



«СУМИ-ЕЛЕКТРОД»

ВПЕРШЕ У НОВІЙ ВАКУУМНІЙ УПАКОВЦІ
ЗВАРЮВАЛЬНІ ЕЛЕКТРОДИ
для відповідальних конструкцій



ТОВ «СУМИ ЕЛЕКТРОД»
Україна, 40004, м. Суми, вул. Горького, 58
Тел./факс: +38 (0542) 22-13-42, 22-54-38, тел.: 22-54-37
E-mail: frunze@i.ua
<http://www.frunze.com.ua>

TECHNOLOGY FOR THE WELDER'S WORLD.

ABI-CAR

зварювальні трактори ВІД ABICOR BINZEL



ПІІ ТОВ «БІНЦЕЛЬ УКРАЇНА ГМБХ»

Тел.: 0-44/290-9089, 403-1299

Факс: 0-44/403-1399, 403-1499

E-mail: info@binzel.kiev.ua



www.binzel-abicor.com

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

03 2020

Автоматическая сварка

Видається 12 разів на рік з 1948 р.

Automatic Welding

Published 12 times per year since 1948

ЗМІСТ

До 150-річчя від дня народження
академіка Є.О. Патона..... 3

ЗВАРЮВАННЯ: ТЕХНОЛОГІЇ ТА КОНСТРУКЦІЇ

Позняков В.Д. Використання сталей класів міцності
С350–С490 при виготовленні будівельних зварних
конструкцій 15
Лобанов Л.М., Махненко О.В., Книш В.В., Соловей С.А.,
Павловський В.І. Розробка зварної конструкції бічної
рами візка вантажного вагону підвищеної надійності 22
Царюк А.К., Левченко Є.В., Гришин М.М., Вавілов А.В.,
Кантор А.Г., Бивалькевич А.І. Зварювання в енергетичній
промисловості України 29
Лабур Т.М. Зварні конструкції з алюмінієвих сплавів 35
Максимова С.В. Паяння – перспективний метод
отримання нероз'ємних з'єднань 45

НАУКА – ВИРОБНИЦТВО

Інженерний центр електронно-променевого
зварювання ІЕЗ ім. Є.О. Патона 53
Науково-виробничий центр «Титан»
ІЕЗ ім. Є.О. Патона 55
Міжнародний центр електронно-променевих
технологій ІЕЗ ім. Є.О. Патона 57
«Патон Турбайн Текнолоджіз» 59
Дослідний завод зварювального устаткування
ІЕЗ ім. Є.О. Патона 65
Дослідний завод зварювальних матеріалів
ІЕЗ ім. Є.О. Патона 67
Дослідний завод спецелектрометалургії
ІЕЗ ім. Є.О. Патона 69
Дослідне конструкторсько-технологічне бюро
ІЕЗ ім. Є.О. Патона 70
Інженерний центр зварювання тиском
ІЕЗ ім. Є.О. Патона 72
НІЦ «Матеріалообробка вибухом»
ІЕЗ ім. Є.О. Патона 74
Китайсько-український інститут зварювання
ім. Є.О. Патона 76
Міжгалузевий учбово-атестаційний центр
ІЕЗ ім. Є.О. Патона 79
Міжнародний науково-технічний центр забезпечення
якості та сертифікації «ПАТОНСЕРТ» 81
Атестаційний центр з неруйнівного контролю
при ІЕЗ ім. Є.О. Патона 83

CONTENTS

To the 150th Anniversary
of Academician E.O. Paton..... 3

WELDING: TECHNOLOGIES AND CONSTRUCTIONS

Poznyakov V.D. Use of Steels of Strength Class
C350–C490 in the Production of Building Welded
Structures 15
Lobanov L.M., Makhnenko O.V., Knysh V.V., Solovej S.A.,
Pavlovskiy V.I. Development of Welded Structure of Side
Frame of Freight Car Truck of Increased Reliability 22
Tsaryuk A.K., Levchenko E.V., Grishin M.M., Vavilov
A.V., Kantor A.G., Bivalkevich A.I. Welding in the Power
Engineering Branch of Ukraine..... 29
Labur T.M. Welded Structures from Aluminium Alloys 35
Maksymova S.V. Brazing as a Promising Method of
Producing Permanent Joints 45

SCIENCE FOR PRODUCTION

Engineering Center of Electron Beam Welding of
E.O. Paton Electric Welding Institute..... 53
Research and Production Center «Titanium»
of E.O. Paton Electric Welding Institute..... 55
International Center for Electron Beam Technologies
of E.O. Paton Electric Welding Institute..... 57
«Paton Turbine Technologies» 59
Pilot Plant of Welding Equipment of E.O. Paton
Electric Welding Institute 65
Pilot Plant of Welding Consumables
of E.O. Paton Electric Welding Institute..... 67
Pilot Plant of Special Electrometallurgy of E.O. Paton
Electric Welding Institute 69
Experimental Design Technological Office of
E.O. Paton Electric Welding Institute..... 70
Engineering Center of Pressure Welding
of E.O. Paton Electric Welding Institute..... 72
Scientific and Engineering Center of Material Processing
by Explosion of E.O. Paton Electric Welding Institute 74
China-Ukraine E.O. Paton Institute of Welding 76
Paton Electric Welding Institute Training
and Qualification Center 79
International Scientific-and-Technical Center on Quality
Assurance and Certification «PATOCERT»..... 81
Attestation Center of Non-Destructive Testing of
E.O. Paton Electric Welding Institute..... 83



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:
Б.Є. Патон (головний редактор),
С.І. Кучук-Яценко (заст. гол. ред.),
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. Пілярчик, Інститут зварювання, Глівіце, Польща

Засновники

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

Адреса

ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ
03150, Україна, Київ-150,
вул. Казимира Малевича, 11
Тел.: (38044) 200 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.

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

Передплатний індекс 70031.
12 випусків на рік (видається щомісячно).
Друкована версія: 2400 грн. за річний комплект
з урахуванням доставки рекомендованою бандероллю.
Електронна версія: 2400 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» перевидается
англійською мовою під назвою
«The Paton Welding Journal»:
www.patonpublishinghouse.com/eng/journals/tpwj

За зміст рекламних матеріалів
редакція журналу відповідальності не несе.

EDITORIAL BOARD

Scientists of E.O. Paton Electric Welding Institute of NASU:
B.E. Paton (Editor-in-Chief),
S.I. Kuchuk-Yatsenko (Deputy 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. Dmytryk, 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.

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

Subscription index 70031.
12 issues per year (issued monthly), back issues available.
\$180, subscriptions for the printed (hard copy) version,
air postage and packaging included.
\$150, 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.

До 150-річчя від дня народження академіка Є.О. Патона

5 березня виповнюється 150 років від дня народження видатного вченого, відомого громадського та державного діяча академіка Євгена Оскаровича Патона.

Ім'я Євгена Оскаровича Патона золотими літерами вписане в історію вітчизняної науки, а для м. Києва набуло особливого значення і невіддільне від міста, Київського політехнічного інституту, Національної академії наук України, Інституту електрозварювання. Беззмінний керівник кафедри мостів, яку він створив і очолював протягом 25-ти років, проектувальник київських мостів, засновник кафедри електрозварювання, віце-президент Академії наук УРСР, фундатор і керівник першого в світі наукового інституту електрозварювання Євген Оскарович все своє життя присвятив служінню науці, вихованню та підготовці вчених і фахівців у галузі мостобудування та електрозварювання.

Євген Оскарович Патон народився 5 березня 1870 р. у м. Ніцца (Франція) в сім'ї російського консула. У 1888 р. закінчив гімназію у м. Бреслау (Німеччина), де крім ґрунтовної підготовки із точних наук досконало вивчив французьку, англійську та німецьку мови.

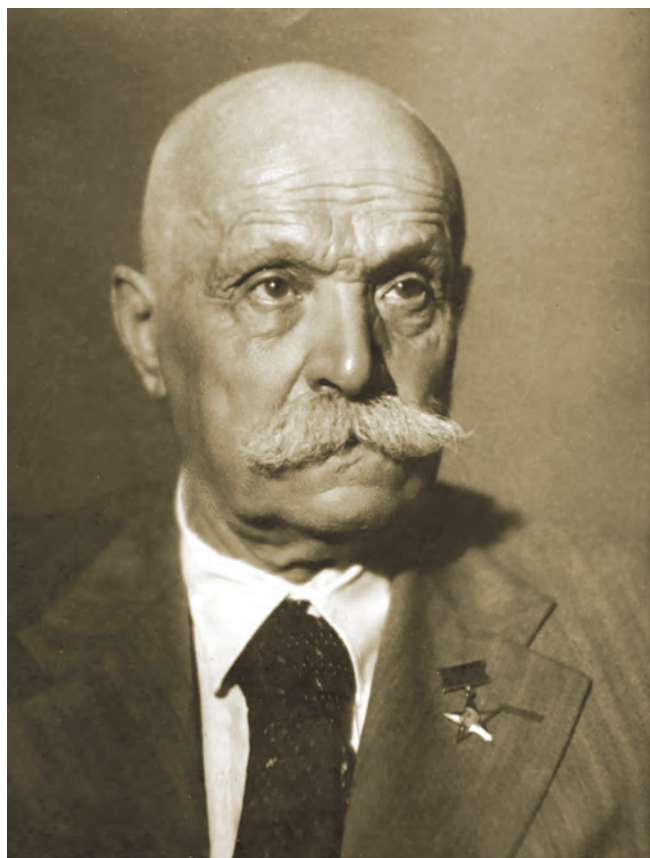
В сім'ї Євгена Оскаровича всіляко розвивали в дітях ініціативу і самостійність. Батько Оскар Петрович вважав, що діти самі повинні вибирати свій життєвий шлях. Згадуючи його з шаною і подякою, Євген Оскарович казав: «Найдорожча спадщина, яку можуть батьки залишити дітям, — це звичка і любов до праці, до професії, обраної на все життя».

Ще навчаючись у гімназії, Євген Оскарович вирішив стати інженером-мостобудівником. У 1888 р. він вступив до Саксонського королівського вищого технічного училища у Дрездені, яке закінчив з відзнакою у 1894 р. По завершенні навчання на інженерно-будівельному факультеті Є.О. Патон отримав запрошення працювати на кафедрі будівельних конструкцій. Одночасно йому запропонували взяти участь у реконструкції Гауптбангофа — головного вокзалу в м. Дрезден. Найбільший мостобудівельний завод «Гутехофнунгсхютте» в Стекрадесне в січні 1895 р. доручив зробити робочий проект шосейного мосту і інші конструкторські роботи для будівництва мостів, що дало йому можливість з перших самостійних кроків на практиці закріпити знання, отримані на студентській лаві.

Понад десять років життя пов'язували Є.О. Патона з Німеччиною, де він здобув фахову освіту та успішно розпочав кар'єру інженера-будівельника, але жити і працювати бажав тільки на батьківщині. Щоб здійснити свою мрію — будувати мости на батьківщині, йому потрібен був російський диплом інженера. У 1895 р. Євген Оскарович вступив до Петербурзького інституту інженерів шляхів сполучення на п'ятий курс. Протягом восьми місяців Є.О. Патон здав екзамени з 12-ти предметів і виконав 5 проектів.

Важко, але впевнено він почав свою дорогу мостобудівника. У травні 1896 р. у Петербурзькому інституті інженерів шляхів сполучення Є.О. Патон блискуче захистив дипломний проект. Новаторську роботу високо оцінив професор Л.Д. Проскуряков — знаний російський мостобудівник та побажав Євгену Оскаровичу удачі. Є.О. Патон був «затверджений у званні інженера шляхів сполучення з правом здійснення проектів і всякого роду будівельних робіт».

Євгену Оскаровичу Патону у Петербурзькому інституті інженерів шляхів сполучення запропонували посаду асистента і одночасно його зарахували до Управління служби дороги Ми-



Академік Є.О. Патон



Шляхопровід на станції Москва Ярославської залізниці за проектом Є.О. Патона, 1897 р.

колаївської залізниці на посаду інженера з розрахунку мостів. Згодом Євген Оскарович перейшов працювати до Управління Московсько-Ярославсько-Архангельської залізниці, де проектував мости та металеві перекриття.

Вже в перші роки інженерної діяльності Євген Оскарович Патон виявив себе талановитим інженером-новатором. Його першою великою самостійною роботою був проект шляхопроводу на станції Москва Ярославської залізниці. У своєму новаторському проекті Є.О. Патон вперше застосував проміжні опори

у вигляді колон з шаровими шарнірами замість громіздких колон прямокутного перерізу без шарнірів, а проїжджу частину запропонував виготовляти з суцільного клепаного хвилястого настилу. Ці ідеї Євгену Оскаровичу прийшлося переконливо захищати перед авторитетними спеціалістами і він зробив для себе висновок на все життя: не відразу нове пробиває собі шлях, його треба наполегливо відстоювати.

У 1897 р. в Москві відкрилося Інженерне училище шляхів сполучення. Його очолив професор Ф.О. Максименко, а заступником з навчальної роботи був призначений професор Л.Д. Проскураков, який запросив Євгена Оскаровича переїхати до Москви і пообіцяв цікаву роботу.

У 1899 р. Євген Оскарович перейшов працювати асистентом і керівником практичних занять з будівельної механіки до Московського інженерного училища, де він успішно поєднав педагогічну, наукову і інженерну діяльність.

Працюючи у Московському інженерному училищі, Є.О. Патон підготував дисертацію «Розрахунок скрізних ферм з жорсткими вузлами». Тема його дисертації народилася із життя, з боротьби передової думки і застарілих уявлень і поглядів щодо мостових ферм. Щоб порівнювати застарілі і нові, ще майже ніким не визнані типи ферм, довелося виконати велику розрахункову роботу. Для цього він побудував інфлюентні лінії. На відміну від прийнятих цей спосіб розрахунку був більш наочним і ясным.

У 1900 р. Євген Оскарович Патон завершив роботу над дисертацією і в літку 1901 р. в актовій залі Петербурзького інституту інженерів шляхів сполучення відбувся її захист. Своєю дисертацією Євген Оскарович завдав нищівного удару дворозкосній системі ферм. Він довів, що ці застарілі неекономічні ферми різко уступають фермам інших систем і з того часу їх перестали застосовувати на залізницях Російської імперії.

Євгену Оскаровичу виповнився 31 рік. Рада Інституту інженерів шляхів сполучення одноголосно присудила йому вчену ступінь ад'юнкта, а у Московському училищі він отримав посаду екстраординарного професора з мостів та керівника з їх проектування.

Московський період життя і діяльності Євгена Оскаровича був дуже плідним. З 1901 по 1904 рр. Є.О. Патон опублікував понад 20 наукових статей і посібників для студентів. Вийшли друком два перші томи широко відомого курсу «Залізні мости», виконано ряд проектів мостів та інших конструкцій, зокрема, проект перекриття зали готелю «Метрополь». Його ім'я, як вченого, фахівця з проектування мостів та інших споруд стало широко відомим.

Працюючи над проектами мостів, Євген Оскарович часто долучав до розробки реальних проектів студентів (випускників). Він вважав, що вміння організувати роботу колективу молодих талановитих і відважних співавторів для їх наставника більш почесна тоді, коли трудніше завдання ставить перед ними. І цим він задово



Євген Оскарович Патон зі студентами Московського інженерного училища — учасниками технічної екскурсії, м. Москва, 1899 р.



Дисертація Є.О. Патона на ступінь ад'юнкта, 1901 р.

передбачив той дух колективної творчості у сфері технічних наук, можливості досягти в них успіху об'єднаними зусиллями багатьох дослідників. Саме завдяки таланту організатора йому вдалося поєднати педагогічну і технічну діяльність, яка полягала у створенні проектів мостів та інших споруд та в нагляді за їх будівництвом. Закономірним визнанням авторитету Євгена Оскаровича Патона, як досвідченого мостобудівника, стало призначення його у травні 1905 р. до Мостобудівної комісії, яка очолювала всю роботу з вимог до розрахунків мостів в Росії.

Тоді ж у 1905 р. починається київський період життя і діяльності Євгена Оскаровича. Професор Є.О. Патон був запрошений до Київського політехнічного інституту, а у 1906 р. обраний деканом інженерно-будівельного факультету.

У Політехнічному інституті Євген Оскарович провів велику роботу з реорганізації навчального процесу, вдосконалення навчальних програм та планів, створення лабораторій. Особливо слід відзначити його плідну роботу зі створення у Політехнічному інституті Інженерного музею, де були зібрані проекти мостів, цінні експонати і документи, фотопортрети видатних вчених та інженерів-мостобудівельників.

Викладацьку діяльність Євген Оскарович успішно поєднував з практичною роботою – проектуванням мостів і супроводом їх будівництва. За період з 1895 по 1918 рр. він розробив 35 проектів металевих мостів. Серед найбільш знаних — Мухранський міст через р. Кура в Тифлісі, шосейні мости через річки Гнилий Тикич, Сож, Рось. Всім добре відомий міст над Петрівською алеєю у Києві — це один з перших розбірних металевих мостів в Україні. Його було відкрито 22 листопада 1910 р. Залізні мости Є.О. Патона відрізнялися своєю конструкцією, вони проектувалися з суцільними фермами, металевою проїзною частиною і консолями від опор на берег. Замість статично невизначених і складних мостових ферм Є.О. Патон застосовував статично визначені мостові ферми з простими решітками прямокутної і розкісної систем.

В цей період Є.О. Патон опублікував велику кількість наукових робіт, в котрих були висвітлені питання проектування, розрахунку і будівництва шляхопроводів з колонами, що рухаються, наскрізних ферм з жорсткими вузлами, безроскісних і двороскісних ферм, залізних мостів з залізобетонною проїжджою частиною, розбірних залізних мостів системи Є.О. Патона, питання розрахунку залізних мостів із наскрізними і суцільними фермами, коливання зв'язків, ослаблення листів заклепками та інше. Він впровадив у практику проектування мостів метод розрахунку за лініями впливу (інфлюентними лініями), який застосовується і нині.

Видатними капітальними друкованими роботами Є.О. Патона стали книги: «Дерев'яні мости», «Залізні мости» у чотирьох томах, «Таблиці для розрахунку залізних конструкцій мостів». Ці труди, в котрих гранично ясно викладені усі основні питання конструювання, будівництва і експлуатації мостів, мали велике значення для розвитку вітчизняної теорії і практики мостобудування. Вони й до нині продовжують служити керівництвом для студентів і інженерів при проектуванні мостів.



Арочний міст над Петрівською алеєю у м. Києві, 1910 р.



Мухранський міст через р. Кура в м. Тифліс, побудований у 1908 р. за проектом Є.О. Патона



Розбірний міст системи Є.О. Патона

Початок першої світової війни застав Євгена Оskarовича в Ніцці, де він лікувався і відпочивав після тривалої хвороби. Є.О. Патон повернувся до Києва і продовжив працювати у Політехнічному інституті, де педагогічну роботу поєднував з великою науковою, творчою інженерною і організаційною діяльністю.

У цей період для потреб військового відомства Є.О. Патон проектує мости різних типів, створює конструкцію розбірних мостів, названих «мостами Патона», які широко використовувалися у воєнний час. Одночасно Євген Оskarович розробив нові методи будівництва залізних і дерев'яних мостів, при-

ймав саму активну участь у відбудові зруйнованих. У 1918 р. було видано єдиний у своєму роді посібник «Восстановление мостов» з відновлення зруйнованих мостів різних систем. Згодом у переробленому і доповненому виданні 1924 р. Євген Оskarович узагальнив досвід, накопичений при відбудові мостів після першої світової війни, систематизував розроблені ним способи і прийоми їх відбудови.

У 1925 р. виходить друком капітальна праця Є.О. Патона з складання ескізу залізних мостів із атласом креслень «Железные мосты. Составление эскиза».

Є.О. Патон є автором оригінальних робіт зі створення розбірних мостів, зокрема мостів, призначених для перекриття відносно великих прогонів. Розбірні ферми «системи Патона» вигідно відрізнялися від аналогічних ферм «системи Ейфеля». При великому прогоні (54 м) вони були на 15 % легші і мали у п'ять разів менше додаткових частин. На збирання прогонної будови «системи Патона» вимагалось менше затрат праці і часу.

Євген Оskarович розробив оригінальну систему фермопідйомників для відновлення зруйнованих прогонних будов. Такі фермопідйомники застосовувалися при відновленні мостів після першої і другої світових воєн.

Завдяки великому організаційному таланту Є.О. Патона у 1920 р. у Політехнічному інституті створена станція з випробування мостів для обслуговування залізниць України, яка потім була підпорядкована Технічному комітету Наркомату шляхів. Одночасно з великою практичною роботою з випробування мостів на станції (надалі перейменована у Мостовипробувальне бюро) під керівництвом Є.О. Патона проводять значну науково-дослідну роботу. За час існування бюро (1921–1931 рр.) випробувано до 150 мостів різних систем в Україні, Білорусі, Поволжі та Казахстані.

На мостах, що експлуатувалися, виконані дослідження з вивчення розподілу напружень, що виникають від жорсткості вузлів та впливу температури на головні ферми прогонових будов.

Також Євгеном Оskarовичем разом з учнями були вивчені бокові і вертикальні коливання прогонових будов. Не менш цінними є чисельні, головним чином експериментальні, дослідження з вивчення роботи різних частин прогонових будов. До цього циклу відносяться роботи з вивчення впливу проїжджої частини на зусилля головних ферм, переміщення ферм під час змінного навантаження, деформацій верхнього поясу ферм відкритих мостів, а також багато інших досліджень, що розширили уявлення щодо роботи ферм з решіткою різних систем.

Активний творчий пошук Є.О. Патона, намагання досконало дослідити і вирішити проблеми мостобудування мали подальший розвиток. У 1930 р. під його керівництвом був побудований дослідний міст прогоном 12 м, на якому досконально вивчалися питання щодо величини додаткових напружень від жорсткості вузлів в елементах дворешітчатих ферм і ферм з трикутними решітками, місцевий вигін поясів ферм, робота ферм з жорсткими і шарнірними вузлами, розподіл напружень уздовж елементів ферм. Була також вивчена розвантажуюча дія зв'язків на пояси ферм, з'ясовані дійсні зусилля у діагоналях і розпірках зв'язків. Детально досліджено роботу елементів і вузлів проїжджої частини мосту. Всебічно вивчена також робота поздовжніх балок розрізної і нерозрізної конструкцій, різні способи кріплення поперечних балок до ферм, пересічення поздовжніх балок з поперечними та ін. Результати цих



Урочисте відкриття руху по мосту імені Євгенії Бош, спроектованому Є.О. Патonom, м. Київ, 10 травня 1925 р.

дівраний у 1920 р. Урочисте відкриття руху по київському мосту імені Євгенії Бош відбулося 10 травня 1925 р.

Євген Оскарович зі своїми учнями в конкурсах на проектування мостів багаторазово отримував перші, другі і треті премії. На Міжнародному конкурсі, що був об'явлений Народним комісаріатом шляхів сполучення у 1926 р., проект великого розбірного залізничного мосту прогоном від 30 до 88 м, що був представлений Є.О. Патonom, було удостоєно вищої премії. На Всесоюзному конкурсі 1926 р. Євген Оскарович разом із студентами-дипломантами представив два проекти розбірного мосту. Один з них отримав першу премію, а другий — третю. На Всесоюзному конкурсі у 1927 р. два проекти мосту через Дніпро у м. Дніпропетровськ отримали другу та третю премії. Проект мосту через Оку в м. Горький, розроблений Є.О. Патonom разом з іншими інженерами отримав третю премію.

Шосейні і залізничні мости, збудовані за проектами Євгена Оскаровича, відрізнялися вигідною розбивкою отвору на прогони, простою і ясною у роботі системою решітки ферм. Нерідко в них застосовувався залізобетон (для проїжджої частини мостів) і рухомі проміжні опори. Мости були зручні для монтажу і надійні в експлуатації. Багато конструктивних рішень, вперше застосованих Є.О. Патonom на практиці, стали нині загальноприйнятими.

Близько 35-ти років Євген Оскарович віддав мостобудуванню. Разом з учнями та співробітниками створив проекти 40-ка мостів, опублікував понад 160-ти наукових робіт з різних питань будівництва мостів. Багато його учнів стали відомими вченими та інженерами, керівниками промисловості. Євген Оскарович Патон по праву вважається засновником школи мостобудування в Україні.

За рекомендацією Київського політехнічного інституту 29 червня 1929 р. Євген Оскарович Патон був обраний дійсним членом Всеукраїнської академії наук (ВУАН).

У 1930-ті роки країна стала на шлях індустріалізації, що вимагала нових технологій. На будівельних майданчиках та підприємствах почали сміливо застосовувати зварювання під час виготовлення металоконструкцій цехів, доменних печей, труб і газопроводів, річкових суден, обладнання для шахтного виробництва, паровозо- і вагонобудування та ін. Але низька якість металу шва не давала впевненості в міцності та надійності зварних з'єднань, тому виробничники ставилися до зварювання з обережністю та недовірою.

Будучи активним поборником зварювання Є.О. Патон добре усвідомлював, щоб ставити питання про його широке застосування при виготовленні відповідальних зварних кон-

досліджень відомі мостобудівникам з книги Є.О. Патона «Опытный мост Киевского бюро ЦИС НКПС и результаты его исследований».

Виконані Євгеном Оскаровичем спільно з учнями дослідження на робочих і дослідному мостах мали велике наукове і практичне значення. Вони розширили знання про дійсну роботу прогонових будов, були отримані цінні дані для їх проектування.

Євген Оскарович активно працював над проектами нових мостів. У 1925 р. за його проектом у м. Київ було збудовано шосейний міст через Дніпро з ажурними фермами на місті колишнього ланцюгового мосту, що був пі-



Зварювання. Перші кроки



Дослідження міцності зварних з'єднань

Порівняльні дослідження з випробування зварних і клепаних з'єднань, виконані Євгеном Оскаровичем Патonom і його співробітниками, довели, що зварні з'єднання вузлів та конструкцій не поступаються клепаним, а іноді й перевищують їх у міцності та довговічності. Невеликий колектив одностудців, що зібрав біля себе Є.О. Патон, лише за перші чотири роки наукової діяльності виконав майже половину всіх виданих в країні наукових робіт в галузі зварювання. Деякі з них були передруковані іноземними журналами, зокрема журналом Американського зварювального товариства.

На початку 1932 р. у ВУАН розгорнулося широке обговорення тематики науково-дослідних робіт, що планувалися до виконання у другій п'ятирічці розвитку народного господарства СРСР.

У статті «Шляхи розвитку електрозварювання у другій п'ятирічці» Євгеном Оскаровичем вперше був проведений техніко-економічний аналіз необхідних обсягів виробництва зварювальної апаратури та визначені перспективи застосування її у промисловості. Наукові, інженерні, виробничі та методичні напрацювання вмотивовано обґрунтували необхідність створення спеціального науково-дослідного інституту, де б комплексно вирішувалися проблеми електрозварювання, пов'язані з переходом промисловості до нового способу виробництва металевих конструкцій.

2 лютого 1933 р. Президія ВУАН прийняла рішення щодо організації Інституту електрозварювання, а 1 січня 1934 р. вийшла відповідна постанова Ради Народних Комісарів УРСР про заснування першого в світі спеціалізованого центру з проведення наукових та інженерних робіт в галузі зварювання. Директором Інституту електрозварювання був призначений Євген Оскарович Патон і залишався на цій посаді до кінця життя.

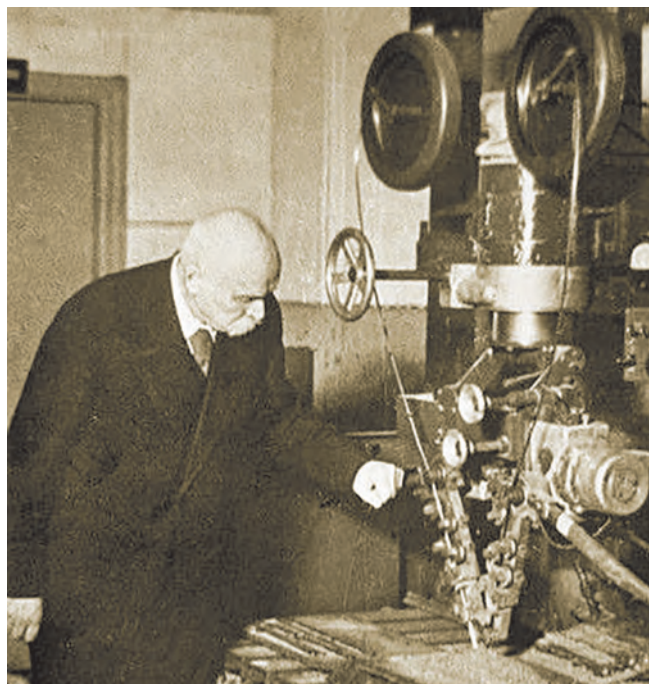
Основним напрямком роботи колективу Інституту електрозварювання в перші роки його існування було дослідження міцності зварних з'єднань і пошук раціональних форм зварних конструкцій. Ці питання мали виключно важливе значення на початку розвитку електрозварювання. Виробничники остерігалися і уникали використання зварювання в конструкціях, що піддаються хоча б незначному динамічному навантаженню, побоювалися зварювальних деформацій і шкідливого впливу напружень, які залишалися в зварних конструкціях. Спільно зі своїми співробітниками Євген Оскарович збагатив зварювальну науку виключно важливими для практики результатами досліджень з міцності зварних з'єднань і конструкцій, що працюють в умовах статичного, вібраційного і ударного навантаження.

За ініціативою Євгена Оскаровича і під його керівництвом були проведені перші комплексні дослідження в галузі металургії зварювання відкритою дугою. До числа найважливіших робіт того часу відносяться дослідження кристалізації зварювальної ванни, причин утворення тріщин в зварних швах, зва-

струкцій, слід побороти недовіру до нової технології, дати їй підґрунтя, а це можливо тільки розробивши наукові та технологічні основи зварювального виробництва. З притаманними йому енергією та цілеспрямованістю Євген Оскарович почав всебічно втілювати свою ідею у життя. У 1929 р. заснував у системі ВУАН у складі кафедри інженерних споруд Електрозварювальну наукову лабораторію, а для сприяння справі впровадження електрозварювання у промислове виробництво у 1930 р. — Електрозварювальний комітет. У м. Київ на заводі «Більшовик» була створена виробнича база.



Автоматичне зварювання цистерни



«У 1939–1940 роках я вже бачив цю важливу проблему, бачив і вірив, що вона цілковито визначить весь зміст нашої наукової роботи у подальшому. Це – автоматичне зварювання під флюсом.» (Є.О. Патон)

У 1936 р. Євген Оskarович з метою ознайомлення широкого кола виробничників з перевагами автоматичного зварювання організував у м. Київ першу Всесоюзну конференцію з питань автоматичного зварювання. За підсумком роботи конференції за наказом Наркомату важкого машинобудування на шести заводах країни було вирішено впровадити технологію автоматичного зварювання. Організаційну і методичну роботу з цього питання покладено на Інститут електрозварювання.

Є.О. Патон був активним прихильником застосування змінного струму у дуговому зварюванні. Він домігся того, що вітчизняні дугові автомати працювали на змінному струмі не гірше закордонних головок зі складними схемами управління, розрахованими на живлення дуги постійним струмом. Життя підтвердило правильність такого рішення. Через кілька років, в період війни, коли наша військова промисловість відчувала гостру необхідність в зварювальних машинах, дугові автомати успішно працювали на змінному струмі.

На початку 1940 р. Є.О. Патон разом із співробітниками було розроблено новий спосіб з'єднання металів — автоматичне дугове зварювання під флюсом. Це відкриття дозволило в багатьох випадках перейти від ручного зварювання до індустріальних, механізованих способів виробництва зварних конструкцій при значному покращенні їх якості. Цей спосіб зварювання мав виключно історичне значення в розвитку зварювального виробництва. Протягом 1940–1941 рр. були розроблені технологія та техніка зварювання, створений перший в світі основний флюс АН-1 та спеціальний електродний дріт, додатково легований кремнієм і марганцем.

Дослідженню автоматичного зварювання під флюсом присвячена робота Євгена Оskarовича «Скоростная автоматическая сварка под слоем флюса», що вийшла трьома виданнями у 1940, 1941, 1942 роках, і є першою в світі монографією в цьому напрямку.

рюваності низьколегованих сталей, процесу плавлення електрода і краплинного переносу металу в зварювальній дузі, взаємодії рідких металу і шлаку.

Розроблена в Інституті електрозварювання під керівництвом Є.О. Патона технологія зварювання відкритою дугою значно перевершила на той час досягнення зарубіжної техніки, та все ж не задовольняла всіх вимог виробництва.

Підвищення продуктивності та якості зварювання, полегшення умов праці робітників Є.О. Патон пов'язував з механізацією процесу електрозварювання.

Тому Євген Оskarович об'єднав науковців, інженерів-механіків і електриків у творчу групу, яка зайнялася створенням першої автоматичної зварювальної головки. Проведені конструкторські та наукові дослідження, зокрема розробка теорії регулювання дугових автоматів, дозволили винайти першокласну зварювальну головку А-66, яка була успішно впроваджена у промислове виробництво.



У відділі міцності зварних конструкцій



Є.О. Патон у робочому кабінеті. Поряд (зліва направо)
В.Є. Патон, П.І. Севбо, Б.Є. Патон

Євген Оскарович у своїй науковій діяльності завжди виступав проти так званої «чистої науки» і підкреслював, що не варто братися одночасно за вирішення великої кількості проблем, а започатковану наукову роботу треба доводити до масового впровадження її результатів у виробництво.

У грудні 1940 р. керівництво країни прийняло рішення про впровадження швидкісного зварювання під флюсом на 20-ти заводах і Євгену Оскаровичу Патону було доручено забезпечити виконання цієї постанови з одночасним покладанням на нього обов'язків керівника відділу електрозварювання Центрального науко-

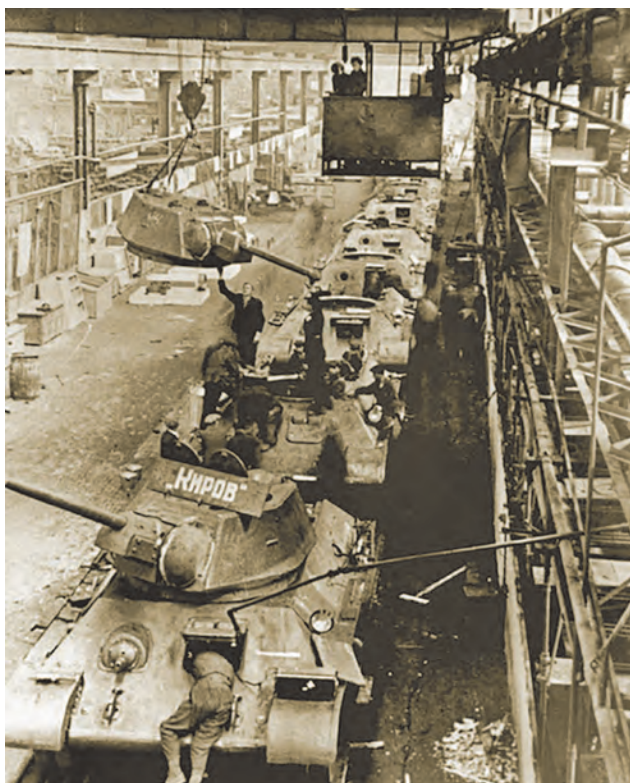
во-дослідного інституту технології і машинобудування, а також члена Ради з машинобудування при Раднаркомі СРСР із збереженням керівництва Інститутом електрозварювання.

У 1940 р., вшановуючи 40-річну наукову, інженерну та педагогічну діяльність, Є.О. Патона нагороджено орденом Трудового Червоного Прапора та присвоєно звання заслуженого діяча науки і техніки УРСР.

Роботи Євгена Оскаровича та його учнів, виконані у довоєнний період, переконливо довели, що зварювання – це не лише величезне поле наукових досліджень, а й галузь техніки, яка відіграє провідну роль в індустріалізації країни.

У березні 1941 р. за розробку способу та апаратури для швидкісного зварювання під флюсом Є.О. Патон був удостоєний Сталінської премії I ступеня.

Війна застала Євгена Оскаровича у Москві. Восени 1941 р. за його ініціативи колектив Інституту був евакуйований у Нижній Тагіл на «Уралвагонзавод». До Нижнього Тагілу перебазувався й Харківський завод імені Комінтерну, на якому в довоєнний час були виготовлені перші зразки середнього танка Т-34.



Наприкінці 1941 на заводах країни діяло всього три автозварювальні установки, наприкінці 1942 їх було вже 40, наприкінці 1943 – 80, у березні 1944 – 99, у грудні 1944 – 133! На цей час Інститут проводив роботу на 52 заводах.

На Уралвагонзаводі Є.О. Патон очолив роботи з широкого впровадження автоматичного зварювання під флюсом у виробництво танків, артилерійських самохідних установок, авіабомб та інших видів озброєння і боєприпасів. Розробка технології автоматичного зварювання броньових сталей потребувала вивчення багатьох серйозних теоретичних питань, серед яких — схильність зварних з'єднань до утворення тріщин в металі шва і наволошовній зоні та суто практичних проблем.

Визначним досягненням стало відкриття явища саморегулювання потужної електричної дуги при постійній швидкості подачі електродного дроту, що визначило на довгі роки шлях розвитку зварювання під флюсом у світі. І в теперішній час переважна більшість зварювальних автоматів працює за принципом постійної швидкості подачі електрода.

Щоб максимально скоротити терміни освоєння автоматичного зварювання під флюсом військовою промисловістю, вчені Інституту відмовилися від традиційних принципів побудови автоматичного зварювального обладнання і винайшли принципово інші конструктивні рішення



Вагон-лабораторія



Лекція у вагоні-лабораторії для електрозварювальників
Рижського вагонобудівного заводу, 1948 р.

розробки зварювальної апаратури. У 1942 р. старший науковий співробітник В.І. Дятлов запропонував спростити конструкцію зварювальних апаратів, виключивши складну систему збудження і підтримки довжини дуги. Механічна частина самохідної автоматичної зварювальної головки була розроблена В.Є. Патonom та П.І. Севбо, а електрична схема управління – Б.Є. Патonom. Застосування цього простого, виключно зручного і надійного в експлуатації автомата мало виняткове значення в роки війни і в післявоєнний період.

Під час війни Інститут електрозварювання під керівництвом Є.О. Патона проводив роботу на 52-х заводах. В Інституті було розроблено 20 проектів установок для автоматичного зварювання під флюсом танкових корпусів і 8 — для зварювання бомб і боєприпасів. Завдяки цим розробкам швидкісне зварювання під флюсом не лише здобуло загальне визнання, а й стало основним технологічним процесом. Десятки тисяч бойових машин вийшли з цехів зі швами, що зварені під флюсом. До кінця війни на корпусах танків уже зовсім не було швів, виконаних вручну. Випуск танків для фронту зріс у кілька разів. Наприкінці війни їх кількість перевищила 60 тисяч. Німеччина так і не зуміла механізувати зварювання танків і бронемашин, а Англія і США тільки у 1945 р. почали застосовувати зварювання під флюсом у танковій промисловості.

У січні 1943 р. уряд нагородив Є.О. Патона найвищою нагородою країни — орденом Леніна. В Указі Президії Верховної Ради СРСР було сказано: «За зразкове виконання завдання уряду щодо збільшення випуску танків і бронекорпусів...».

2 березня 1943 р. за видатні науково-технічні досягнення, що прискорили виробництво танків і металоконструкцій, Євген Оскарович був удостоєний почесного звання Героя Соціалістичної Праці із врученням ордена Леніна і золотої медалі «Серп і молот».

У травні 1944 р. Інститут електрозварювання повернувся до м. Київ. У цей період одночасно з ремонтом напівзруйнованої війною будівлі Інституту, оснащенням лабораторій та майстерень, доборою та навчанням кадрів Євген Оскарович наполегливо та успішно займався широким впровадженням автоматичного зварювання під флюсом у промисловість і будівництво задля відбудови країни.

В жовтні 1944 р. у зв'язку з 25-річчям Академії наук УРСР і за роботи, виконані ним у роки війни Е.О. Патон був нагороджений Орденом Великої Вітчизняної війни I ступеня, а в лютому 1945 р. обраний віце-президентом Академії наук УРСР.

У березні 1945 р. Євгену Оскаровичу виповнилося 75 років. Зважаючи на його видатні наукові досягнення, у зв'язку з 75-річчям від дня народження та 50-річчям наукової діяльності, Інституту електрозварювання було присвоєно ім'я академіка Євгена Оскаровича Патона.

Відновлення промисловості у повоєнні роки вимагало великих об'ємів випуску металевих конструкцій. Постає задача в короткий термін розробити нову, надійну технологію і присадні матеріали для зварювання під флюсом широко поширених низьковуглецевих сталей.

Дослідження впливу величини і щільності струму на формування зварного шва і стійкість горіння дуги, виконані в 1945–1948 рр., стали теоретичною основою нового способу шлангового напівавтоматичного зварювання під флюсом тонким електродом.



Зварювання балки мостового перекриття на заводі імені Молотова, м. Дніпропетровськ, 1952 р.

Широкому впровадженню автоматичного і напівавтоматичного зварювання під флюсом сприяла розробка нових типів зварювальної апаратури, створеної в Інституті електрозварювання.

Євген Оскарович надавав виключно великого значення підвищенню продуктивності праці у зварювальному виробництві, а саме — розвитку багатодугового зварювання. Під його керівництвом в Інституті розроблено перші зразки потужних зварювальних апаратів для дводугового зварювання труб і інших виробів, а також зварювальні трактори для дводугового зварювання.

Застосування автоматичного зварювання в перші повоєнні роки стримувалося відсутністю джерел живлення необхідної потужності. З метою створення такого обладнання Є.О. Патон організував великий комплекс досліджень і випробувань. У 1947 р. в Інституті розроблено перші моделі потужних однокорпусних зварювальних трансформаторів-регуляторів на 1000 і 2000 А. На основі цих робіт в подальшому була створена серія трансформаторів-регуляторів, які добре зарекомендували себе навіть в найважчих умовах безперервного виробництва.

Підсумок численних і багаторічних досліджень в області технології і металургії зварювальних процесів, а також зварювального металознавства був викладений Євгеном Оскаровичем, його співробітниками і учнями в монографії «Автоматическая дуговая сварка», яка вийшла з друку у 1947 р. Ця монографія стала навчальним посібником не тільки для студентів вузів, а й для широких кіл фахівців зварювального виробництва.

Є.О. Патон ініціює видання збірників «Праці з автоматичного зварювання під флюсом» (1948 р.), які в подальшому видаються як щомісячний журнал «Автоматичне зварювання».

Принцип виготовлення максимально можливого обсягу металоконструкцій у заводських умовах був закладений Євгеном Оскаровичем у післявоєнні роки. Це давало, у порівнянні з монтажною площадкою, більше можливостей для використання високопродуктивних способів зварювання, забезпечувало більш високу й стабільну якість складально-зварювальних робіт. Яскравим прикладом реалізації такого підходу стало створення в 50-х роках минулого століття в Інституті технології й устаткування для виробництва рулонованих резервуарів. У 1948 р. спільними зусиллями працівників Інституту електрозварювання та Укрнафтоснабу вперше у світовій практиці був виготовлений і змонтований за новим способом резервуар для нафти. У процесі робіт вдало вирішені основні завдання нової технології резервуаробудування.

Роль зварювання була вирішальною і в розвитку домнобудування. Без нього вже було неможливо створювати ефективні конструктивні форми й здійснювати прогрес у технології виплавки чавуну. Перша в країні та Європі суцільнозварна доменна піч обсягом 1033 м³ за технологією Інституту електрозварювання була зведена в 1948 р. у Запоріжжі.

У перший період зварного домнобудування на монтажній площадці ручне зварювання в основному проводилося на великій висоті, у різних просторових положеннях, часто при несприятливих атмосферних умовах, що відбивалося на якості й темпах будівництва. Усунути цей недолік можна було тільки шляхом індустріалізації будівельного виробництва, створення

й впровадження нових, механізованих способів зварювання. Під керівництвом Євгена Оскаровича було винайдено принципово новий спосіб зварювання — автоматичне зварювання під флюсом вертикальних швів із примусовим їхнім формуванням. Впровадження цього способу в будівельну промисловість сприяло створенню багатьох споруд у суцільнозварному виконанні й забезпечило пріоритет вітчизняної зварювальної науки і техніки.

Яскравим прикладом ефективної співдружності науки й виробництва є результати плідних ділових зв'язків Інституту електрозварювання із заводами важкого машинобудування та металургійними підприємствами. Євген Оскарович відзначав: «Практика не тільки висуває перед наукою нові теми для досліджень, але і штовхає науку на рішення завдань новими методами». Ці слова Євгена Оскаровича повною мірою стосуються електрошлакового зварювання, а також розробки й впровадження у виробництво технологій на основі, які вирішили проблему з'єднання товстостінних конструкцій у важкому машинобудуванні. На основі електрошлакового зварювання були створені нові типи великогабаритних конструкцій, зокрема, унікальних машин і агрегатів великої потужності, станини пресів, обладнання прокатних станів та інших конструкцій.

Інститут електрозварювання по праву є загально визнаним лідером в області магістрального трубопровідного транспорту. Величезне значення для розвитку трубної промисловості мали роботи, проведені під керівництвом Євгена Оскаровича, зі створення технології і обладнання для автоматичного зварювання сталевих труб великого діаметру.

Спроековані в Інституті електрозварювання установки та трубозварювальний стан були першими в СРСР агрегатами для дугового зварювання труб. Швидкісний трубозварювальний стан для потокового безперервного зварювання труб діаметром 529...720 мм побудований у 1949 р. на Новокраматорському заводі й установлений на Харцизькому трубному заводі. Апаратура для зварювання труб була виготовлена в Інституті електрозварювання. Завдяки застосуванню новітньої зварювальної апаратури продуктивність трубного стану зросла у багато разів. Дводуговий спосіб автоматичного зварювання труб, впроваджений на Харцизькому трубному заводі, сприяв бурхливому розвитку вітчизняної трубної промисловості.

Роботи Інституту електрозварювання з впровадження автоматичного зварювання під флюсом у виробництво труб великого діаметра одержали високу оцінку і були відзначені трьома Державними преміями у 1948, 1950 і 1952 рр.

Є.О. Патон надавав великого значення механізації зварювальних робіт на будівництві магістральних трубопроводів. Почалася ця робота у 1948 р. з газопроводу Дашава—Київ, де вперше у світовій практиці при будівництві магістрального трубопроводу застосовано автоматичне зварювання під флюсом.

Будівництво газопроводу Дашава—Київ було завершено у 1949 р., а у 1951 р. завершено його продовження — Київ—Брянськ—Москва. Вся нитка газопроводу побудована з вітчизняних труб із широким застосуванням автоматичного зварювання поворотних стиків труб. Євген Оскарович Патон був призначений в урядову комісію із приймання трубопроводу. З цього періоду за завданням керівництва країни в Інституті електрозварювання успішно проводяться дослідницькі й конструкторські роботи зі створення нових технологій і устаткування для будівництва нафто- і газотрубопроводів.

Великі досягнення щодо створення зварювальних технологій та устаткування дозволили Євгену Оскаровичу поставити питання про будівництво в м. Київ суцільнозварного мосту через Дніпро із застосуванням автоматичного зварювання як у заводських умовах при виготовленні металоконструкцій, так і під час монтажу. Було відомо, що багато попередніх спроб створити зварні мости зазнавали поразки. Тому до зварних мостів у багатьох країнах ставилися з недовірою, що було використано опонентами як аргументи проти реалізації суцільнозварного мосту у Києві. І тільки завдяки високому авторитету Євгена Оскаровича та його інженерній сміливості стало можливим досягти позитивного вирішення цієї проблеми. Уряд підтримав ініціативу щодо впровадження зварювання у мостобудування. Виконуючи його Постанову, Євген Оскарович організував плідну співпрацю вчених та спеціалістів Інституту електрозварювання і проєктантів мостів. Вони здійснили великий комплекс досліджень та розробок з метою розвитку основ проєктування та виготовлення зварних мостів. Завдяки цьому було розроблено

принципово нову конструктивну форму суцільнозварного мосту та технологічні процеси заводського і монтажного зварювання. Для мосту було розроблено спеціальну марку низьковуглецевої сталі, яка мала добру зварюваність. Були розроблені покращені марки зварювальних матеріалів та удосконалено апаратуру для автоматичного і механізованого зварювання. Створення мосту йшло у тісній співпраці Інституту електрозварювання та Київського відділу Державного проектного інституту «Проектстальконструкція», заводу металоконструкцій у м. Дніпропетровськ та інших організацій.



Прогонові будови мосту в період будівництва

По закінченні будівництва новий міст успішно витримав випробування танками, після чого Рада Міністрів Української РСР своєю Постановою затвердила акт Урядової комісії про прийняття його до постійної експлуатації, яка дала оцінку «відмінно». У роботі комісії приймав участь Борис Євгенович Патон. Євген Оскарович не дожив сім місяців до цієї знаменної події. 5 листопада 1953 р. відбулося урочисте відкриття руху по мосту. 18 грудня цього ж року Рада Міністрів Української РСР своєю Постановою присвоїла новозбудованому мосту ім'я Євгена Оскаровича Патона.

Київський міст імені Патона за низкою своїх характеристик є унікальним не тільки в нашій країні, але й у світі. Так, Американське зварювальне товариство відзначило міст у 1995 р. пам'ятним знаком як визначну зварну конструкцію XX століття.

Діяльність Євгена Оскаровича Патона, як вченого і талановитого організатора назавжди залишиться в історії світової науки і техніки. Він залишив величезну науково-технічну спадщину та видатну всесвітньо відому наукову школу, яка зростила плеяду відомих учених, членів Національної академії наук України, докторів і кандидатів наук, талановитих інженерів. Вони примножують під керівництвом Бориса Євгеновича Патона добру славу своєї альма-матер і безумовно зроблять ще багато корисного для розвитку науки і техніки в нашій країні та за її кордонами.

Враховуючи великий вклад Інституту електрозварювання у світову скарбницю знання і технологій в галузі зварювання і споріднених процесів, Міжнародний інститут зварювання у 2000 р. заснував Міжнародну премію імені Євгена Патона – «Eugenij PATON Prize».



Міст ім. Є.О. Патона сьогодні



ІНЖЕНЕРНИЙ ЦЕНТР ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВОГО ЗВАРЮВАННЯ ІЕЗ ім. Є.О. ПАТОНА

Відділ № 57 «Фізичних процесів, техніки і устаткування для електронно-променевого і лазерного зварювання» Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України та Інженерний центр електронно-променевого зварювання протягом багатьох десятиліть спеціалізуються на розробці технологій електронно-променевого зварювання (ЕПЗ) багатьох сучасних конструкційних сплавів, а також на розробці обладнання для ЕПЗ і споріднених технологічних процесів для авіакосмічної промисловості, енергетичного та хімічного машинобудування, приладобудування та медицини.

Основні напрямки діяльності:

- розробка технології та технологічних прийомів ЕПЗ матеріалів і виробів з товщиною зварювальних кромок від 0,5 до 250 мм;
- дослідження фізичних процесів у зварювальній ванні при з'єднанні різних металів та сплавів товщиною до 250 мм;
- розробка ремонтних технологій вузлів авіаційних двигунів та газових турбін;
- розробка адитивних технологій виготовлення виробів заданої форми методами пошарового електронно-променевого наплавлення у вакуумі із застосуванням порошкових матеріалів (EBM – Electron Beam Melting) та присадного дроту (DM – Direct Manufacturing), що виготовляються в Україні;
- розробка та виготовлення обладнання для реалізації адитивних технологій в промисловості;

– вдосконалення зварювальних гармат і джерел живлення для ЕПЗ;

– розробка програмного забезпечення з управління установками для ЕПЗ;

– розробка, виготовлення, введення в експлуатацію, гарантійне та післягарантійне технічне обслуговування електронно-променевого обладнання відповідно до специфікацій замовника та цільовим призначенням продукції на території України, Європи, Америки та Азії;

– використання власних виробничих потужностей для виготовлення дослідних партій деталей і вузлів, для яких застосування ЕПЗ є оптимальним рішенням.

Нове покоління електронно-променевих установок, розроблених в ІЕЗ ім. Є.О. Патона на основі модельно-орієнтованого управління, освоєно в останні роки на двадцяти підприємствах авіакосмічної та енергетичної промисловості, а також підприємств машинобудування США, Китаю, Південної Кореї та Індії.

Всі розроблені та поставлені відділом установки можна розділити на декілька типів за об'ємом зварювальної камери: «малі», «середні», «великі» та «надвеликі». При цьому характерною рисою установок, розроблених для ЕПЗ великогабаритних деталей, є внутрішньокамерна мобільна електронно-променева гармата, що має від 3 до 5 ступенів свободи та точність позиціонування не гірше 0,08 мм. Це, безумовно, дозволяє макси-



Загальний вигляд виробничого майданчика



Малогабаритна електронно-променева установка

мально підвищити коефіцієнт використання внутрішнього об'єму вакуумної камери.

Наявність виробничого приміщення площею 2000 м², оснащеного порталним краном вантажопідйомністю 5/30 т дозволяє здійснювати складання та налагодження установок для ЕПЗ з об'ємом вакуумних камер до 100 м³. Якщо габарити або маса вакуумної камери виходять за допустимі для транспортування межі, то вона розділяється на секції з відповідними з'єднувальними фланцями. Застосування коробчастої конструкції стінок і дверей, замість звичайної таврової, забезпечує за тієї ж товщини у два рази більший момент інерції і, як наслідок, менший прогин стінки при відкачуванні камери. Це, в свою чергу, підвищує точність механізму переміщення зварювальної гармати.

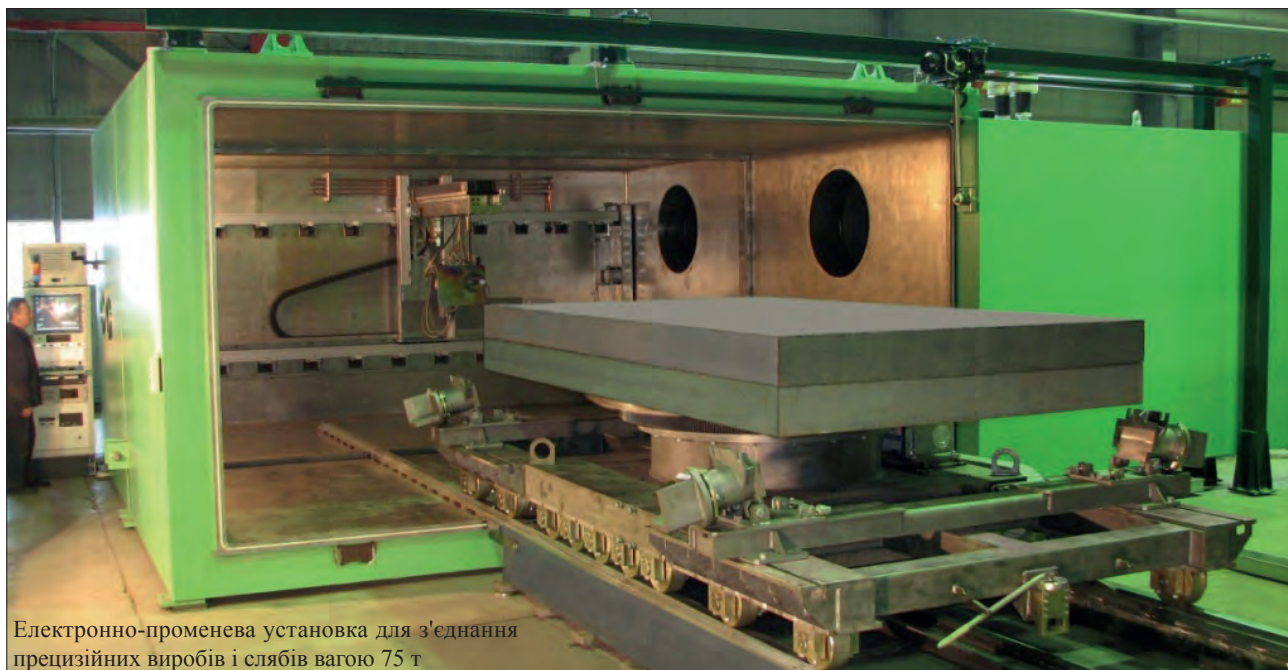
Для управління електронно-променевими установками розроблені та успішно застосовуються розподілені комп'ютерні системи, для зв'язку елементів яких використовуються промислові інтерфейсні шини. Для спостереження та стеження за стиком, що зварюється у реальному режимі часу в установках успішно застосовуються вторинно-

емісійні електронні системи RASTR. Енергетичні комплекси електронно-променевих установок мають високовольтні джерела живлення та зварювальні гармати потужністю до 120 кВт при прискореній напрузі 60...120 кВ.

Поряд з типовою номенклатурою установок під конкретні завдання Замовника, а саме, розміри та форма вузлів, що зварюються, тип і розміщення зварних з'єднань у вузлі, ІЕЗ розробляє та виготовляє безліч варіацій розмірів зварювальних камер, конфігурацій вакуумної системи, механізму переміщення електронно-променевої гармати та деталі, що зварюється. Більш того, крім самого обладнання, розробляється і технологія зварювання конструкцій, тобто Замовник придбає обладнання разом із технологією ЕПЗ конкретних деталей.

До 2020 р. вже розроблено та поставлено понад 150 комплектів електронно-променевого обладнання в різні країни світу. Нашими замовниками та партнерами є: Airbus Industry (France), Boeing (USA), British Aerospace (United Kingdom), Hitachi Works (Japan), MHI (Japan), GKN (USA), Halla Industrial Co. (South Korea), BIAM (China), The Harbin Institute of Technology (China), Doosan Heavy Industries & Constructions Co. (South Korea), Harbin Boiler Plant (China), ДП НВКГ «Зоря» – «Машпроект», ДП ЛРЗ «Мотор», ДК «Укроборонпром», АТ «Мотор Січ», ПАТ «Полтавський машинобудівний завод», ДП «ВО ПМЗ ім. О.М. Макарова», ДП завод «Генератор» та інші.

Використовуючи науковий потенціал вчених Національної академії наук України, ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України постійно вдосконалює устаткування та електронно-променеві технології відповідно до реальних замовлень промисловості.



Електронно-променева установка для з'єднання прецизійних виробів і слябів вагою 75 т



НАУКОВО-ВИРОБНИЧИЙ ЦЕНТР «ТИТАН» ІЕЗ ім. Є.О. ПАТОНА НАН УКРАЇНИ

Державне підприємство «Науково-виробничий центр «Титан» Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України» було створено у 1996 р. згідно з рішенням директора ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України академіка Бориса Євгеновича Патона для дослідно-промислового відпрацювання технологій та обладнання в області електронно-променевої плавки металів і сплавів та їх подальшого впровадження на підприємствах України, а також з метою інтенсифікації науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт в галузі металургії титану на умовах самофінансування.

На виробничих потужностях ДП «НВЦ «Титан» знаходяться в експлуатації шість електронно-променевих установок, в тому числі: три електронно-променеві установки продуктивністю 500 т на рік кожна; спеціалізована електронно-променева установка продуктивністю 1500 т на рік; електронно-променева установка для оплавлення поверхні злитків як круглого, так і прямокутного перетинів; лабораторна електронно-променева установка для створення нових сплавів на основі заліза, нікелю, титану та інших металів, а також відпрацювання технологій їх отримання.

Установки оснащені аксіальними електронно-променевими гарматами «Патон-300» номінальною потужністю 300 кВт, які мають диференціальне відкачування, що дозволяє вести процес плавки в стійкому безперебійному режимі.

Для отримання злитків сплавів титану, в якості вихідної шихти можуть бути використані: титанова губка (брикетована, розсипна, нероздроблені блоки), титановий лом, легуючі компоненти у вигляді лігатур.

На ДП «НВЦ «Титан» впроваджено технологію електронно-променевої плавки високоякісних злитків титанових сплавів, які містять включення низької та високої щільності, з гарантованим хімічним складом.

Для скорочення втрат металу замість механічної обробки на ДП «НВЦ «Титан» застосовується технологія оплавлення бічної поверхні злитків як круглого, так і прямокутного перетинів. Застосування технології електронно-променевого оплавлення бічної поверхні злитків дозволяє видаляти поверхневі дефекти без механічної обробки поверхні злитків, що збільшує вихід придатного металу до 15 % в залежності від маси зливка.

Кожен зливочний піддається візуальному та ультразвуковому контролю якості.



Електронно-променева установка UE5812



Універсальна електронно-променева установка UE5810



Електронно-променева установка UE121



Електронно-променеві гармати «Патон-300»



Переплав брикетів губчастого титану в зливков діаметром 400 мм Grade 2



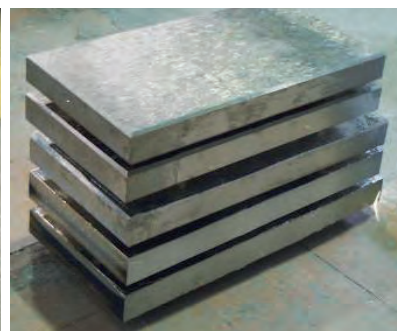
Виплавка зливка-сляба 165×950×2500 мм титанового сплаву ПТ-3В



Зливки титану діаметром 100...600 мм



Зливков титану діаметром 1100 мм



Зливки-сляби 165×950×1500 мм з титану



Електронно-променева установка UE185 для оплавлення поверхні зливків



Процес оплавлення зливку титану діаметром 1100 мм



Поверхня зливків титану: оплавлена; механічно оброблена; лита

Сортамент продукції, що виробляється ДП «НВЦ «Титан»

Сортамент	Марки сплавів
165×950×4000 мм; 150×530×4000 мм; діаметром 80, 110, 150, 195, 300, 400, 500, 600, 830, 1100 мм, довжиною до 4000 мм	BT1-0, BT1-00, BT3-1, BT5, BT6, BT8, BT14, BT20, BT22, ПТЗВ, ПТ7М, ПТ1М, 3М, ET3, Grade 1, Grade 2, Grade 5

Хімічний склад зливків відповідає вимогам вітчизняних і зарубіжних стандартів (ДСТУ, ASTM, AMS та ін.).

За погодженням із Замовником можуть виплавлятися інші марки сплавів.

Контактна інформація: 03028, Україна, м. Київ, вул. Ракетна, 26
тел.: (044) 524-95-43, факс: (044) 524-10-96; e-mail: titan.paton@gmail.com





МІЖНАРОДНИЙ ЦЕНТР ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ІЕЗ ім. Є.О. ПАТОНА

Технологія електронно-променевого випаровування (атомізації) та подальшого фізичного осадження парової фази у вакуумі (ЕВ-РВД) для отримання товстих плівок та масивних конденсатів із заданими структурою та властивостями почала розроблятися в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона під керівництвом Бориса Олексійовича Мовчана на початку 1960-х років. Створені протягом 1975–1991 рр. в ІЕЗ ім. Є.О. Патона електронно-променеві технології та обладнання (15 промислових багатокамерних установок) були впроваджені на багатьох підприємствах Міністерств авіаційної, суднобудівної та газової промисловостей для нанесення жаростійких, корозійностійких та термобар'єрних покриттів із зовнішнім керамічним шаром на лопатки газових турбін різноманітного призначення.

Державне госпрозрахункове підприємство «Міжнародний центр електронно-променевих технологій Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України» (МЦ ЕПТ) засноване у 1994 р., продовжує систематичні наукові дослідження для створення нових матеріалів та захисних покриттів, які отримуються шляхом використання електронно-променевих технологій. Розроблено наукові основи електронно-променевих технологій отримання аморфних, нанокристалічних, дисперснозміцнених, мікрошарових, пористих та градієнтних матеріалів та покриттів; конкретні технології та нові зразки електронно-променевого обладнання, які отримали міжнародне визнання, захищені численними патентами (США, Європа, КНР), в тому числі спільними патентами із замовниками.

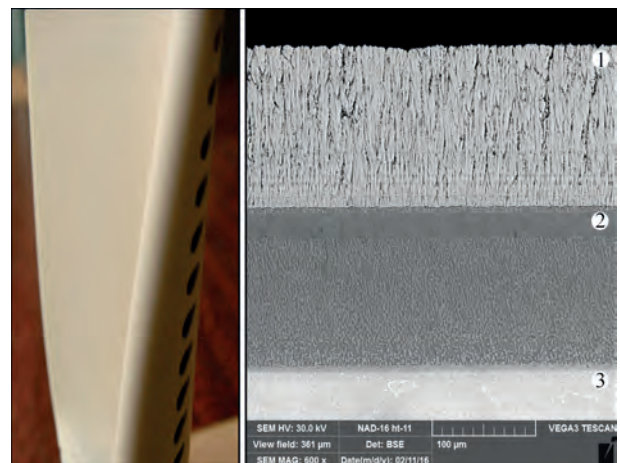
Розроблені у МЦ ЕПТ технології для нанесення градієнтних захисних покриттів забезпечують вищий ступінь повторюваності складу, структури та довговічності порівняно із покриттями, які отримуються за традиційною багатоступінчатою технологією. Наприклад, градієнтні термобар'єрні покриття типу $\text{NiCoCrAlY(AlCr)/YSZ}$ для захисту лопаток газотурбінних двигунів (див. рисунок), з товщиною керамічного шару близько 160 мкм мають низький рівень теплопровідності (близько 1,2 Вт/(м·К), а їхня термоциклічна довговічність у 2...3 рази вища, ніж у традиційних термобар'єрних покриттів.

Створено технологію нанесення багатошарового демпфуючого/ерозійностійкого наноструктурного покриття для захисту деталей із сплавів на основі титану та алюмінію.

Основними замовниками МЦ ЕПТ на виконання науково-дослідних контрактів є закордонні компанії та наукові центри США («General Electric», «Pratt&Whitney», «Honeywell», Пенсільванський університет), Канади, Японії та Індії.

Активне співробітництво встановлено із підприємствами та організаціями Китайської Народної Республіки, при цьому усім замовникам пропонується як обладнання, так і новітні технології. За останні роки в КНР разом із 6 електронно-променевими установками продано 4 ліцензії на право промислового використання патентів для осадження термобар'єрних покриттів, було проведено навчання та підвищення кваліфікації китайських інженерів та техніків.

Слід відмітити, що перша електронно-променева установка, спроектована та виготовлена в кінці 1990-х років в МЦ ЕПТ, була поставлена в Пекін (Beijing University of Aeronautics and Astronautics). Всього в МЦ ЕПТ було спроектовано, виготовлено та поставлено китайським замовникам 13 електронно-променевих установок, які експлуатуються як в науково-дослідних організаціях (Beijing University of Aeronautics and Astronautics,



Зовнішній вигляд та мікроструктура градієнтного термобар'єрного покриття $\text{NiCoCrAlY(AlCr)/ZrO}_2\text{—8 \%Y}_2\text{O}_3$ на лопатці газотурбінного двигуна:

- 1 – зовнішній керамічний шар $\text{ZrO}_2\text{—8 \%Y}_2\text{O}_3$;
- 2 – жаростійкий шар NiCoCrAlY з градієнтною зоною AlCr;
- 3 – жароміцний сплав



Електронно-променеві установки, розроблені та виготовлені в МЦ ЕПТ, працюють в КНР, США, Канаді та Індії

Beijing Aeronautical Manufacturing Technology Research Institute, Beijing Institute of Aeronautical Materials), так і на промислових підприємствах в містах Сіань, Гуїчжоу, Шеньян, Харбін, Ченгду.

У 2019 р. ліцензію на використання технології високошвидкісного електронно-променевого випаровування корозійностійких сплавів для нанесення захисних покриттів придбало ДП «НВКГ «Зоря»–«Машпроект» (м. Миколаїв), продовжуються спільні дослідження щодо вдосконалення композиційних покриттів типу метал/кераміка, які використовуються на цьому підприємстві.

В МЦ ЕПТ проводяться розробки варіантів гібридних електронно-променевих технологій, які об'єднують фізичні та хімічні процеси осадження неорганічних речовин у вакуумі. Електронно-променева гібридна нанотехнологія та відповідне обладнання є реальною основою для подальшого науково-технічного та економічного прогресу для отримання захисних покриттів в різноманітних галузях сучасного машинобудування.

Останнім часом, одночасно із відміченими вище традиційними технологічними напрямка-

ми, в МЦ ЕПТ отримав розвиток новий напрямок: електронно-променева технологія нанесення наноструктурних покриттів («острівкових» та суцільних) на порошки та гранули різноманітних матеріалів.

Всього за 25 років існування МЦ ЕПТ для закордонних замовників (КНР, США, Канада, Індія) було виготовлено та поставлено 17 електронно-променевих установок різноманітного призначення та продано 6 ліцензій на право промислового використання патентів для нанесення захисних покриттів. Запропоновані замовникам установки нового покоління оснащені сучасними вакуумними комплектуючими західного виробництва, вдосконаленими електронно-променевими прожекторами зі збільшеною до 100 год. довговічністю катоду, стабілізованим високовольтним джерелом живлення, що відповідає європейському стандарту CEI 61000-3-4, сучасними промисловими комп'ютерами для системи управління.

<http://www.paton-icebt.kiev.ua/>



*A potential ad actum
Від мрії до реальності*

ТОВ «ПАТОН ТУРБАЙН ТЕКНОЛОДЖІЗ»

Товариство з обмеженою відповідальністю «Paton Turbine Technologies» (PTT), будучи правонаступником «Pratt & Whitney-Paton» (PWP), у 2018-му році відзначило своє двадцятип'ятиріччя.

На початку 1990-х років одна з найбільших фінансово-промислових груп США United Technologies Corporation (UTC) звернулася з ініціативою до Бориса Євгеновича Патона про створення науково-дослідного центру для подальшого розвитку наукових розробок в області електронно-променевої технології, започаткованих раніше Інститутом електрозварювання ім. Є.О. Патона під керівництвом відомих учених — Б.Є. Патона, Б.О. Мовчана, І.С. Малашенка, В.О. Тимашова та ін.

Основна спеціалізація створеного спільного підприємства полягала в удосконаленні та адаптації виробництва теплозахисних покриттів — ТЗП (Thermal Barrier Coating) для світового ринку (рис. 1). Застосування ТЗП є одним зі шляхів поліпшення експлуатаційної довговічності теплонавантажених виробів гарячого тракту турбін і більш ефективної роботи газотурбінних установок (ГТУ). У поєднанні з внутрішнім охолодженням ТЗП забезпечують зниження температури на поверхні базового сплаву, а отже, дозволяють підвищити температуру газу на вході в турбіну, збільшивши при цьому її коефіцієнт корисної дії (ККД), а також сприяють захисту від зовнішнього ерозійного впливу і запобігають деградації металу під впливом зовнішнього газового середовища,

термічних і залишкових напружень. Міжнародний досвід останніх десятиліть, особливо в галузі авіації, підтвердив доцільність застосування електронно-променевого осадження у вакуумі (electron beam-physical vapor deposition - EB-PVD) для отримання теплозахисних керамічних покриттів зі стовпчастою досить щільною структурою сформованих кристалітів. Саме така особливість структури забезпечує запас довговічності керамічних покриттів при змінних термоциклічних навантаженнях в процесі експлуатації (рис. 2).

Процес формування електронно-променевих теплозахисних покриттів на жаростійкому зв'язуючому прошарку опанували в ІЕЗ ім. Є.О. Патона. Подальший успішний розвиток технології позначився на формуванні регулярного термічно вирошеного оксидного шару (TGO) на межі з металевим прошарком у процесі осадження кераміки — це було розроблено, впроваджено та сертифіковано завдяки зусиллям українських та американських фахівців «Pratt & Whitney-Paton».

Спільне українсько-американське підприємство «Pratt & Whitney-Paton» на початку своєї діяльності увійшло у виробничу та інтелектуальну кооперацію з компанією «Pratt & Whitney», яка разом з британською компанією «Rolls-Royce» і американською «General Electric» належить до «великої трійки» виробників авіадвигунів.

Вже через рік після заснування компанії в Києві почалося виробництво високотехнологічного електронно-променевого устаткування для амери-



Рис. 1. Загальний вигляд виробничих площин компанії: а — цех нанесення покриттів; б — цех ремонту компонентів газотурбінних двигунів

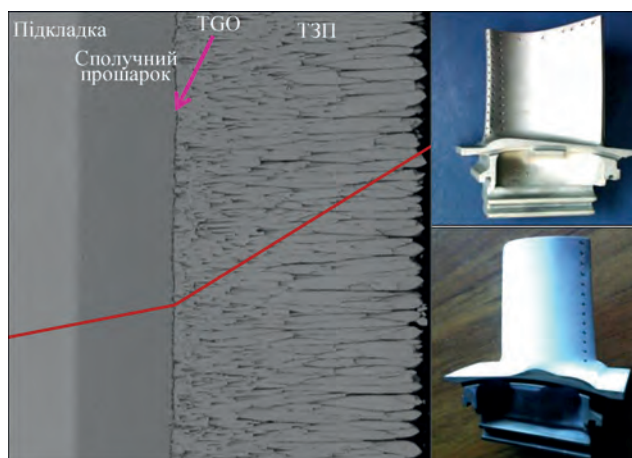


Рис. 2. Теплозахисне покриття та вид робочих лопаток із металевим та керамічними покриттями

канських партнерів, яке поетапно розміщувалося і модернізувалося в США та Сінгапурі.

У 1998 р. на лопатки першого ступеня авіаційного двигуна PW 4000, окремі серії яких призначені для Airbus A300-600, Airbus A310-300, Boeing 747-400, вперше нанесли керамічне електронно-променеове покриття в ДЦ «Pratt & Whitney-Paton» у Києві. Зараз в активі підприємства — формування покриттів на компоненти авіаційних двигунів CF-6 виробництва «GE Aviation» для Airbus A300 / 310/330, Boeing747, Boeing 767; CFM-56 виробництва CFM International (спільне підприємство компанії Safran і американської «General Electric») для Airbus A319 / 320/321 і Boeing 737. За останні тринадцять років покриття було успішно нанесено на більш ніж 280 тис. лопаток і 18 тис. кілець допоміжних силових установок APU 131-9 Honeywell.

Ще одна важлива сторінка в історії розвитку РТТ — тривале співробітництво з підрозділом «Siemens Industrial Turbomachinery AB» (філія Швеції) щодо нанесення теплозахисного покриття на робочі лопатки турбіни SGT 800 (номінальною потужністю 47/53 МВт). За рівнем викидів забруднюючих речовин в атмосферу, при навантаженні 50...100 % вона відзначена експертами як найкраща серед електрогенеруючих турбін середньої потужності. Активна фаза співпраці стартувала в першому кварталі 2006 р., і за цей час електронно-променеві металеві і керамічні покриття були нанесені більш ніж на 60 тис. лопаток турбіни SGT 800 чотирьох різних поколінь. При цьому ефективність виробництва перевищила 99,8 %. І нині на «Paton Turbine Technologies», як лідера в галузі теплозахисних покриттів, розробляються та випробовуються оригінальні покриття на нове покоління монокристалічних робочих лопаток 1-го ступеня модифікованої турбіни SGT 800, яка виходить на ринок цього року.

Нині в РТТ методом електронно-променевого осадження у вакуумі отримують теплоза-

хисні керамічні покриття на різних типах базових сплавів і металевих прошарках. Сьогодні ТЗП наносять на велику номенклатуру робочих і соплових лопаток, виготовлених із жароміцних нікелевих сплавів рівновісної, спрямованої кристалізації і монокристалічних сплавів різних генерацій, наприклад, MAR M-247, CMSX-4, PWA-1484, Rene-5, CM-186LC, IN- 939, ЖС-32 ЖС-36 та ін. Як сполучні застосовуються металеві шари систем MeCrAlY (+ Hf, Si), сформовані методами EB-PVD, високошвидкісним газополум'єним напыленням в кисневмісному середовищі (HVOF), плазмового напылення в низькому вакуумі (LPPS), алюмінідні NiAl і платиноалюмінідні (Pt, Ni) Al покриття (рис. 3).

Крім того, більшість з них отримують зараз у Києві. У стратегії розвитку «Paton Turbine Technologies» відображена цілеспрямована диверсифікація для створення виробничого комплексу, який допомагає отримувати покриття різного виду або їхніх систем — вони використовуються для компонентів гарячого тракту турбін газотурбінних двигунів. Склад та спосіб отримання металевих покриттів обираються залежно від їхніх функціональних особливостей і типу базового сплаву компоненту, на який воно наноситься. Важливо відзначити, що випробування на термоциклічну довговічність зразків з покриттями показали, що деякі системи теплозахисних покриттів забезпечують довговічність понад 3700 термоциклів при максимальній температурі 1100 °С.

Наше підприємство переживало періоди піднесення та спаду, і досить серйозним випробуванням був 2014 р., коли американські партнери залишили дослідницький центр «Pratt & Whitney-Paton» і на його базі був організований правонаступник — ТОВ «Paton Turbine Technologies». Завдяки підтримці ІЕЗ ім. Є.О. Патона та особисто керівництва інституту, а також максимальній зацікавленості у розвитку «Paton Turbine Technologies» нового учасника РТТ, підприємство отримало імпульс для подальшого розвитку, виходу на нові горизонти — як промислового виробництва, так і опанування передових технологій.

Нині завдяки знанням, творчому підходу та належній організації виробництва електронно-променевої установки, виготовлені на Paton Turbine Technologies/ Pratt&Whitney-Paton, продовжують успішно працювати над замовленнями авіаційної промисловості в США та Сінгапурі. Продовжує розвиватися міжнародна співпраця з компаніями «Siemens Industrial Turbomachinery AB», «Honeywell», «Meyer Tool, Inc.», «Kawasaki Heavy Industries, Ltd.» Для міжнародного позиціонування компанії важливо відзначити, що РТТ включений у базу даних компанії Siemens Industrial

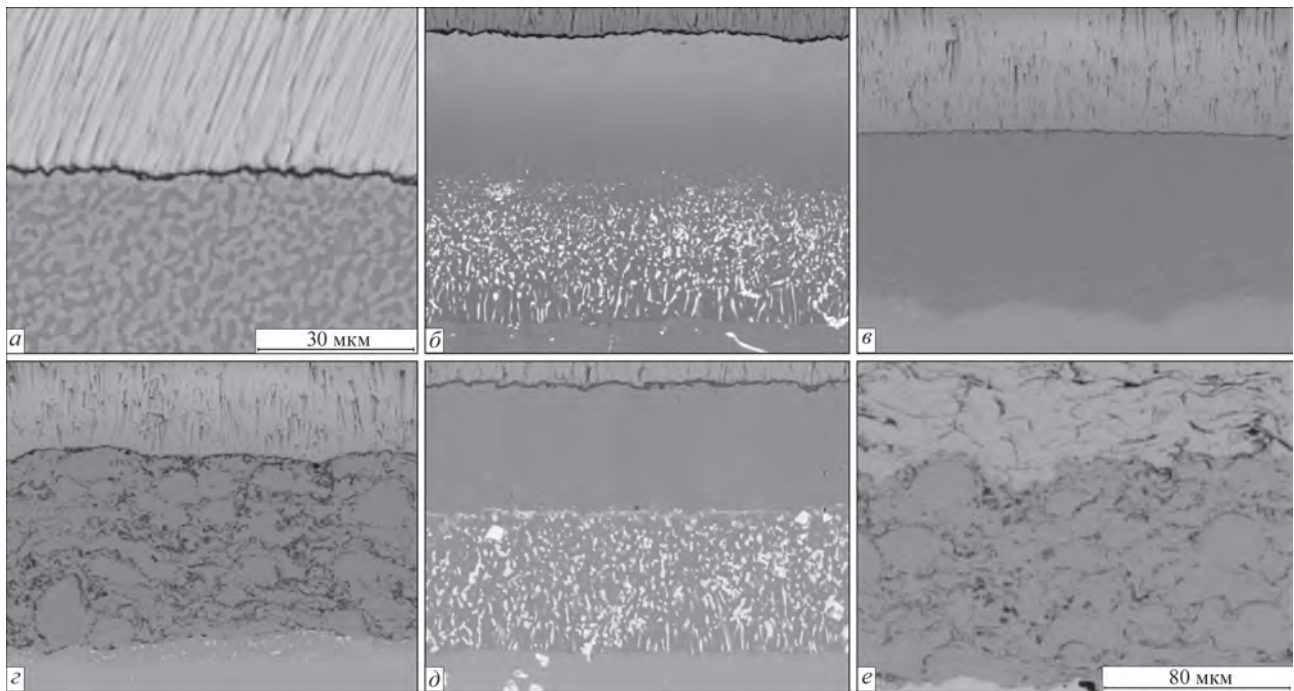


Рис. 3. Різні типи сполучних прошарків у теплозахисних системах покриттів, отриманих електронно-променевим осадженням у вакуумі (EB-PVD) (а – д) та плазмовим напыленням на повітрі (APS). а – EB-PVD; б – PtAl; в – LPPS; г, е – HVOF; д – NiAl

Turbomachinery AB як такий, що пройшов кваліфікацію та погоджений для співпраці постачальник (SIT Approval Supplier Data Base (ASD) SQ).

Високий рівень підприємства підтверджено сертифікатами ISO 9001, AS 9100, ISO 14001, FAA (Federal Aviation Administration), NADCAP (National Aerospace and Defence Contractors Accreditation Program), повторне підтвердження яких здійснюється на регулярній основі.

У компанії цілеспрямовано зберігається високий рівень організації виробництва, який був закладений американськими партнерами. У 2009 р. «Pratt & Whitney-Paton» досяг Срібного рівня в системі ACE (Achievement Competitive Excellence) — Досягнення конкурентних переваг в межах United Technologies Corporation, а «Paton Turbine Technologies» продовжує підтримувати роботу усіх ключових елементів системи донині.

Стабільний та впевнений розвиток «Paton Turbine Technologies» позначається і на кадровій політиці компанії. За останні три роки додатково було створено 67 робочих місць (зростання чисельності компанії більш, ніж на 50 % у порівнянні з 2014 р.). При цьому кількість робітників, які мають вищу освіту, складає понад 2/3 від загальної чисельності компанії. Відбулося помітне омолодження трудового колективу.

У процесі розробки технологій електронно-променевих покриттів за двадцятип'ятирічну історію отримано понад 25 різних патентів. При цьому запатентовані технології використовувались та використовуються у реальному виробництві. В «Paton Turbine Technologies» / «Pratt &

Whitney-Paton» була розроблена та зареєстрована власна специфікація як для металевих — PWP-400 (18 типів покриттів), так і для керамічних покриттів — PWP-100.

Разом із розвитком «традиційних» напрямків Науково-технічні підрозділи «Paton Turbine Technologies» продовжують дослідження у галузі розробки принципово нових типів захисних покриттів. В активі — нові види «advanced MCrAlY», отримані шляхом електронно-променевого випаровування сплаву покриттів з додаванням додаткових легуючих елементів. Розвиток керамічних покриттів отримав продовження у застосуванні нових матеріалів на базі сумішей оксидів рідкоземельних металів. Такі матеріали мають теплопровідність нижче стандартної кераміки $ZrO_2-Y_2O_3$. Застосування електронно-променевого випаровування таких матеріалів дозволяє отримувати керамічні покриття нового покоління, що і реалізується в РТТ.

Орієнтуючись на реалії ринку захисних покриттів для авіаційних двигунів та індустріальних газових турбін разом з електронно-променевими зразка MeCrAlY у компанії почали активно розробляти та застосовувати інші методи нанесення захисних покриттів. Як металевий зв'язувальний прошарок для робочих лопаток першого ступеня ГТД широко використовують платиноалюмінідні покриття, які є окремою групою алюмінідних покриттів, модифікованих платиною.

В активі нашої компанії уже є теплозахисні покриття, нанесені на платиноалюмінідні покриття замовників для робочих лопаток авіаційних двигунів, довговічність яких перевищила 1000 термо-

циклів. З 2018 р. в компанії створена і функціонує ділянка електролітичного осадження платини, яка укомплектована конкурентоспроможним українським обладнанням. Цього року завершиться створення лабораторної та введення в експлуатацію виробничої ділянки газофазного алітування на базі модернізованого у Нідерландах наявного обладнання. Це розширить виробничу лінійку РТТ щодо отримання алюмінідних та платиноалюмінідних покриттів для закордонних та українських партнерів. Важливо, що результатом тривалого вивчення властивостей та особливостей формування платиноалюмінідів став розроблений в «Paton Turbine Technologies» оптимальний склад покриття, що як зв'язувальний шар забезпечує формування надійних теплозахисних систем з достатнім сервісним ресурсом як на сплавах рівновісної кристалізації, так і на монокристалічних сплавах різноманітних генерацій (рис.4).

Як альтернативні і більш дешеві методи нанесення покриттів у промисловому комплексі «Paton Turbine Technologies» були розроблені та впроваджені покриття, отримані методами HVOF та APS (air plasma spray) — плазмового розпилення у повітрі. Процеси газотермічного напилення широко застосовуються для нанесення теплозахисних покриттів та зв'язувальних шарів для компонентів двигунів та наземних газових турбін. Ці технології осадження популярні з економічної точки зору, а також завдяки простоті й повторюваності процесу. HVOF-процес дозволяє формувати досить щільні покриття системи NiCoCrAlY (+Hf, Si) (з пористістю менше 2 об.%), які завдяки особливостям ламельної будови та легуючого комплексу демонструють хороший супротив високотемпературному окисленню і термічну стабільність, що дозволяє застосовувати ці покриття як самостійні захисні покриття, а також як зв'язуючі прошарки для теплозахисних покриттів, нанесених методом APS (рис. 5). APS-покриття, які отримують у повітряній або захисній атмосфері, з економічної

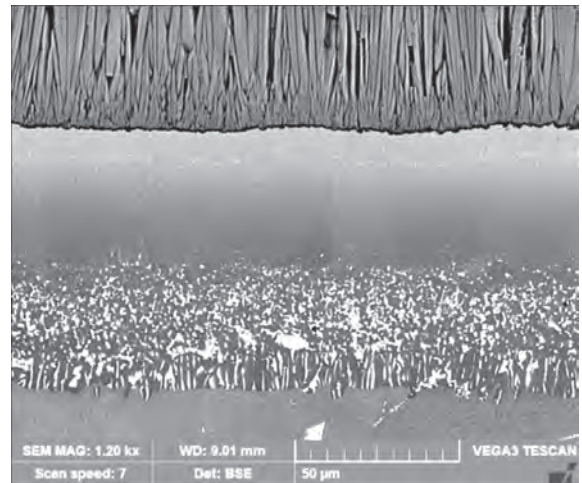


Рис. 4. Структура платино-алюмінідного покриття, сформованого як сполучний прошарок у системі теплозахисного покриття, нанесеного методом EB-PVD

точки зору вигідніші в комерційному застосуванні для компонентів індустриальних та енергетичних турбін і забезпечують довговічність понад 1000 термоциклів. Нанесені цим методом ТЗП мають низьку теплопровідність.

Із застосуванням установки APS також був розроблений метод отримання керамічних покриттів, що притираються, системи ReSZ: вони використовуються в проточній частині турбіни для мінімізації радіального проміжку над робочими лопатками для зменшення втрат газу та підвищення ефективності турбіни. Ці покриття мають достатню ерозійну й корозійну стійкість, жаростійкість, належну пористість (> 20 %) тощо. У випадку взаємодії лопатки з кожухом покриття захищає лопатку і корпус від серйозних пошкоджень та підвищує ефективність турбіни і зменшує споживання палива.

Варто зауважити, що «Paton Turbine Technologies» здійснює нові розробки, спрямовані на подальший розвиток сучасних технологій, їхню адаптацію у виробництві не лише для аерокосмічної галузі, але й для інших галузей, зокрема транспортного машинобудування, металургії, хімічної промисловості.



Рис. 5. Лопатка з теплозахисним покриттям, отриманим методами HVOF/APS та структура міжфазної межі металевого (HVOF) та керамічного (APS) прошарків системи ТЗП

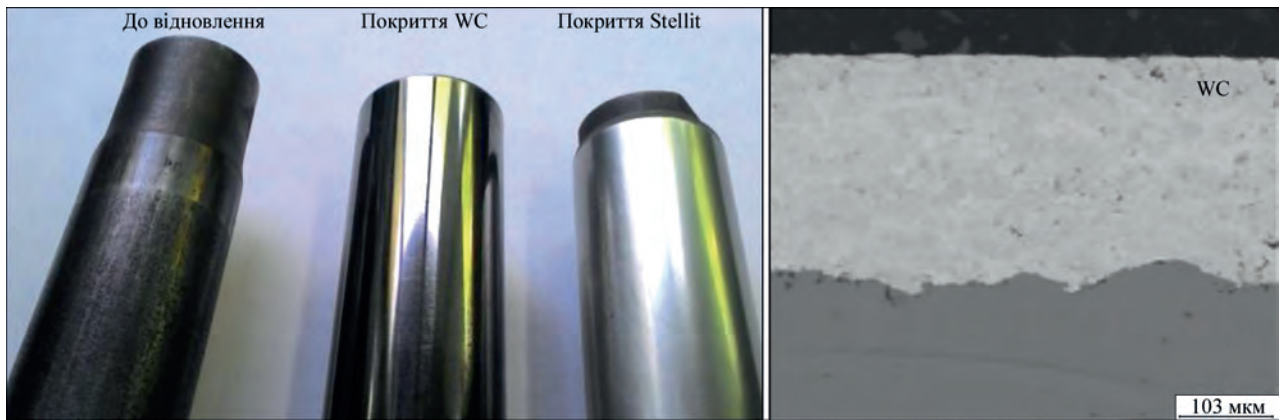


Рис. 6. Загальний вигляд валу після відпрацювання, відновлення з нанесенням зносостійких покриттів типу WC та Stellite та мікроструктура покриття WC

Нині потреба в отриманні зносостійких покриттів на ринку має великий попит у різних заводників. З використанням установки HVOF на РТТ реального застосування набув спосіб газотермічного високошвидкісного отримання зносостійких корозійно стійких та антифрикційних покриттів на зразок WC, Cr_3C_2 , Mo, ПГ-10Н-01 та ін. для виробів обертання і на плоскі поверхні, що стираються (рис. 6).

У 2006 році в «Pratt & Whitney-Paton» почався розвиток нового напрямку, а саме ремонту компонентів газотурбінних двигунів. Нині у виробничому комплексі функціонує окремий цех ремонту, який здійснює комплексний ремонт як серійних партій авіаційних виробів, так і індивідуальних компонентів. Прогресивні способи ремонту лопаток включають зварювання та пайку для продовження робочого ресурсу лопаток турбін та газотурбінних установок загалом. Найбільша увага при відновленні виробів після сервісної експлуатації приділяється високотемпературному паянню у вакуумі. Дифузійне паяння нікелевих жароміцних сплавів зі своїми технологічними можливостями еквівалентне аргонодуговому зварюванню і забезпечує необхідні фізико-механічні властивості з'єднань.

Увесь цикл ремонту включає операції з очищення виробів, зняття відпрацьованих покриттів, механічні й термічні обробки, операції наплавки, паяння, відновлення розмірів та профілю, нанесення покриттів, зміцнення та ін. Основна увага приділяється поєднанню підвищеної міцності та низькотемпературної пластичності ремонтних зон та забезпечення жароміцності базовим сплавам відновлюваних виробів. «Paton Turbine Technologies» здійснює відновлення компонентів авіаційних двигунів РД-33, АЛ-31, Д 30КП, Д 36, ТВ3-117, ДСУ ГТДЕ-117 та індустриальних

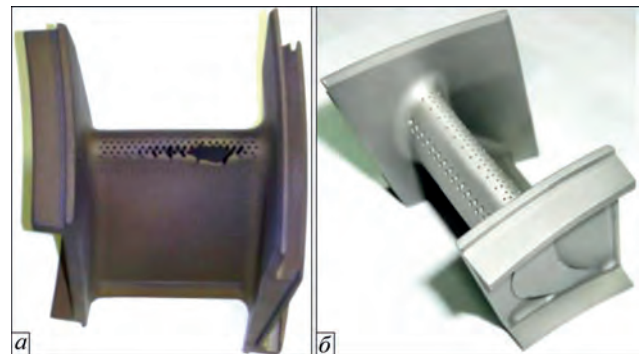


Рис. 7. Загальний вигляд соплової лопатки після напрацювання з розгаром на вхідній кромці (а) та після відновлення для подальшої експлуатації (б)

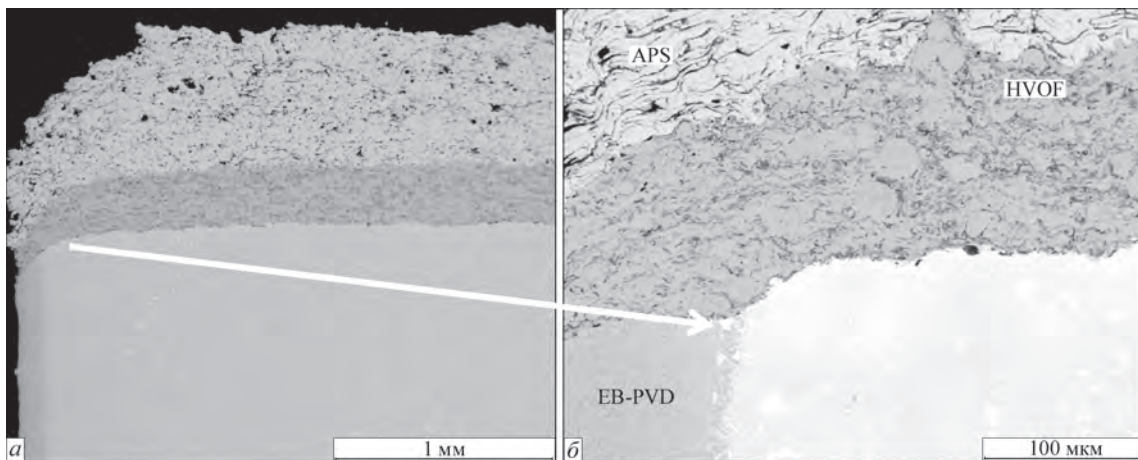


Рис. 8. Поєднання різних типів покриттів на торці пера робочої лопатки енергетичної турбіни; а – фрагмент пера лопатки; б – межа поєднання двох типів захисних та теплозахисного покриттів

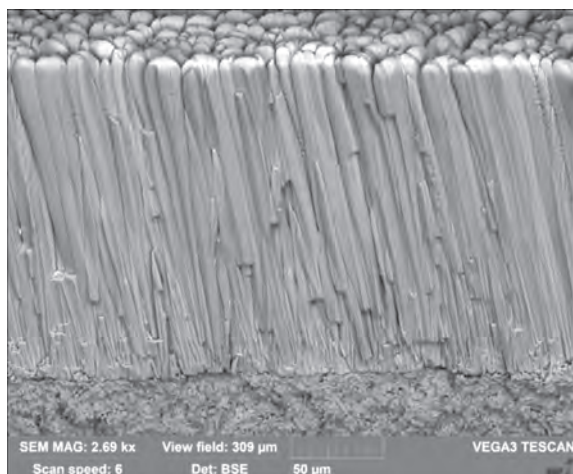


Рис. 9. Класична стовпчаста структура теплозахисного покриття, отриманого електронно-променевим осадженням у вакуумі

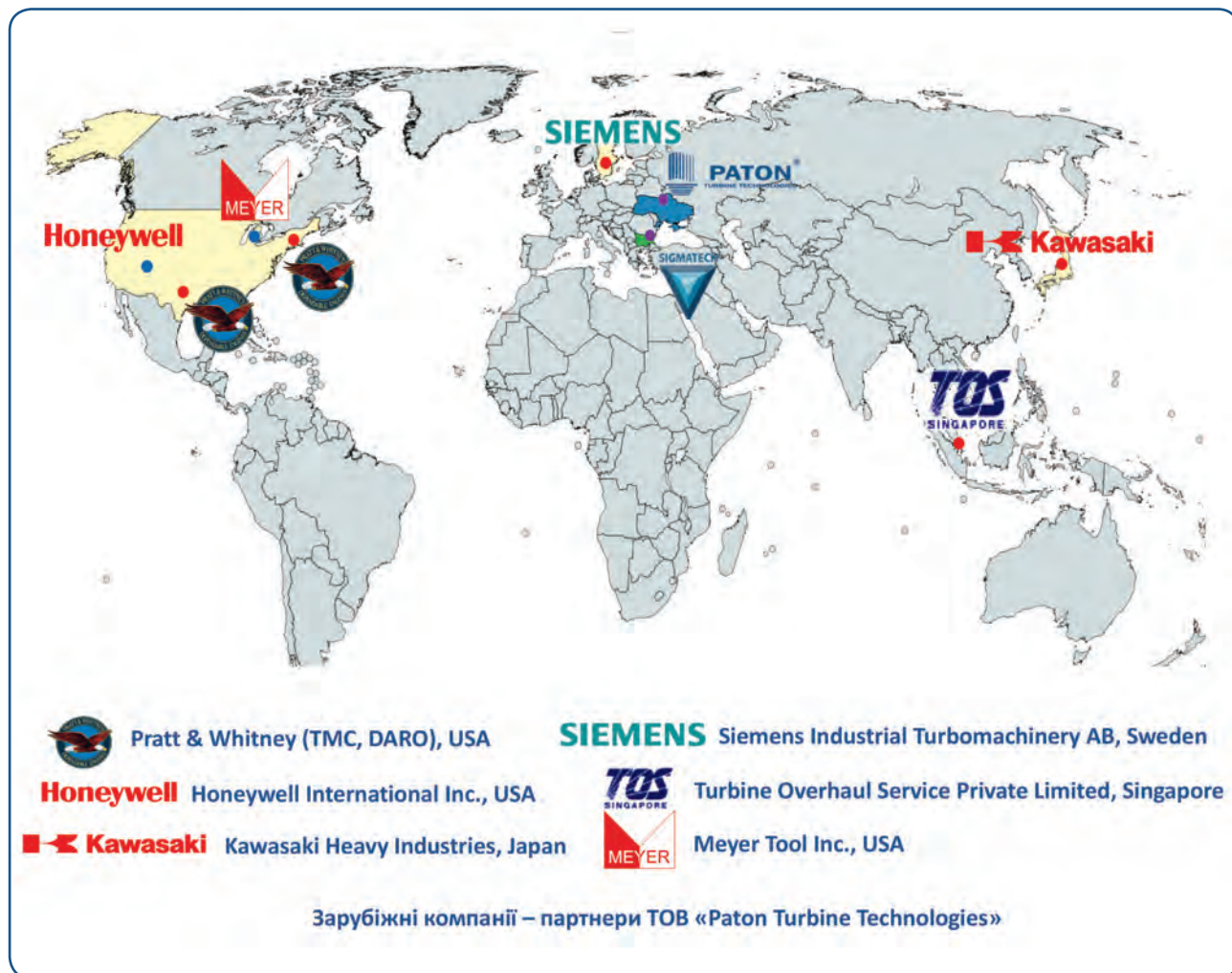
газотурбінних установок ГТК 10-4, ГТК 10И, MS 3002, ДР-59 та ін.

Для відновлення прогарів, механічних та корозійно-ерозійних ушкоджень, «лікування» тріщин та відновлення розмірів лопаток, сегментів та інших компонентів газотурбінних двигунів нині застосовують багат шарові преформи або композиційні припої, які забезпечують оптимізацію процесів

формування якісних міцних швів з достатніми фізико-механічними характеристиками. Нові опановані технології наплавлення та паяння дозволяють у процесі ремонту відновлювати ливарні та експлуатаційні протяжні розвинені дефекти (тріщини, прогари, оплавлення, деградацію та ін.) компонентів гарячого тракту ГТД (рис. 7).

Маючи знання, навички, досвід та виробничі можливості, нині РТТ здійснює комплексне відновлення компонентів газотурбінних двигунів, які були в експлуатації, та проведення повного циклу ремонту і нанесення різного типу покриттів, які необхідні для цього типу виробів (рис. 8, 9). Цей метод включає експертну оцінку, дефектацію, комплекс термомеханічних операцій, випробування. Таким чином, вимоги замовника задовольняються у форматі «all inclusive», тобто весь процес відновлення в одному місці.

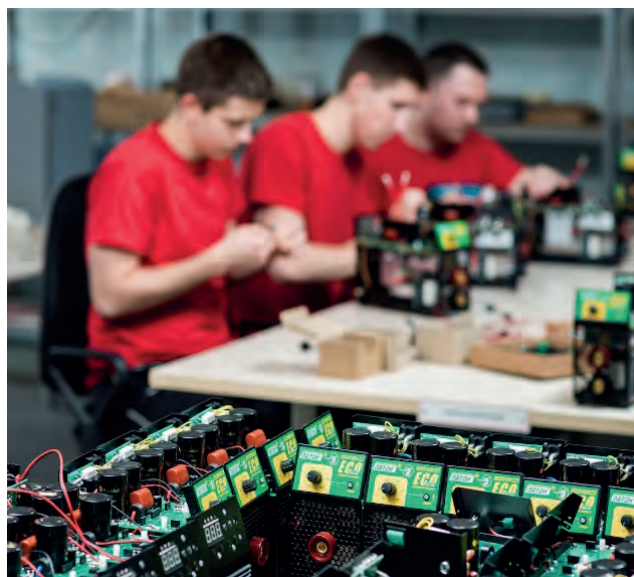
ТОВ «Paton Turbine Technologies» — це приклад вдалої адаптації та запровадження досягнень фундаментальної науки у виробництво, розвитку сучасних технологій, руху до майбутнього з урахуванням актуальних потреб суспільства.



ДОСЛІДНИЙ ЗАВОД ЗВАРЮВАЛЬНОГО УСТАТКУВАННЯ ІЕЗ ім. Є.О. ПАТОНА

1 січня 1959 р. був заснований Дослідний завод зварювального устаткування ІЕЗ ім. Є.О. Патона, основним завданням якого були відпрацювання технології виробництва та виготовлення дослідних зразків новітнього зварювального устаткування, що розроблялось в ДКТБ та інших структурних підрозділах ІЕЗ ім. Є.О. Патона. З цієї миті і починається безперервний рух Заводу у бік визначеного лідерства в області виробництва сучасного зварювального устаткування та матеріалів.

За більш ніж 60 років своєї історії колективом Дослідного заводу було зроблено сотні тисяч одиниць зварювального устаткування, в яких, свого часу, було втілено новітні розробки вітчизняних учених з сфери технологій зварювання, наплавлення та різання металів. Зроблене Заводом устаткування використовувалося і часто продовжує використовуватися в максимально широкому спектрі умов в різних куточках світу: від глибоководного зварювання об'єктів для нафто- та газодобування, до перших в історії зварювальних робіт в умовах відкритого космосу; від ремонту кораблів в умовах жаркого екваторіального або вологого тропічного клімату до зварювання трубопроводів в умовах крайньої півночі. Усе це допомогло здобути цінний досвід, який забезпечив міцний фундамент для зайняття Заводом лідерських позицій на цьому ринку – сьогодні ДЗЗУ є єдиним заводом в Україні, здатним виготовляти зварювальне устаткування з струмами зварювання від 150 А для побутових споживачів до 10000 А для гігантів української та світової промисловості.



Сьогодні асортимент продукції Заводу налічує більше 60 позицій, з яких більше 30 моделей інверторного зварювального устаткування, більше 15 моделей класичного устаткування та більше 10 марок зварювальних електродів.

Інверторні зварювальні апарати ПАТОН™ займають більшу частину в загальному обсязі виробництва устаткування ДЗЗУ. Вони серійно виробляються в наступних категоріях:

- випрямлячі інверторні (зварювальні струми від 150 до 500 А, працюють від мереж живлення 220 В/380 В);
- апарати для напівавтоматичного зварювання (зварювальні струми від 160 до 500 А, працюють від мереж живлення 220 В/380 В);
- апарати для аргондугового зварювання (зварювальні струми від 5 до 315 А, працюють від живлячих мереж 220 В/380 В);
- мультифункціональні цифрові інвертори (зварювальні струми від 250 до 350 А, працюють від мереж живлення 220 В/380 В);
- апарати повітряно-плазмового різання.

Для максимально повної відповідності вимогам ринку більшість апаратів асортиментного ряду інверторного обладнання випускаються в декількох серіях: апарати загальнопромислового виконання і апарати професійної серії, що дозволяють проводити зварювання в особливо напружених умовах роботи.

Також на вимогу постійно зростаючих запитів споживачів Завод активно працює над розширенням асортименту і модернізацією існуючих моделей. За останній рік завершена розробка та запускання у виробництво інверторні випрямлячі та напівавтомати з номінальним зварювальним струмом до 500 А та аргондуговий інвертор для зварювання як постійним, так і змінним струмом до 315 А. Уже у 2020 р. прийнято рішення замінити моделі апаратів зі струмами 315 та 250 А, які живляться від трифазної мережі, більш потужними моделями на 350 і 270 А відповідно. На фінальному етапі знаходиться розробка нової перспективної моделі апарату для повітряно-плазмового різання з номінальним струмом до 100 А.

У виробництві апаратів використовуються найсучасніші та високоякісні компоненти від провідних світових виробників: INFINEON, VISHAY, KENDEIL, NXP, а апарати професійної серії ком-

плектуються аксесуарами від відомого німецького виробника – компанії Abicor Binzel. Все це дозволяє Заводу випускати продукцію «екстра-класу», найвищу якість якої відображено в збільшеному терміні гарантійного обслуговування до 5 років.

Зварювальні електроди ПАТОН™ також займають значну частину в загальній структурі виробленої Заводом продукції. На сьогоднішній день виготовляється 12 марок зварювальних електродів як за класичною, так і за поліпшеною рецептурами. А з огляду на різноманітність діаметрів і варіантів упаковки, кількість асортиментних позицій по даній категорії товарів перевищує 50. У виробництві застосовуються сучасні технології та жорсткий вхідний контроль якості сировини, а професійна команда фахівців постійно стежить за розвитком виробництва зварювальних матеріалів з метою своєчасного впровадження інновацій.

Зварювальні електроди ПАТОН™ відповідають всім необхідним вимогам до продукції такого виду і регулярно проходять сертифікацію відповідними українськими та міжнародними сертифікаційними центрами. У 2018 р. дана продукція була сертифікована на відповідність вимогам норм ЄС і було розпочато регулярні поставки електродів на ринки європейських країн, а у 2019 р. отримано сертифікат, який підтвердив відповідність виробничого процесу високим вимогам стандарту ISO 9001: 2015.

Даний напрямок роботи ДЗЗУ активно розвивається – сьогодні на завершальній стадії знаходиться процес організації нового майданчика з виробництва зварювальних електродів ПАТОН™ у м. Києві. Після закінчення пусконаладжувальних робіт кілька виробничих ліній нового майданчика зможуть забезпечити виробництво до 600 т зварювальних електродів щомісяця. Крім виробничих відділень до складу нового комплексу виробництва зварювальних електродів у

Києві входить аналітична лабораторія, лабораторія механічних випробувань і відділення зварювально-технологічних випробувань. Комплект лабораторного обладнання дозволяє виконувати комплексний вхідний контроль всіх сировинних матеріалів, контролювати технологічний процес виготовлення електродів і виконувати приймально-здавальні випробування кожної партії готової продукції. У найближчому майбутньому планується запуск лінії дослідних прес-форм для розробки нових марок електродів з поліпшеними зварювально-технологічними властивостями.

Важливо відзначити, що вже зараз значна частина продукції ПАТОН™ поставляється на експорт і саме цей вектор визначено в якості одного з основних в стратегії розвитку Заводу. За останній рік кількість країн, на ринки яких організовано поставки продукції, збільшилася до 30. Зокрема, у 2019 р. були організовані поставки зварювальних апаратів і електродів в Індію, Шрі-Ланку, Єгипет, Туреччину та Буркіна-Фасо. На різних стадіях завершення знаходяться переговори про початок поставок ще у 14 країн, серед яких варто відзначити європейські країни – Іспанія, Хорватія, Македонія, Болгарія; близькосхідні країни – Саудівська Аравія, Пакистан, Ізраїль, а також азійські країни – Філіппіни та Сінгапур. З огляду на такий високий інтерес до продукції Заводу, можна констатувати той факт, що висока надійність, широка функціональність, а також багато в чому унікальні технічні характеристики дають можливість зварювальному обладнанню ПАТОН™ успішно конкурувати з продукцією провідних світових виробників на ринках різних країн по всьому світу.

Саме вибір продукції ПАТОН™ з боку як вітчизняних, так і іноземних зварників дає привід колективу Дослідного заводу зварювального устаткування ІЕЗ ім. Є.О. Патона пишатися своєю роботою і заряджає на нові звершення!





ДОСЛІДНИЙ ЗАВОД ЗВАРЮВАЛЬНИХ МАТЕРІАЛІВ ІЕЗ ім. Є.О. ПАТОНА

У листопаді 1977 р. урядом України прийнято рішення про передачу електродного виробництва Київського зварювально-електродного заводу до Інституту електрозварювання з метою подальшого розвитку науково-дослідних та експериментальних робіт по створенню нових зварювальних матеріалів і технології їх промислового виробництва.

З січня 1978 р. Дослідний завод зварювальних матеріалів входить до складу Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона АН УРСР. З цього часу завод спеціалізується тільки на випуску зварювальних матеріалів, в тому числі експериментальних марок. З цією метою проводиться повна реконструкція заводу.

В кінці 1970-х років здійснено реконструкцію старого обпресувального відділення фтористо-кальцієвих електродів, в результаті чого звільнені виробничі площі для створення потужностей з виробництва плавлених і керамічних флюсів, припоїв, литих наплавлювальних кілець, закінчується монтаж обладнання флюсоплавильної ділянки і введення у 1980 р. її в експлуатацію. Потужності з випуску плавлених флюсів доводяться до 150 т на рік. Крім того, на ділянці відпрацьовується технологія виробництва нових розробок зварювальних матеріалів відділу Інституту електрозварювання.

У 1980 р. на заводі введено в експлуатацію ділянку по виготовленню відливків кілець для наплавлення клапанів двигунів внутрішнього згоряння, закінчується будівництво виробничої будівлі площею 1800 м². У цій будівлі у 1980–1984 рр. встановлені і змонтовані чотири механізовані лінії для виготовлення порошкового дроту зі сталеві стрічки. До 1985 р. потужність ділянки з виробництва порошкових дротів доведена до 1000 т на рік.

За розробками ряду відділів ІЕЗ ім. Є.О. Патона завод розпочав виробництво значної кількості марок порошкового дроту, призначених для механізованого та автоматичного зварювання конструкцій з вуглецевих, низьколегованих та високолегованих сталей, що використовуються в різних галузях. Крім того, освоюється виробництво порошкових стрічок і дротів для автоматичного наплавлення різних деталей.

До початку 1980-х років побудована друга виробнича ділянка площею 1800 м². У цій будівлі в наступні роки були розміщені допоміжні служби заводу, а також металорізальні та інші верстати для ремонту існуючого технологічного обладнання, виготовлення нового обладнання і пристосувань. Встановлюється нова механізована лінія і освоюється технологія різання сталеві стрічки. На підготовчій ділянці монтуються та впроваджуються у виробництво нові кульові млини з безперервним просівом для розмелювання різних компонентів, для розширення виробництва електродів марки АНО-21 проводиться реконструкція та переобладнання існуючої механізованої лінії, що включає електрообмазувальні агрегати і конвеєрну піч для випуску на ній електродів діаметром 2,5 та 3,0 мм.

У 1982–1984 рр. проводиться повна реконструкція скловарного відділення електродного цеху. Встановлено нові автоклави ємністю 3 м³, розроблено на заводі та змонтовано устаткування та арматура для якісного поліпшення характеристик рідкого скла, очищення його від домішок і стабілізації властивостей, в результаті істотно підвищилась якість виготовлених електродів.

У 1983–1984 рр. вводиться в експлуатацію ділянка по виготовленню безсрібних припоїв для пайки міді та її сплавів. Потужність ділянки в на-



ступні роки доведена до 1 т припоїв на рік. Випуск ряду марок безсрібних припоїв дозволив значно зменшити витрати дорогоцінного металу – срібла.

В кінці 1980-х років завод випускав 32 марки електродів, 40 марок порошкових дротів для зварювання та наплавлення, 25 марок плавлених і керамічних флюсів.

Одним з досягнень заводу є створення і введення в експлуатацію у 1998–1999 рр. нового цеху по переробці сировинних матеріалів. Були встановлені дві нові електричні обертові барабани печі і камерна піч для сушіння компонентів, шокова дробарка СМД-108 та дві шокові дробарки С-182Б, десять реверсивних млинів періодичної дії власної конструкції і виготовлення, чотири млини з безперервним просівом. Кожен млин укомплектований віброситом СВ 2-09. Для контрольного просіву матеріалів, що надходять на завод в меленому вигляді, встановлені два вібросита СВ 2-09. Почала діяти механізована лінія дозування компонентів шихти в цеху спецелектродів, яка дозволила замінити ручне дозування.

Завдяки впровадженню нового і постійної модернізації діючого технологічного обладнання, що виробляє зварювальні електроди та інші матеріали для зварювання, а також завдяки високій кваліфікації колективу підприємство не тільки вижило в період становлення ринкової економіки, а й зайняло одне з провідних місць на ринку зварювальних матеріалів України.



У 2003 р. введено в експлуатацію нове відділення приготування та брикетування обмазувальної маси в цеху по виготовленню електродів загального призначення з рутиловим покриттям.

У 2005 р. модернізовано лінії з виробництва порошкового дроту. Було виготовлено та змонтовано нове обладнання для підготовки сталевих стрічки, реалізована двостадійна схема волочіння дроту, виготовлений на заводі і змонтований на ділянці перемотувальний верстат для рядної намотки готового дроту, виробництво укомплектовано необхідним обладнанням для роботи з великовантажними котушками. Модернізація дозволила налагодити випуск порошкового дроту малих діаметрів (1,2...1,6 мм) та її рядне намотування на каркасні барабани ємністю до 16 кг.

Одним з ефективних інструментів підвищення якості продукції є стандарти ISO серії 9000, які втілюють сучасний комплексний підхід у вирішенні питань, пов'язаних з якістю продукції. Тому у липні 2007 р. на заводі була впроваджена Система управління якістю на відповідність вимогам ISO 9001: 2000.

Спеціалізована випробувальна лабораторія заводу оснащена сучасним обладнанням, приладами та методиками, необхідними для виконання вхідного контролю сировинних матеріалів, поточного контролю технологічних процесів й приймально-здавальних випробувань готової продукції (зварювальних електродів, порошкового дроту, флюсу). Випробувальна лабораторія акредитована на технічну компетентність Національним агентством з акредитації України та має атестат акредитації, а також технічну компетенцію відповідно до вимог Російського Морського Регістру Судноплавства.

В даний час завод має виробничі потужності, які дозволяють щорічно виготовляти 12 тис. т електродів загального і спеціального призначення, 500 т порошкового дроту, по 150 т плавлених і керамічних флюсів, і є одним з провідних підприємств з виробництва зварювальних матеріалів в Україні та країнах СНД. В умовах високої конкуренції на ринку заводом вживаються всі заходи для досягнення першості у виробництві зварювальних матеріалів за показниками якості і цінової політики, гарантуючи тим самим стійку перспективу розвитку.

Традиційний девіз

ДП «ДЗЗМ ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ» —
«Головний контролер нашої продукції – споживач»

<http://paton-ozsm.com.ua>



ДОСЛІДНИЙ ЗАВОД СПЕЦЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЇ ІЕЗ ім. Є.О. ПАТОНА

За ініціативи академіка Б.Є. Патона в ІЕЗ ім. Є.О. Патона були проведені дослідження та експериментальні розробки з виявлення можливості використання зварювальних джерел нагрівання для одержання металів і сплавів особливо високої якості і надійності, на основі яких сформувався новий науковий напрям у діяльності Інституту – спеціальна електрометалургія. У 1984 р. почало свою роботу Державне підприємство «Дослідний завод спецелектрометалургії ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України».

Сьогодні завод є сучасним підприємством з виробництва відповідальних відливок, що працюють в агресивних середовищах, відрізняються високою експлуатаційною надійністю. Завод також займається впровадженням на підприємствах України прогресивних технологій литва деталей з високими експлуатаційними якостями, а також є лідером по виробництву корпусів вакуумного устаткування для електронно-променевих технологій зварювання або покриття різноманітних матеріалів та поверхонь.

Основними напрямками діяльності заводу стали виробництво литва по газифікованим моделям, а також повний цикл механічної обробки деталей і збірки вакуумних камер.

Лиття точних деталей за газифікованими моделями з пінополістиролу на виробничих площах і устаткуванні ДП «Дослідний завод спецелектрометалургії ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України» дає можливість виготовляти якісні відливки вагою до 250 кг. При цьому матеріал відливок може бути

найрізноманітніший: сталь, високоміцні марки чавуну, різні марки бронзи та інші сплави кольорових і чорних металів. Точність виконання відливок забезпечується застосуванням нероз'ємної форми з мінімального числа частин, а також, мінімізації кількості стрижнів.

Продукція, що виготовляється заводом, дозволяє забезпечити високу якість виконання технологічного процесу зварювання та електронного напилення при роботі з тугоплавкими і хімічно активними, різноманітними речовинами і якісними сплавами.

Наявне на заводі обладнання, накопичений науково-технічний потенціал і оригінальні власні розробки дають можливість на вимогу замовника розробити і виготовити необхідне оснащення, що дозволяє виробляти з високою точністю і конструкційною надійністю зварювання та електронно-променеве покриття деталей з різними механічними і фізико-хімічними властивостями.

Підприємство також має у своєму розпорядженні спеціальне обладнання і необхідний досвід, що дозволяє проектувати і виготовляти алюмінієві прес-форми для литва точних деталей по моделях, що газифікуються. Використання сучасних технологій та високопродуктивного обладнання з ЧПУ, власних напрацювань і оригінального програмного забезпечення дозволяє виконувати замовлення на виготовлення прес-форм практично будь-якої складності в найкоротші терміни, з належною якістю і високою експлуатаційною надійністю.

dzse.com.ua





ДОСЛІДНЕ КОНСТРУКТОРСЬКО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ БЮРО ІЕЗ ім. Є.О. ПАТОНА

У 1957 р. Рада Міністрів УРСР видала постанову, якою було передбачено організацію Дослідно-конструкторського бюро Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона на засадах господарського розрахунку. Це сприяло реалізації ідеї Є.О. Патона про структуру Інституту за схемою «лабораторії – конструкторське бюро – дослідне виробництво».

З моменту заснування ДКБ його очолив д.т.н. А.І. Чвертко – досвідчений конструктор, талановитий організатор, що незмінно керував колективом протягом 27 років. В подальшому колектив ДКТБ очолювали В.Ф. Мошкін, С.І. Притула, В.С. Романюк і в теперішній час Г.В. Жук.

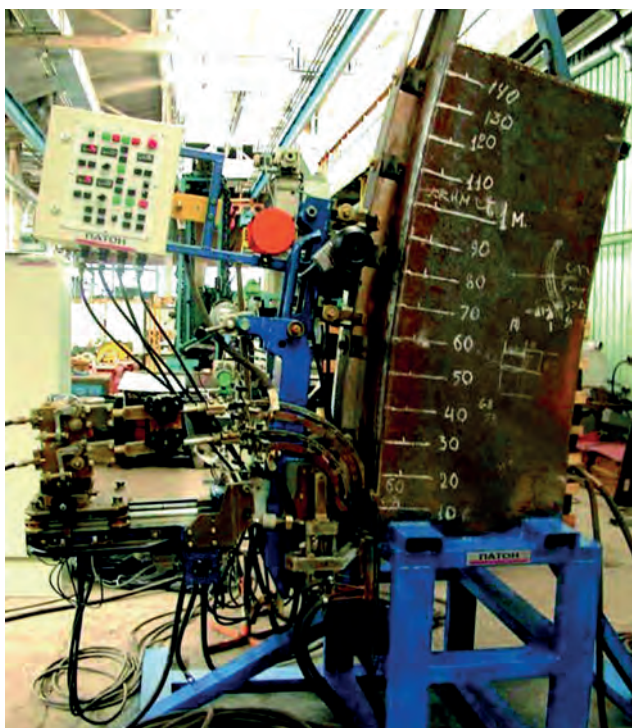
В тісному співробітництві учених і спеціалістів ІЕЗ, колектива ДЗЗУ, провідних підприємств України ДКТБ протягом 60 років створено обладнання для різних механізованих способів зварювання, впроваджено у виробництво завершені науково-дослідницькі розробки.

Важливо відмітити – з часу організації ДКБ крім конструкторської розробки нової зварювальної техніки для різних способів зварювання і створення способів механізації і автоматизації зварювальних процесів виконувався і продовжує виконуватись також значний обсяг робіт технологічного характеру по відпрацюванню техніки і технології зварювання.

Колектив ОКТБ продовжує творчу працю зі створення нових технологій і зразків зварювального обладнання, якому знаходиться застосування практично в усіх галузях промисловості, металургії, будівництві, при підводних роботах і навіть в медицині.

Сьогодні пріоритетними напрямками діяльності сучасного ДКТБ є розробка обладнання та технології для автоматичного і механізованого дугового MIG/MAG зварювання з імпульсними алгоритмами роботи. У цьому напрямку розроблено обладнання з дозованою подачею наплавного порошкового дроту для наплавлення біметалевих листів на підприємстві Стіл Ворк. Спільно з компанією Geniwel (Південна Корея) проводяться роботи з розробки технології дозованої подачі зварювального дроту для зварювання нікелевих сталей з вмістом нікелю 9 % при виробництві танкерів і терміналів на замовлення компанії Hyundai. В рамках програми HORIZON 2020 за проектом i-Weld в складі міжнародного консорціуму «Великобританія, Туреччина, Польща, Швеція, Малайзія, Україна», ДКТБ проводяться роботи з оптимізації керування технологічними процесами при дуговому автоматичному та напівавтоматичному





будівництві при спорудженні сталевих конструкцій в монолітному будівництві, в містобудуванні, енергетиці.

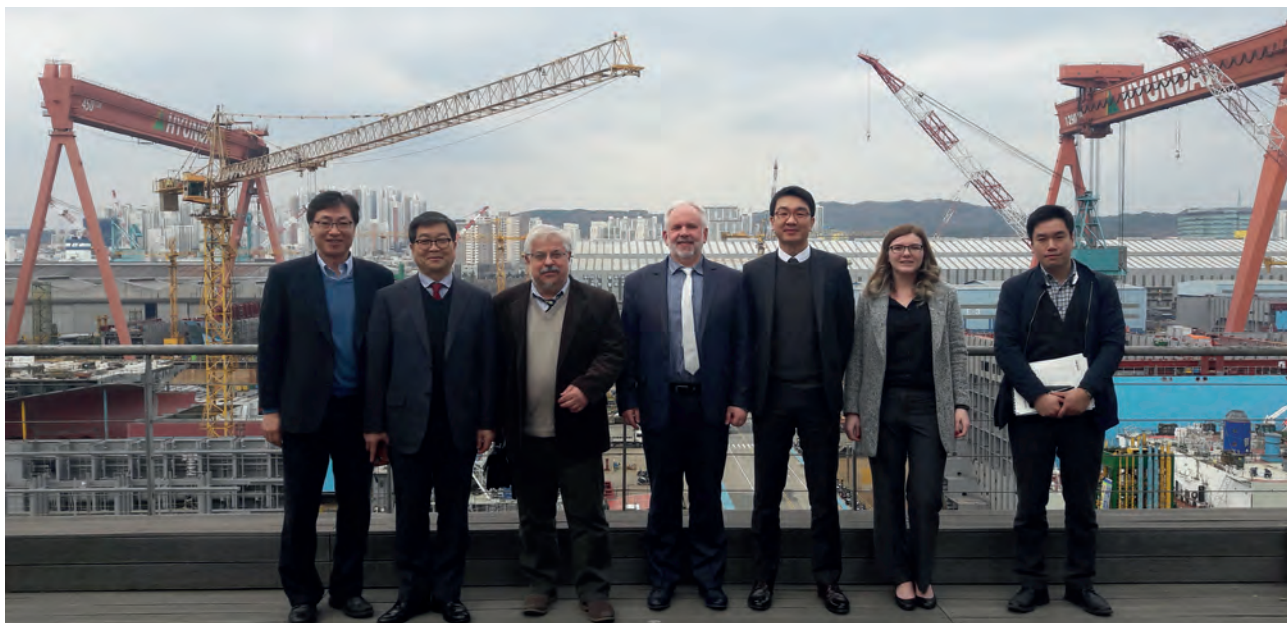
Напрямок механізації і автоматизації зварювання корпусів легкоброньованої техніки для Укроборонпрому та закордонних фірм також є одним з пріоритетних для ДКТБ. За участі ДКТБ спроектова-

но, оснащено зварювальним і механічним зварювальним обладнанням та введено в експлуатацію цех по виробництву легкоброньованої техніки на території закордонного замовника. Створено роботизовані установки для автоматичного зварювання корпусів з використанням розробок з дозованої подачі електродного дроту.

Важливим напрямком є створення технології та розробка обладнання по створенню елементної бази для виготовлення різних типів високоефективних теплообмінних апаратів повітряного охолодження та конденсаційних утилізаторів теплової енергії — композиційних теплообмінних поверхонь та технології їх виготовлення. Роботи по завданню Міністерства освіти і науки проводяться спільно з теплоенергетичним факультетом НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Розроблена технологія приварювання елементів з алюмінієвих сплавів на сталеву плоскоовальну трубу і нове обладнання для виробництва оребрених труб як поперечного, так і поздовжнього оребрення.

Продовжуються роботи з компанією POLCASTING по проекту модернізації пресового обладнання на заводі Celsa (Польща).

Постійно виконуються роботи на замовлення Державного аварійно-технічного центру НАЕК Енергоатом зі створення і ремонту спеціалізованого обладнання.





ІНЖЕНЕРНИЙ ЦЕНТР ЗВАРЮВАННЯ ТИСКОМ ІЕЗ ім. Є.О. ПАТОНА

Відділ «Стикове зварювання» Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України та ДП «Інженерний центр зварювання тиском НТК «Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України» протягом багатьох десятиліть спеціалізуються на розробці технологій та устаткування для контактного стикового зварювання оплавленням (КСЗО) залізничних рейок різних марок, а також труб різного діаметра та сортаменту.

ДП «Інженерний центр зварювання тиском» було створено у 1987 р., для промислового впровадження та широкого освоєння розробок інституту.

Основною діяльністю центру є виготовлення головних зразків машин, ремонт та модернізація обладнання для КСЗО залізничних рейок в польових умовах, а також навчання персоналу для роботи в цих областях.

Розроблені в ІЕЗ технології та обладнання, яке виготовлено в інженерному центрі, швидко отримали широке застосування на залізничних шляхах України та світу. В умовах високої світової конкуренції, даною технологією та обладнанням зацікави-

лись провідні світові залізничні компанії з Австрії, Франції, Японії, США, Китаю та інших країн.

В останнє десятиріччя в багатьох країнах спостерігається інтенсивна реконструкція залізниць і рейкового шляху. При цьому використовуються високоміцні рейки, що мають твердість до *HV 400*. За технологічними умовами потрібно отримати міцність зварних з'єднань практично нарівні з основним металом рейкової сталі і високими пластичними властивостями. Такі показники при застосуванні традиційних технологій не вдавалося отримати. В ІЕЗ проводяться систематичні дослідження зварюваності нових високоміцних рейок різних світових виробників (Австрії, КНР, США, України, Японії) з метою розробки технологій зварювання, що забезпечують необхідні механічні властивості. При цьому виникає необхідність істотної зміни систем управління зварювальних машин, конструкцій їх окремих вузлів. Зокрема, було встановлено, що для якісного зварювання високоміцних рейок необхідно суттєво змінити технологію контактного нагріву та конструкцію механічної частини машин, що забезпечують підвищення зусиль затискання в 1,5 ... 2,0 рази.





Машина К 900



Машина К960



Машина К1045

Відомо, що в процесі експлуатації безстикової колії в закріплених рейках виникають напруження, пов'язані зі зміною температури, тобто під впливом навколишнього середовища. Їх вплив призводить до деформації колії, порушення заданих розмірів колії, а в критичних ситуаціях – аварій.

В результаті проведених розробок було створено і запатентовано в провідних зарубіжних країнах нове покоління зварювальних машин і технологія, що отримала назву «пульсуюче оплавлення». Перші машини такого типу К900, К920 були розроблені в ІЕЗ і пройшли випробування

на залізницях США спільно з фірмою «Norfolk Southern Corporation» та іншими американськими замовниками.

За останні п'ять років в ІЕЗ було розроблено нове покоління машин типу К1045 та К960 для КСЗО з натягом рейкових плітей довжиною до 1000 м.

На сьогодні є успішний досвід зварювання рейкових плітей з використанням розробленого обладнання та технології для метро в США, КНР, Сінгапурі та інших країн світу, причому з'єднання здійснюється безпосередньо в тунелях.



НІЦ «МАТЕРІАЛООБРОБКА ВИБУХОМ» ІЕЗ ім. Є.О. ПАТОНА

На початку 1970-х років рішенням Ради Міністрів УРСР був затверджений проект про створення Дослідного виробництва з металообробки вибухом в ІЕЗ ім. Є.О. Патона, яке у 1997 р. постановою бюро президії НАН України було реорганізовано в Науково-інженерний центр «Матеріалообробка вибухом» Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона (НІЦ МВ). Необхідність досліджень в цьому напрямку було обумовлено бурхливим розвитком нових галузей промисловості: хімічної, атомної, космічної та ін., які вимагають створення нових композиційних матеріалів (біметалів) для отримання яких застосовувалось зварювання вибухом.

НІЦ МВ сьогодні має у своєму розпорядженні полігон для проведення підривних робіт на відкритих майданчиках, бронелях і у вибухових камерах, одна з яких унікальна та не має аналогів в світі. Вона має конструкцію корпусу у вигляді півсфери, утвореної з відрізків труб і розрахована на підрив заряду вибухової речовини до 200 кг в броньованому тирі. Спорядження зарядів вибуховою речовиною здійснюється в спеціальному цеху, що має 40 ізольованих бронекабін, які дають можливість проводити паралельно до 10 нових технологічних процесів. У складі НІЦ МВ є склад загальної ємністю до 15 т вибухових матеріалів.

Дослідно-випробувальний полігон НІЦ МВ для матеріалообробки вибухом, утилізації боєприпасів та ракет — унікальний комплекс будівель і споруд, забезпечений інженерними мережами і комунікаціями, а також дослідно-виробничим та лабораторним обладнанням і приладами, який дозволяє проводити всі види досліджень та розробок в галузі використання або локалізації енергії вибуху для господарських і спеціальних цілей, а також виробництва дослідних та промислових партій зарядів для різання і зварювання вибухом.

До початку 1980-х років основними напрямками досліджень і розробок НІЦ МВ були: зварювання вибухом, різання металів вибухом, обробка вибухом зварних з'єднань металоконструкцій, син-

тез алмазів вибухом. Були проведені дослідження процесу акумуляції, ефективності дії подовжених зарядів по різним перешкодам і оптимізації їх параметрів, особливостей і параметрів волочіння зарядів, а також роботи зі створення технологічних процесів різання за допомогою зарядів та обладнання для їх виготовлення.

У 1980-ті роки НІЦ МВ виконав великий обсяг досліджень по створенню вибухових технологій і виробів для проведення технологічних та аварійно-відновлювальних робіт на магістральних трубопроводах, а також авіаційної та космічної техніки.



Трубочата камера потужністю 200 кг тротилу



Макет камери



Стандартні кумулятивні заряди (лінійний та кільцевий) та перфратор для нафтогазової промисловості



Шахтна пускова установка підготовлена до демонтажу

Серед них найбільш важливими є:

ТрККЗ – труборіз кільцевий кумулятивний зовнішній для поперечного різання труб при аварійно-відновлювальних роботах і демонтажі магістральних трубопроводів;

ТрККС – труборіз кільцевий кумулятивний сидлоподібний для проведення технологічних робіт при підключенні відведень працюючих нафто- і водопроводів без зупинки перекачування продукту;

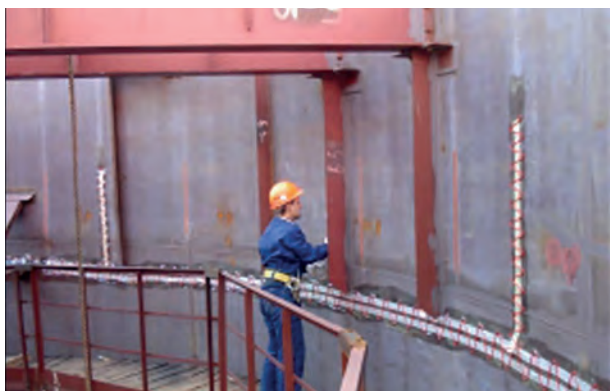
– підготовка труборіза для підводного різання: технологія зварювання вибухом триметалевої труби (ИХ18Н9Т + АМГ6 + ИХ18Н9Т) паливної системи і перехідника (ИХ18Н9Т + АМГ6) між ракетним двигуном і оболонкою міжконтинентальної балістичної ракети;

– ЛУР — лінійне облаштування розділення комплексної системи аварійної евакуації для утворення аварійних виходів в корпусі космічного корабля багаторазового використання; система аварійного відділення від вертольота радіолокаційної антени («Полотно»); облаштування для аварійного відділення лопатей вертольота («УОЛ») для катапультивання членів екіпажу: система руйнування скління літаків для забезпечення можливості покидання літальних апаратів членами екіпажу в аварійному стані;

– пристрій для екстреного відділення радіомаяка («чорного ящика») від літального апарату у разі події.

За останні роки у НІЦ МВ проведені і впроваджені наступні роботи:

– технологія утилізації шахтних пускових установок (ШПУ), проведена ліквідація 49 ШПУ та обробка вибухом 17 баків Миколаївського глиноземного заводу;



Робочий момент обробки вибухом декомпозера



Шахтна пускова установка після утилізації вибухом

– технологія виготовлення перфораторних зарядів для нафтогазових свердловин, а також технологія подрібнення конверсійних шашок вибухових речовин типу А-ІХ-1 і Окфол;

– технологія виготовлення комплексу запахових реквізитів для тренування службових собак кінологічних підрозділів з пошуку вибухових речовин, де в якості одоранту використовувалися вибухові речовини, зокрема: тен, гексоген, тротил, октоген, окфол, ТГ-50.

– комплекси модульного динамічного захисту бронетанкової техніки «НІЖ» і «Дуплет»; модулі «НІЖ» відрізняються високою надійністю (100 % спрацьовування), надійним захистом танків або інших бойових машин від бронебійно-підкаліберних снарядів, кумулятивних засобів ураження та ударно-кумулятивних боєприпасів типу «ударне ядро», підвищена безпека захисту в разі обстрілу з стрілецької зброї, відсутність детонації від осколків і запалювальних сумішей типу «Напалм».

У 2003 р. після всебічних випробувань з використанням сучасних вітчизняних і зарубіжних протитанкових засобів (ПТЗ) комплекс був прийнятий на озброєння українською армією.

Для захисту від танкових ПТЗ при будь-яких умовах зустрічі боєприпасу з бронемашиною розроблено комплекс «Дуплет», який також прийнятий на озброєння і встановлений на танк «Оплот». На сьогодні в оснащувальному цеху НІЦ МВ можливе виготовлення перфораторних зарядів у кількості 100 тис. шт. на рік, а також подовжених ($L = 3200$ мм) термоводостійких зарядів в свинцевій та алюмінієвій оболонці для ініціювання перфораторних зарядів в кількості 1000 шт. на рік, серійних партій елементів динамічного захисту ХСЧКВ-34 та ХСЧКВ-19.

НІЦ МВ є підприємством, що здійснює повний цикл розробки і впровадження нової продукції по ланцюжку: дослідження — дослідно-конструкторські та технологічні роботи — організація виробництва — виробництво.

НІЦ «Матеріалообробка вибухом» ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України по праву відносять до наукових об'єктів, що становлять національне надбання України.



КИТАЙСЬКО-УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ ЗВАРЮВАННЯ ім. Є.О. ПАТОНА

Китайсько-український інститут зварювання ім. Є.О. Патона (КУІЗ), створений у 2011 р., — це платформа міжнародного науково-технічного співробітництва у КНР для впровадження у Китаї та Україні досягнень і досвіду ІЕЗ ім. Є.О. Патона, інших інститутів НАН України та підприємств, а також для проведення з китайськими партнерами спільних розробок і організації наукоємних виробництв в галузі суднобудування, морської інженерії, авіації, залізничного транспорту, видобутку і транспортування нафти і газу, енергетики, енергозбереження. Така форма співпраці не має аналогів по масштабу вже реалізованих проектів.

В даний час Китайсько-український інститут зварювання ім. Є.О. Патона є юридичною особою, відповідно до законодавства КНР, що входить до складу Академії наук провінції Гуандун. Вся діяльність з міжнародного співробітництва в рамках КУІЗ фінансується китайською стороною. Джерела отримання фінансування з китайської сторони — прикладні проекти центрального уряду КНР, уряду провінції Гуандун, міста Гуанчжоу або державних промислових корпорацій, а також акціонерних і приватних компаній з КНР. Фінансова підтримка проектів здійснюється на конкурсній основі, тобто для отримання фінансових коштів в Китаї за кожним проектом в конкурсі беруть участь державні інститути і підприємства КНР, а також провідні закордонні компанії в галузі зварювання та споріднених процесів.

В рамках КУІЗ у виконанні міжнародних проєктів беруть участь ряд інститутів НАН України,

провідних технічних університетів України, а також великих промислових підприємств і науково-виробничих інноваційних компаній. Зокрема, крім ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України, в такій співпраці беруть участь наступні академічні інститути: ІПМ ім. І.М. Францевича, ФТІМС. В міжнародних проєктах в рамках КУІЗ найбільш активну участь приймають наступні університети: НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», НУК імені адмірала Макарова. Також для виконання виробничих завдань, зокрема для виробництва відповідальних вузлів високотехнологічного обладнання, для роботи КУІЗ залучаються ряд промислових та науково-виробничих підприємств з різних регіонів України, зокрема, з Києва, Дніпра, Харкова, Житомира, Миколаєва, Сум та інших міст.

Протягом своєї діяльності КУІЗ спільно з Інститутом електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України (ІЕЗ) реалізував кілька десятків великих проєктів з доопрацювання та впровадження в промисловість передових розробок ІЕЗ. Серед них можна відзначити:

- ♦ розробка універсального обладнання та технології контактного стикового зварювання оплавленням конструкційних сталей, алюмінієвих і титанових сплавів та їх промислове застосування;
- ♦ створення обладнання нового покоління для контактного стикового зварювання оплавленням труб (114...320 мм);
- ♦ розробка технології та обладнання для орбітального зварювання трубопроводів енерге-



Підписання офіційних документів про створення та організацію діяльності Китайсько-українського інституту зварювання ім. Є.О. Патона (2012–2013 рр.). Зліва — направо: губернатор провінції Гуандун пан Чжу Сяодань, президент Національної академії наук України, почесний голова Ради КУІЗ академік Б.Є. Патон, заступник міністра науки і техніки КНР, почесний голова Ради КУІЗ пан Цао Цзяньлінь, заступник директора ІЕЗ, голова Ради КУІЗ академік І.В. Кривцун



Устаткування для зварювання у вузький зазор в керованому магнітному полі довгомірних конструкцій з титанових сплавів товщиною 20...120 мм і довжиною до 4 м та зварний виріб з титанового сплаву Ti4-Al-2V товщиною 120 мм

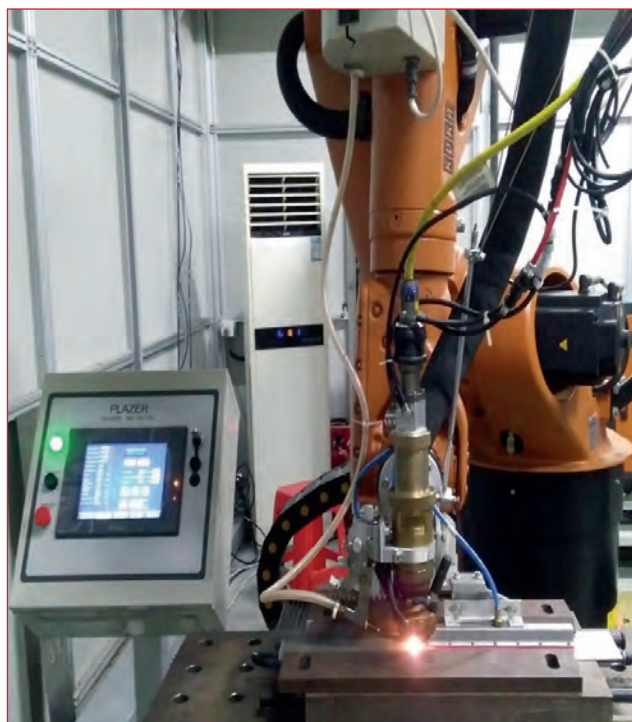
тичного устаткування по шару активного флюсу (А-ТІГ);

♦ створення технології та універсального обладнання для швидкісного плазмового, а також гібридного та комбінованого (тандем) плазмово-дугового (Плазма-MIG) зварювання, його інтеграція в роботизований комплекс;

♦ створення технології і нового покоління обладнання для мікроплазмового та гібридного лазерно-мікроплазмового зварювання імпульсним струмом на різнополярних режимах;

♦ створення технології та обладнання для автоматизованого дугового зварювання довгомірних конструкцій (до 4 м) з високоміцних титанових сплавів великої товщини (до 120 мм) в вузький зазор в керованому магнітному полі;

♦ створення апаратури і технології електродинамічної обробки зварних швів з алюмінієвих сплавів для суднобудування з метою ефективного зниження і регулювання зварювальних деформацій;



Роботизований технологічний комплекс для швидкісного гібридного лазерно-плазмового зварювання



Електрошлакове наплавлення двома стрічками великогабаритних конструкцій енергетичного обладнання



Установка електронно-променевого зварювання для застосування в гранульній металургії

- ♦ розробка технології та обладнання для отримання порошків сферичної форми з високоміцних складнолегованих титанових сплавів із застосуванням плазмових процесів;
- ♦ застосування передових електронно-променевих технологій в турбобудуванні при отри-

манні заготовок лопаток газових турбін методом гарячого ізостатичного пресування порошків (наповнення, дегазація, ущільнення, герметизація (зварювання) контейнерів з металевим порошком для подальшого гарячого ізостатичного пресування);

♦ розробка технології дифузійного зварювання жароміцних сплавів на основі Ni_3Al з керованим напружено-деформованим станом;

♦ вдосконалення обладнання для високочастотного зварювання живих тканин, його адаптація до умов роботи в китайських медичних установах;

♦ розробка нових технологій плазмового зварювання «титан-сталь» та їх апробація у виробництві біметалічних труб для транспортування нафти і газу;

♦ створення спеціалізованого обладнання і технології високопродуктивного (до 45 кг/год) електрошлакового наплавлення двома стрічками великогабаритних виробів енергетичного обладнання;

♦ створення технології та обладнання для високопродуктивного плазмового різання металів підвищених товщин (до 120...150 мм) на зворотній полярності, його інтеграція з системами числового програмного керування стосовно до виробництва великогабаритних конструкцій;

♦ розробка обладнання нового покоління для надзвукового плазмового напилення теплозахисних, жаростійких, зносостійких, корозійностійких і спеціальних покриттів.

Китайсько-український Інститут зварювання має високий авторитет в КНР, Урядом КНР високо оцінені результати діяльності КУІЗ і внесок ІЕЗ в цю діяльність. Зокрема, українські співробітники Інституту електрозварювання, які брали участь в реалізації спільних проектів, відзначені понад десяти урядових нагород КНР, в тому числі вищих нагород центрального уряду КНР.



Нагородження заступника директора ІЕЗ І.В. Кривцуна, 2019 р. (ліворуч) і керівника відділу ІЕЗ, директора КУІЗ з української сторони В.М. Коржика (2014 р.) вищими нагородами Уряду КНР – медалями «За видатні досягнення в міжнародному науково-технічному та економічному співробітництві»





МІЖГАЛУЗЕВИЙ УЧБОВО-АТЕСТАЦІЙНИЙ ЦЕНТР ІЕЗ ім. Є.О. ПАТОНА

Державне підприємство «Міжгалузовий учбово-атестаційний центр Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України» створено у 1988 р. рішенням уряду України на базі діючих з 1958 р. при ІЕЗ ім. Є.О. Патона курсів із підвищення кваліфікації інженерно-технічних працівників.

Професійне навчання, підвищення кваліфікації та атестація (сертифікація) персоналу зварювального виробництва з орієнтацією на розвиток і поглиблення професійної компетентності є визначальною концепцією в діяльності ДП «МУАЦ ІЕЗ ім. Є.О. Патона».

Центр акредитований в національній та міжнародній кваліфікаційній системі та забезпечує безперервну, багатопланову професійну підготовку різних категорій персоналу зі зварювання за програмами:

- Перепідготовка та підвищення кваліфікації інженерно-технічного персоналу в галузі зварювання та споріднених технологій
- Підвищення кваліфікації викладачів та майстрів виробничого навчання (інструкторів) зі зварювання
- Професійна підготовка, перепідготовка та підвищення кваліфікації зварників і контролерів з неруйнівного контролю
- Кваліфікаційна атестація персоналу зварювального виробництва відповідно до національних та міжнародних вимог

Навчальні програми перепідготовки та підвищення кваліфікації інженерно-технічного персоналу розраховані на фахівців, які вирішують проблеми впровадження нових технологічних процесів зварювання та споріднених технологій та направлені на розвиток професійних знань та

умінь, пов'язаних з реалізацією функцій управління, координації та забезпечення якості зварювання відповідно до вимог національних, європейських і міжнародних стандартів.



Сертифікати та свідоцтво про акредитацію

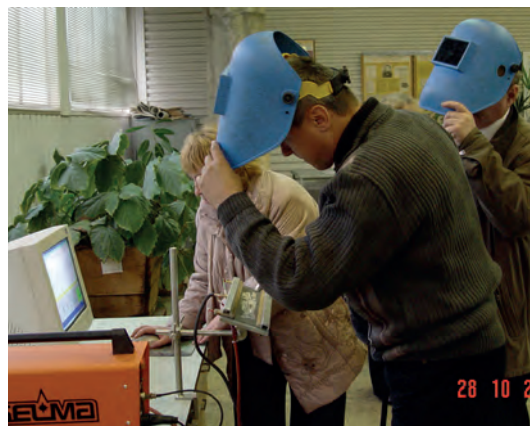


Програми підвищення кваліфікації викладачів та майстрів виробничого навчання зі зварювання передбачають розширення їх професійної компетентності для впровадження інноваційних технологій навчання та формування нових підходів в організації професійної підготовки зварників.

Сучасне зварювальне виробництво пред'являє спеціальні вимоги до професійної підготовки



Заняття в групі інженерів зі зварювання



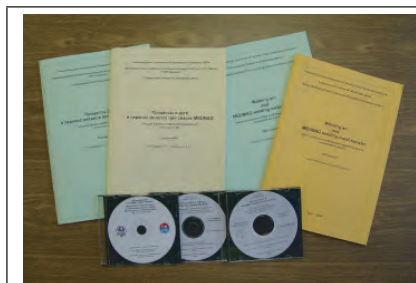
Заняття в комп'ютерно-тренажерному класі



Практичне заняття у навчальній майстерні



Підтвердження професійної кваліфікації



Навчальні посібники модульної технології навчання



Навчальні майстерні

зварників, професійна компетентність яких повинна відповідати діючим на виробництві вимогам з забезпечення якості зварювання. Програми професійної підготовки зварників розроблено на базі модульних навчальних систем, рекомендованих Міжнародною організацією праці та Міністерством освіти і науки України. Застосування модульних навчальних програм забезпечує мобільність професійної підготовки, значно полегшує сприйняття навчального матеріалу та дає можливість кожному слухачеві засвоювати програму у власному зручному темпі.

Підтвердження професійної компетентності (атестація) проводиться за програмами спеціальної підготовки та кваліфікаційних випробувань згідно з діючими в зварювальному виробництві нормативними документами (правила та стандарти).

Центр також має акредитацію Міжнародного інституту зварювання і Європейської федерації зварювання на підготовку та присвоєння міжнародних професійних кваліфікацій у галузі зварювання:

- Міжнародний інженер зі зварювання (IWE);
- Міжнародний технолог зі зварювання (IWT);
- Міжнародний спеціаліст зі зварювання (IWS);
- Міжнародний практик зі зварювання (IWP);
- Міжнародний інспектор зі зварювання (IWIP);
- Міжнародний зварник (IW).

Центр є учасником міжнародних програм з підготовки персоналу зварювального виробництва й використовує в навчальному процесі інноваційні



Диплом міжнародного інженера зі зварювання

навчально-методичні матеріали як власної розробки, так і створені в інших країнах.

Навчальна база, яка оснащена сучасним зварювальним устаткуванням, інноваційні технології навчання та висококваліфіковані викладачі та інструктори забезпечують досягнення кожним слухачем необхідного рівня професійної кваліфікації.

<http://muac.kpi.ua>



МІЖНАРОДНИЙ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЦЕНТР ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ТА СЕРТИФІКАЦІЇ «ПАТОНСЕРТ»

Товариство з обмеженою відповідальністю «Міжнародний науково-технічний центр забезпечення якості та сертифікації «ПАТОНСЕРТ» (ТОВ МНТЦ «ПАТОНСЕРТ») створено в 1994 р. спільним рішенням НТК «Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України», Товариства зварників України, Асоціації зварників Грузії і Казахстану та Інституту зварювання та захисних покриттів (Білорусь) з метою підвищення якості та конкурентоспроможності продукції зварювальних виробництв на основі впровадження і сертифікації систем забезпечення якості.

Основні напрямки діяльності центру:

- розроблення правил і процедур проведення оцінки та сертифікації зварювальних виробництв;
- надання консультаційних послуг підприємствам зварювального виробництва при впровадженні систем забезпечення якості зварювання;
- проведення спільних з міжнародними центрами сертифікаційних випробувань;

– сертифікація зварювальних виробництв відповідно до вимог національних та міжнародних стандартів;

– надання послуг з розробки технологічних інструкцій зі зварювання (WPS);

– атестація технологій зварювання.

ТОВ МНТЦ «ПАТОНСЕРТ» акредитовано з 2006 р. Міжнародним інститутом зварювання та Європейською зварювальною федерацією (міжнародна система сертифікації ІІВ/ЕВФ) на проведення оцінки та сертифікацію зварювальних виробництв, атестацію технологій зварювання на відповідність європейських та міжнародних стандартів серії EN ISO 3834.

Сертифікація зварювального виробництва згідно EN ISO 3834 застосовується, коли потрібно підтвердження здатності виробника виготовляти зварні конструкції, якість яких цілком задовольняє регламентованим вимогам.

Визначальним фактором підтвердження відповідності регламентованим вимогам є атестаційні випробування технологій зварювання відповідно з вимогами стандарту EN ISO 15614 та оформлення Протоколу підтвердження технології зварювання (WPQR).

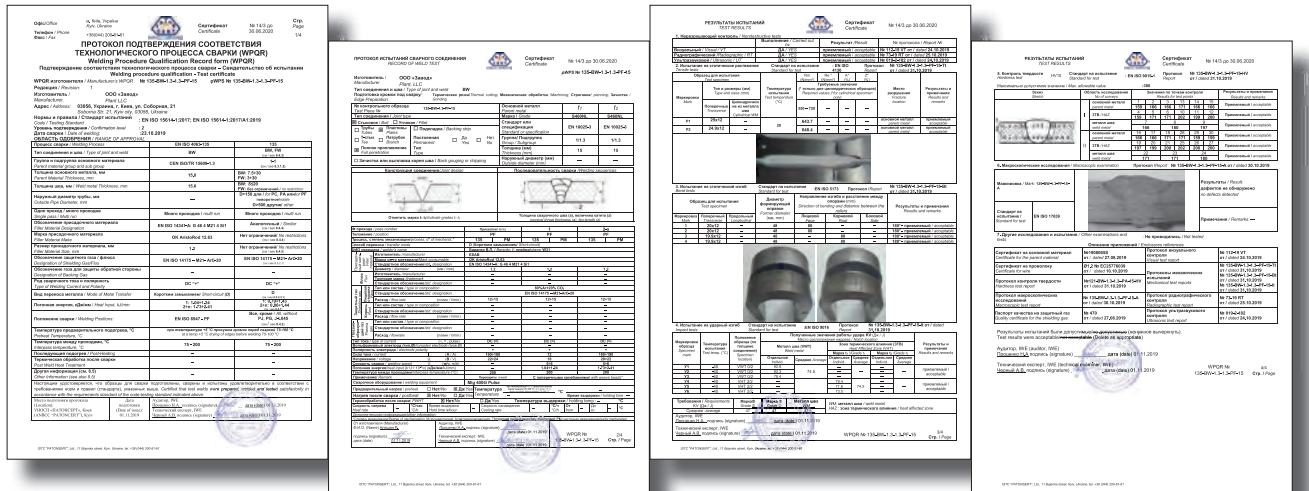
Партнерами ТОВ МНТЦ «ПАТОНСЕРТ» є більш як 30 підприємств України та європейських країн. Зокрема, сертифікати ТОВ МНТЦ «ПАТОНСЕРТ» отримали такі підприємства, як: БАТ «ТУРБОАТОМ», ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод», ПАТ «Запоріжжкран», ПрАТ «Краматорський завод важкого станкобудування», ТОВ «ОРІОН.ГРУП», ТОВ «MADESTA» (Латвія).



Сертифікати акредитації



Міжнародний та Європейський сертифікати підприємств



Вручення сертифікатів в ІЕЗ ім. Є.О. Патона



ПАТ «Краматорський завод важкого верстатобудування» та АТ «ТУРБОАТОМ»



ТОВ «СТАЛЬМОСТ»



ПАТ «Запорізький завод важкого кранобудування»



ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод»

E-mail: patoncert@gmail.com



АТЕСТАЦІЙНИЙ ЦЕНТР З НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ при ІЕЗ ім. Є.О. ПАТОНА

Державне підприємство «Атестаційний центр з неруйнівного контролю при ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України» (АЦНК) створено у 1991 р. на базі Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України постановою Президії НАН України з метою організації навчання і атестації для подальшої сертифікації фахівців I, II та III рівнів з неруйнівного контролю зварних конструкцій і виробів, згідно з національними, європейськими та міжнародними стандартами та нормами. Центр акредитовано в національній та міжнародній кваліфікаційній системі по навчанню, атестації та сертифікації фахівців по наступним методам неруйнівного контролю ():

- візуально-оптичний (VT)
- ультразвуковий (UT)
- радіографічний (RT)
- капілярний (PT)
- магніто-порошковий (MT)
- вихрострумний (ET)
- акустичний (AT)
- контроль герметичності (LT)
- тепловий (TT).

За час свого існування в атестаційному центрі пройшли підготовку близько 10 тис. фахівців (у тому числі й іноземні спеціалісти), надано тисячі послуг з технічного діагностування та неруйнівного контролю об'єктів підвищеної небезпеки.



Практичні заняття



Теоретичні заняття



Навчання по UT



Група слухачів з НК



Республіканський стадіон, де було проведено роботи по неруйнівному контролю

Іншим напрямком діяльності АЦНК є обстеження методами неруйнівного контролю технічного стану об'єктів підвищеної небезпеки з метою запобігання потенційно аварійним ситуаціям. Центр проводить неруйнівний контроль, технічне діагностування та технічне опосвідчення наступного обладнання:

- метало- та будівельні конструкції
- парові та водогрійні котли
- посудини, що працюють під тиском
- трубопроводи пари та гарячої води
- вантажопідйомні механізми
- технологічні трубопроводи та обладнання
- магістральні трубопроводи
- резервуари для зберігання нафтопродуктів.

АЦНК займається розробкою технологій для контролю обладнання у відповідності до нових національних стандартів гармонізованих з європейськими та міжнародними, а також розробляє обладнання для неруйнівного контролю.

За багато років своєї діяльності ДП «АЦНК при ІЕЗ ім. С.О. Патона» зарекомендувало себе, як надійний та висококваліфікований партнер, клієнтами якого стали найбільші підприємства України.



Проведення діагностики зварних з'єднань на Подільському цементному заводі

У своїй діяльності центр дотримується наступних принципів:

- якісне та своєчасне виконання своїх обов'язків перед Замовником
- збереження єдиних принципів роботи з Замовником незалежно від його статусу
- збереження конфіденційності інформації
- оперативне реагування на побажання Замовника
- чесність та порядність у виконанні своїх обов'язків.

Наші можливості:

- колектив досвідчених та висококваліфікованих викладачів
- сучасна матеріально-технічна та методична база
- багаторічний досвід на ринку послуг
- використання сучасних комп'ютерних технологій для самопідготовки та об'єктивного оцінювання набутих знань
- гнучкий підхід до побажань Замовника
- можливість проведення виїзних сесій
- індивідуальний підхід до кожного.

Тел.: +38 (044) 200-81-83, 200-81-40, 200-81-86
acnk.kiev.ua

Краса зварювання



Композиція «Метелик», 2020 р.,
титан, висота 50 см,
TIG зварювання
та наплавлення

Автор:
художник-зварник
Дмитро Кушнірук

Фото: Володимир Дибань





ACTING GLOBAL
WELDING LOCAL



Welding
Alloys
Group



**Дугове наплавлення.
Матеріали. Технології. Обладнання.**

Отримання виробів з особливими, часом унікальними, властивостями робочих поверхонь
вельми актуально при виготовленні та відновленні відповідальних конструкцій.
Найширший спектр матеріалів та устаткування одного зі світових лідерів в області відновлювального
наплавлення – концерну «Welding Alloys» представлено на ринку України компанією «ТМ.ВЕЛТЕК» –
найбільшим національним виробником порошкових дротів.

marketing@welding-alloys.com
www.welding-alloys.com



Представництво в Україні
ТОВ «ТМ.ВЕЛТЕК»
www.weldtech-group.com

Easy to weld
High productivity