Для оснащення комплексно-механізованих та автоматизованих виробництв були створені зварювальні станки-автомати, джерела живлення та допоміжне обладнання (роликові стенди, кантувачі, поворотні колони, маніпулятори тощо). Нові технічні рішення,

розроблені в ІЕЗ, прискорили виробництво цистерн, котлів, машин, гірничо-шахтного та енергетичного обладнання, металургійних печей, будівництво домів, мостів та інших конструкцій.

До 1952 р. в Україні було повністю відновлено паливно-енергетичну та гірничо-металургійну промисловість. Використання зварювання під флюсом на понад 100 заводах СРСР дозволило звільнити понад 30 тис. кваліфікованих робітників, економія становила мільярди рублів.

Матеріал підготовлено доктором іст. наук О.М. Корнієнком