

З А В Т О М А Т И Ч Н Е 9 2022 С В А Р Ю В А Н Н Я

Автоматическая сварка

Видається 12 разів на рік з 1948 р.

Automatic Welding

Published 12 times per year since 1948

ЗМІСТ

НВО «Червона Хвиля» — 25!.....3

МІЦНІСТЬ І МЕХАНІКА РУЙНУВАННЯ

Лобанов Л.М., Пашин М.О., Миходуй О.Л., Гринюк А.А., Гончаров П.В., Альошин А.О., Соломійчук Т.Г., Сидоренко Ю.М., Устименко П.Р., Yuhui Yao. Вплив форми електроду на напружено-деформований стан сплаву АМг6 при його електродинамічній обробці5

МЕТАЛОЗНАВСТВО

Головко В.В. Вплив інокулянтів на особливості формування структури зварних швів низьколегованих сталей (Огляд).....12

Борисов Ю.С., Волос О.В., Вігілянська Н.В., Задоя В.Г., Стрельчук В.В. Вплив параметрів процесу магнетронного напылення на фазовий склад і структуру покриттів з нітриду вуглецю16

Аджамський С.В., Кононенко Г.А., Подольський В.Р. Вплив термічної обробки зразків з Ti6Al4V, виготовлених за технологією вибіркового лазерного плавлення, на структуру та механічні властивості21

Пальцевич А.П. Взаємодія розчиненого водню з дислокаційною структурою низьковуглецевого наплавленого металу ...27

ЗВАРЮВАННЯ ПОЛІМЕРІВ

Ващук А.В., Мотруніч С.І., Демченко В.Л., Юрженко М.В., Ковальчук М.О., Мамуна Є.П. Хімічне зварювання внапуск епоксидних вітримерів та їх наноккомпозитів31

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ

Царик Б.Р., Мужиченко О.Ф., Махненко О.В. Математична модель визначення залишкових напружень і деформацій при зварюванні тертям з перемішуванням алюмінієвого сплаву37

ЗАХИСНІ ПОКРИТТЯ

Войнарович С.Г., Алонцева Д.Л., Кислиця О.М., Калюжний С.М., Цимбаліста Т.В., Димань М.М. Мікроплазмове напылення покриття з використанням цирконієвого дроту.....45

ЗВАРЮВАЛЬНЕ ОБЛАДНАННЯ

Драченко М.П., Коротинський О.Є. Високопродуктивне обладнання для тандемного MMA зварювання (наплавлення) ... 51

ІНФОРМАЦІЯ

П.О. Косенку – 80!.....56

Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона посилює співпрацю з німецькими колегами57

Виставка оборонної промисловості MSPO-2022.....59

Перша в світі монографія з автоматичного зварювання бронеконструкцій60

Календар вересня.....61

CONTENT

NVO «Chervona Hvylya» is 25!.....3

STRENGTH AND FRACTURE MECHANICS

Lobanov L.M., Pashchyn M.O., Mykhoduj O.L., Hryniuk A.A., Honcharov P.V., Alyoshyn A.O., Solomiychuk T.G., Sydorenko Yu.M., Ustymenko P.R., Yuhui Yao. Influence of electrode shape on stressed-strained state of AMg6 alloy during its electrodynamic treatment.....5

METAL SCIENCE

Holovko V.V. Influence of inoculants on the features of weld structure formation in low-alloyed steels (Review)12

Borysov Yu.S., Volos O.V., Vigilyanska N.V., Zadoya V.G., Strelchuk V.V. Influence of parameters of magnetron sputtering process on phase composition and structure of carbon nitride coatings16

Adjamskiy S.V., Kononenko G.A., Podolskiy V.R. Influence of heat treatment of specimens from Ti6Al4V manufactured by the technology of selective laser melting on structure and mechanical properties21

Paltsevych A.P. Interaction of dissolved oxygen with the dislocation structure of low-carbon deposited metal27

WELDING POLYMERS

Vashchuk A.V., Motrunich S.I., Demchenko V.L., Yurzhenko M.V., Kovalchuk M.O., Mamunya E.P. Chemical overlap welding of epoxy vitrimers and their nanocomposites31

PROCESS MODELING

Tsaryk B.R., Muzhichenko O.F., Makhnenko O.V. Mathematical model of determination of residual stresses and strains in friction stir welding of aluminium alloy37

PROTECTIVE COATINGS

Voinarovych S.G., Alontseva D.L., Kyslytsia O.M., Kalyuzhnyi S.M., Tsymbalista T.V., Dyman M.M. Microplasma spraying of coatings using zirconium wire.....45

WELDING EQUIPMENT

Drachenko M.P., Korotynskiy O.E. High performance equipment for tandem MMA welding (surfacing)51

INFORMATION

Kosenko - 80!56

E.O. Paton Electric Welding Institute strengthens cooperation with German colleagues57

Exhibition of defense industry MSPO-2022.....59

The world's first monograph on automatic welding armored structures.....60

September calendar61



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



Автоматичне зварювання Автоматическая сварка Automatic Welding

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

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

Засновники

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

Адреса

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

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

Рекомендовано до друку
редакційною колегією журналу

Свідоцтво про державну
реєстрацію KB 4788 від 09.01.2001

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

Передплата 2023

Передплатний індекс 70031.
12 випусків на рік (видається щомісячно).
Друкована версія: 3360 грн. за річний комплект
з урахуванням доставки рекомендованою банделлою.
Електронна версія: 3360 грн. за річний комплект
(випуски журналу надсилаються електронною поштою
у форматі .pdf або для IP-адреси комп'ютера
передплатника надається доступ до архіву журналу).
Передплата можлива на попередні випуски за будь-який рік.
Статті з журналу «Автоматичне зварювання» вибірково
перевідаються англійською мовою в журналі
«The Paton Welding Journal»:
www.patonpublishinghouse.com/eng/journals/tpwj

За зміст рекламних матеріалів
видавець відповідальності не несе.

EDITORIAL BOARD

Scientists of E.O. Paton Electric Welding Institute of NASU:
I.V. Krivtsun (Editor-in-Chief),
V.M. Lipodaev (Staff Deputy Editor-in-Chief)
O.M. Berdnikova, V.V. Knysh,
V.M. Korzhyk, Yu.M. Lankin,
L.M. Lobanov, S.Yu. Maksimov,
M.O. Pashchin, V.D. Poznyakov,
I.O. Ryabtsev, K.A. Yushchenko;
V.V. Dmitrik, NTU «Kharkiv Polytechnic Institute», Kharkiv;
V.V. Kvasnytskyi, E.P. Chvertko, NTUU «Igor Sykorsky
Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv;
M.M. Student, Karpenko Physico-Mechanical Institute
of NASU, Lviv;
M. Zinigrad, Ariel University, Israel;
U. Reisgen, Welding and Joining Institute, Aachen, Germany;
Ja. Pilarczyk, Welding Institute, Gliwice, Poland

Founders

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

Address

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

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

Order of the MES of Ukraine № 409 of 17.03.2020.

Recommended for printing Editorial Board of the Journal

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

Subscription 2023

Subscription index 70031.
12 issues per year (issued monthly), back issues available.
\$384, subscriptions for the printed (hard copy) version,
air postage and packaging included.
\$312, subscriptions for the electronic version
(sending issues of Journal in pdf format
or providing access to IP addresses).
Subscription is possible for previous issues for any year.

Articles from «Автоматичне Зварювання» (Automatic Welding)
journal is republished selectively in English in
«The Paton Welding Journal»:
www.patonpublishinghouse.com/eng/journals/tpwj

Publisher is not responsible
for the content of the promotional material.

НВО «Червона Хвиля» — 25!

В вересні святкує своє 25-річчя київське підприємство ПрАТ «НВО «Червона Хвиля».

Вся історія підприємства з моменту заснування у далекому 1997 р. нероздільно пов'язана з титановим виробництвом, а також з розвитком і впровадженням електронно-променевих технологій.

Початковою метою діяльності молодшої компанії стало створення першого в Україні повного циклу з виробництва титанових зливків. На підприємстві було створено виробничу ділянку з якісної підготовки титанового брухту до переплаву. Спільно з Науково-виробничим центром «Титан» Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона було розроблено методику виробництва високоякісних титанових зливків електронно-променевим переплавом з шихти, яка повністю складалася з брухту та відходів. В результаті вже через рік на світовому титановому ринку з'явилися дешеві та якісні зливки та сляби, які купували гранди титанової індустрії у США, Європі та Китаї. НВО «Червона Хвиля» швидко перетворилася з експортера сировини на імпортера титанового брухту та найбільшого в Україні експортера титанових напівфабрикатів.

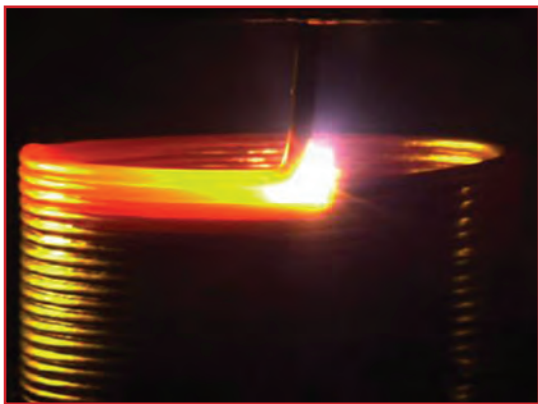
З часом більшість компаній, у яких утворювалося багато титанових відходів, вирішили додати до свого традиційного парку плавильних систем електронно-променеві плавильні печі — в титановому світі розпочався справжній бум такого обладнання. Тому власники НВО «Червона Хвиля» вирішили переорієнтувати свою діяльність з металевого виробництва на створення найсучаснішого електронно-променевого плавильного обладнання — вони мали підстави вважати, що ніхто інший не мав такого поєднання знань особливостей технології плавки з власною реальною виробничою практикою.

З цією метою в 2005 р. було створено Конструкторське бюро вакуумно-металургійного обладнання з командою висококласних конструкторів, інженерів та технологів. Вже через три роки було спроектовано і збудовано першу велику електронно-променеву плавильну піч для виробництва 10-тонних титанових зливків. Потім були інші проекти, пов'язані не тільки з титаном, але й іншими вартісними металами.

Слід відзначити, що основою всіх розробок компанії — технологічних і конструктивних — завжди були газорозрядні електронні гармати. Унікальне поєднання виняткових технологічних можливостей, широкого діапазону технічних умов експлуатації та простоти обслуговування зробили ці гармати незамінним інструментом для багатьох процесів вакуумної металургії. Розроблені інженерами компанії газорозрядні електронно-променеві гармати потужністю до 600 кВт використовуються в усьому світі для плавки та рафінування титану, ніобію, танталу, молібдену, ванадію, цирконію, кремнію та платини у сучасних системах EB-PVD та спеціальних зварювальних застосуваннях.



Виняткова здатність газорозрядних електронних гармат безпосередньо генерувати профільні електронні промені, у тому числі порожнисті, стала передумовою для створення в 2014 р. технології 3D друку, відомої як xBeam 3D Metal Printing. Ця розробка стала початком нового етапу розвитку компанії в галузі адитивного виробництва. Технічні характеристики спеціальної електронної гармати та особливості технологічного процесу осадження забезпечили значні конкурентні переваги цієї техно-



логії. Перші замовлення на системи 3D друку xBeam почали надходити ще на стадії розробки. До цього часу вже доведено незалежними дослідженнями можливість виготовлення 3D друком титанових виробів, які за властивостями не поступаються якості традиційного кованого металу, що є критичним для аерокосмічної галузі.

Наукові дослідження завжди займали особливе місце в діяльності НВО «Червона Хвиля» адже основний бізнес компанії — розробка високотехнологічного обладнання, що вимагає як фундаментального теоретичного обґрунтування технологічних та інженерних рішень, так і підтвердження отриманих результатів глибокими дослідженнями структури та властивостей металевих ви-

робів, отриманих за розробленими методиками. Поєднання великого досвіду інженерів компанії в проектуванні вакуумних систем з глибокими знаннями технологів у фізичній металургії дозволяє не тільки конкурувати з найкращими іноземними технологіями, але й часто перевершувати їх за рахунок неординарних технічних рішень. Інновації, розроблені колективом НВО «Червона Хвиля», захищені патентами та заявками на винаходи в Україні, США, Німеччині, Китаї тощо. Вчені та технологи компанії є постійними учасниками та доповідачами на міжнародних конференціях в галузях титанового виробництва, електронно-променевих та адитивних технологій.

Останнім часом основним напрямком науково-технічних досліджень та розробок НВО «Червона Хвиля» є вивчення технологічних можливостей профільних електронних променів, які можна згенерувати за допомогою газорозрядних електронних гармат з різною конфігурацією електродних систем.

Успішна науково-дослідницька діяльність НВО «Червона Хвиля» була б неможливою без методологічного та практичного співробітництва з партнерами з академічного та університетського середовища, серед яких можна відзначити Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України, НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського», TWI та Університет Манчестера (Велика Британія), Шанхайський університет науки та технологій (Китай) та, звичайно, Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона



НАН України, з яким тісно пов'язана вся історія розвитку компанії — від заснування до цього часу.

Сьогодні НВО «Червона Хвиля» продовжує розвивати та вдосконалювати технологічну та інженерну базу. Колектив компанії — це близько двадцяти науковців, серед яких один доктор та два кандидати наук, інженерів та конструкторів, на рахунок яких десятки реалізованих дослідницьких та промислових проектів.

На протязі всіх 25 років своєї історії компанія спирається на три основні принципи — власні технології, власний дизайн обладнання, власний досвід експлуатації. Це завжди допомагало ефективно долати весь шлях від розробки до

впровадження і отримувати визнання провідних компаній у всьому світі.

Ми віримо, що наші кращі розробки ще попереду!

Запрошуємо до співробітництва!

Директор НВО «Червона Хвиля»
Дмитро Ковальчук



П.О. КОСЕНКУ – 80!



19 вересня виповнилося 80 років відомому спеціалісту з організації виробництва зварювальних матеріалів, представнику Патонівської школи, багаторічному директору Державного підприємства «Дослідний завод зварювальних матеріалів Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України» Петру Олексійовичу Косенку.

П.О. Косенко після закінчення у 1969 р. Київського політехнічного інституту за направленням працював майстром зміни, начальником виробництва, головним механіком Київського зварювально-електродного заводу, потім головним інженером Київського сітково-електродного заводу ім. Письменного.

З 1977 по 2021 рр. П.О. Косенко – директор Дослідного заводу зварювальних матеріалів ІЕЗ ім. Є.О. Патона. За ці роки завод пройшов славетний шлях розвитку та реконструкції. Було модернізовано ділянки виготовлення рідкого скла, конвеєрних і камерно-сушильних та прокалювальних печей, електрообмазувальних агрегатів, оптимізовано технологію серійного виробництва електродів малого діаметра (2,5 і 3,0 мм) та високопродуктивних електродів. Проведено реконструкцію і модернізацію заводської лабораторії, встановлено сучасне обладнання. Побудовано склад, що опалюється, для зберігання сировинних матеріалів. Завод стає потужною базою для виробництва нових видів зварювальних матеріалів. Досвід, якого набули спеціалісти ІЕЗ ім. Є.О. Патона на Дослідному заводі, дозволяв їм в найкоротші терміни освоювати виготовлення сучасних матеріалів, створених в ІЕЗ ім. Є.О. Патона, також і на інших заводах.

Під безпосереднім керівництвом П.О. Косенка та за його активної участі завод впровадив у виробництво понад 32 марок зварювальних електродів, 40 марок порошкового дроту для зварювання та наплавлення, 25 марок плавлених і керамічних флюсів. Також зроблен великий внесок у спорудження газопроводу «Уренгой–Помари–Ужгород».

П.О. Косенко автор 19 винаходів, впроваджених у виробництво, які сприяли більш ефективно-

му використанню сировинних матеріалів, удосконаленню технологічних процесів, автоматизації зварювання та підвищенню якості зварювальних матеріалів.

В 2004 – 2005 рр. на базі заводу, при активній підтримці П.О. Косенка, був успішно виконан інноваційний проект НАН України «Організація сучасного виробництва порошкового дроту згідно до вимог міжнародної системи забезпечення якості продукції». Основним результатом виконання проекту стала успішна реалізація розробленої в ІЕЗ технології та ноу-хау виробництва порошкових дротів для електродугового зварювання за рахунок технічного переоснащення та комплектації виробничих потужностей Дослідного заводу зварювальних матеріалів ІЕЗ ім. Є.О. Патона обладнанням, що відповідає сучасному світовому рівню.

Продукція заводу протягом багатьох років використовувалася в енергетиці, мостобудуванні, суднобудуванні, будівництві нафто- і газопроводів. Навіть у важких економічних умовах керуване П.О. Косенком підприємство практично не зменшувало обсяги виробництва продукції, значна частина якої експортувалася. Завод став флагманом виробництва зварювальних матеріалів і успішно закріплював свої позиції на ринку цієї важливої продукції.

П.О. Косенко зробив великий внесок у розвиток наукоємних технологій і прогресивних зварювальних матеріалів, у становлення їх вітчизняного виробництва.

П.О. Косенко – двічі Лауреат премії Ради Міністрів СРСР (1983 р., 1990 р.). Він нагороджений Почесною грамотою Президії Верховної Ради УРСР (1984 р.), орденом «Знак Пошани» (1986 р.), медаллю «Ветеран Праці» (1989 р.), орденом «За заслуги» III ступеня (1998 р.), орденом «За заслуги» II ступеня (2009 р.), відзнакою Національної академії наук «За професійні здобутки» (2012 р.), відзнакою Національної академії наук «За сприяння розвитку науки» (2017 р.), орденом «За заслуги» I ступеня (2018 р.). Йому присвоєно почесне звання «Заслужений машинобудівник України» (2001 р.).

*Сердечно вітаємо ювіляра
та бажаємо міцного здоров'я.*

Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона
Редколегія та редакція журналу

ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ім. Є.О. ПАТОНА ПОСИЛЮЄ СПІВПРАЦЮ З НІМЕЦЬКИМИ КОЛЕГАМИ

В серпні цього року директор Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона академік НАН України Ігор Кривцун та учений секретар інституту кандидат технічних наук Ілля Клочков відвідали з робочим візитом Федеральний інститут досліджень та випробувань матеріалів (Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung) у м. Берліні та Інститут зварювання та з'єднань Рейнско-Вестфальського технічного університету у м. Аахен.

Федеральний інститут досліджень та випробувань матеріалів є вищим науково-технічним інститутом, який підпорядковується Федеральному міністерству економіки та захисту клімату Німеччини. Інститут займається дослідженнями та розробками у галузі матеріалознавства, хімії, захисту навколишнього середовища і безпеки. Він складається з 11 департаментів та нараховує близько 1700 співробітників.

Він також розповів про виклики, що постали перед науковою спільнотою України в умовах повномасштабної агресії РФ, а також втрати, яких зазнала Національна академія наук України.

Йшлося й про перспективи спільних дослідницьких проєктів Федерального інституту досліджень та випробувань матеріалів та Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона.

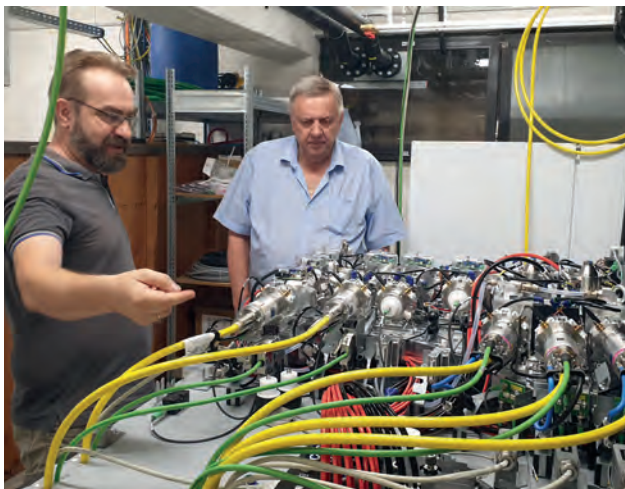


Ілля Клочков, Ігор Кривцун та Томас Бьоллінгхаус

Під час візиту гості ознайомились з діяльністю департаменту безпеки конструкцій. Приймав гостей особисто керівник департаменту професор Томас Бьоллінгхаус, який нещодавно був обраний новим президентом Міжнародного інституту зварювання (IIW), а також співробітник цього департаменту доктор Андрій Гуменюк.

Керівництво ІЕЗ відвідало дві зварювальні лабораторії. Особливу зацікавленість викликала технологія лазерного зварювання з новим лазером потужністю 60 кВт, який було нещодавно введено в експлуатацію.

У ході розмови академік Ігор Кривцун проінформував німецьких колег про статус та структуру ІЕЗ, основні напрями його наукових досліджень і науково-технічних розробок.



Андрій Гуменюк демонструє Ігорю Кривцу зварювальний лазер потужністю 60 кВт

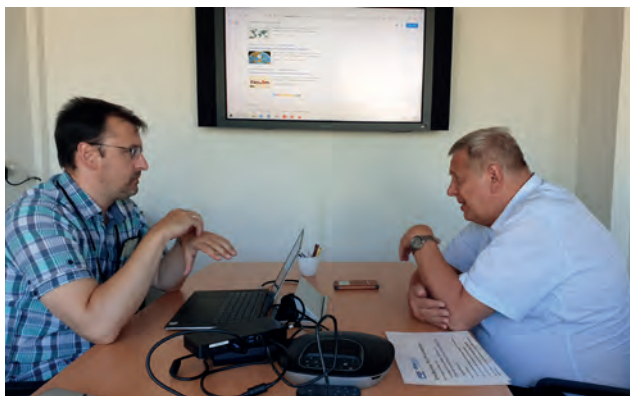
Інститут зварювання та з'єднань у м. Аахен вже майже 70 років проводить дослідження у галузі сучасних технологій зварювання та з'єднання. Дослідження, які проводяться у цьому Інституті, охоплюють майже всі промислово важливі методи нероз'ємного з'єднання. До них належать технології дугового з'єднання з їх сучасними технологічними варіаціями, весь спектр електронно-променевого та лазерного зварювання, процеси контактного зварювання та зварювання тертям, клейове з'єднання, а також математичне моделювання зварювальних процесів.

Окрім аналізу фундаментальних процесів, які проводяться в рамках вищезазначених технологій, основний акцент робиться на впровадженні отриманих результатів у вдосконалення та подальший

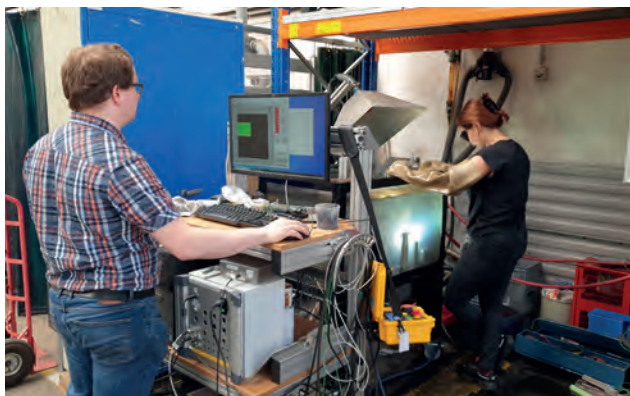
розвиток технологій з'єднання для створення нових матеріалів та проектування конструкцій.

Інститут зварювання та з'єднань Рейнско-Вестфальського технічного університету та Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона поєднують багато років взаємної плідної співпраці.

В рамках візиту відбулася зустріч керівництва ІЕЗ з директором Інституту професором Уве Райсгеном, науковцем інституту – доктором Олегом Мокровим та головним інженером Інституту Раулем Шармою. Гостей ознайомили з новими науковими досягненнями та напрацюваннями інституту, роботою лабораторій, продемонстрували сучасне зварювальне обладнання. Також під час зустрічі сторони обговорили перспективи подальшого співробітництва у науково-технічній сфері.



Академік Ігор Кривцун та доктор Олег Мокров



В лабораторії зварювання під водою



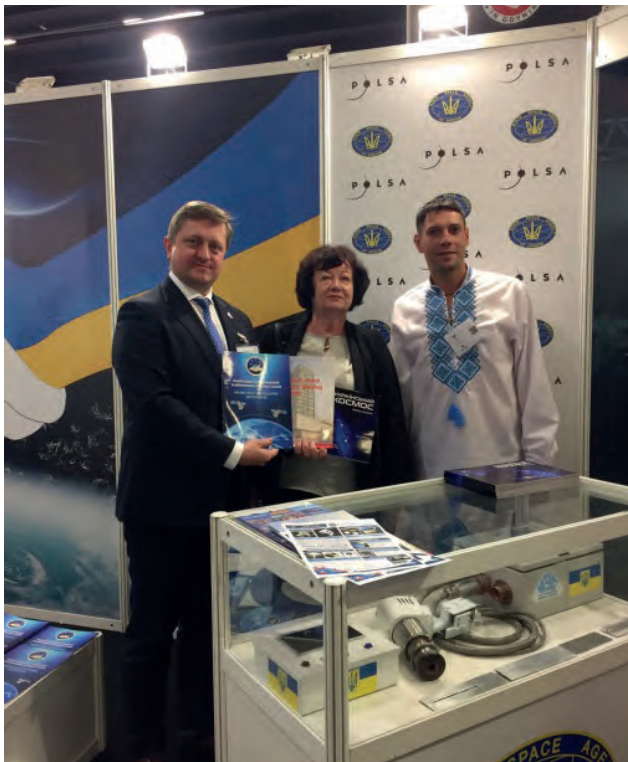
Ілля Ключков та Рауль Шарма у лабораторії електронно-променевого та лазерного зварювання

ВИСТАВКА ОБОРОННОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ MSPO-2022

З 4 по 10 вересня 2022 р. в м. Кельце (Польща) була проведена щорічна XXX Міжнародна виставка оборонної промисловості MSPO-2022 (Międzynarodowy Salon Przemysłu Obronnego). Цього року виставка зібрала 613 експонентів із 33 країн світу, серед яких 312 польських компаній. Захід відвідало 60 делегацій із 39 країн світу, у тому числі вісім на міністерському рівні. 25000 гостей з усього світу відвідали MSPO 2022, ще 10500 відвідали День відкритих дверей. Окрім почесного гостя – президента Анджея Дуди, захід відвідали також прем'єр-міністр Матеуш Моравецький, віцепрем'єр-міністр національної оборони Маріуш Блашак та голова Бюро національної безпеки Павел Солох. Участь у заході взяв також керівний склад Війська Польського.

MSPO посідає третє місце серед усіх європейських виставок після Паризької та Лондонської та є основним міжнародним заходом у Східній Європі для представлення військової техніки та технологій. В рамках виставки також проводяться ділові зустрічі виробників оборонної техніки.

Турецьку делегацію, яка цього року була одним з основних інвесторів виставки, очолив міністр національної оборони Хулусі Акар. Серед учасників з Туреччини 30 компаній. Серед них компанія Baykar з висотними безпілотними літальними апаратами Bayraktar далекої дії.



На стенді ІЕЗ: співробітники ІЕЗ з послом України в Польщі паном Василем Зваричем

Американська компанія Lockheed Martin представила реактивні системи залпового вогню Хаймерс (M142 HIMARS), переносні протитанкові ракетні комплекси Джавелін (FGM-148 Javelin) та відомий літак F-35 LIGHTNING II.

Крім того, зі своєю продукцією прибули такі компанії, як Hensoldt Roketsan, Boeing, Rotem та інші. Warszawska Politechnika, яка проводить величезну кількість наукових досліджень для оборонної промисловості Польщі, представила результати своїх досліджень.

Польська космічна агенція POLSA виділила Державному космічному агентству України (ДКАУ) безкоштовно площі для розміщення експонатів. Так, за підтримки Польського космічного агентства в рамках MSPO-2022, організовано експозицію ДКАУ, на якій представлено зразки продукції 5 українських компаній космічної галузі, в тому числі експозицію Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона.

Відділ «Космічних технологій» ІЕЗ підготував і представив макети обладнання для зварювання у відкритому космосі та інформаційні матеріали щодо перспективних робіт ІЕЗ в цьому напрямку. Крім того, були представлені рекламні буклети ІЕЗ та журнал «The Paton Welding Journal».

З експонатами ІЕЗ ознайомився Посол України в Польщі пан Василь Зварич. Він ознайомився з інформацією щодо обладнання для зварювання в космосі і сказав, що дуже пишається розробками українських учених такого рівня.

Під час виставки відбулися також зустрічі з представниками багатьох інших підприємств, в тому числі з польською компанією, яка займається випуском танків. Їх цікавлять питання зварювання лопаток з титанових сплавів, що використовуються в танкових котлах. Компанії, яких цікавлять сплави для оборонної промисловості, звернули увагу на зразки інтерметалідного сплаву системи титан-алюміній.

Державне космічне агентство України представило співробітників ІЕЗ Голові космічної агенції Польщі як команду, повністю готову для участі в виконанні робіт по програмі Artemis при будівництві довготривалих баз на поверхні Місяця.

Передбачається, що виставка сприятиме закладенню основ подальшого розвитку співробітництва у сфері оборонної промисловості між Польщею та іншими країнами.

Ми також сподіваємося, що на розробки Інституту ім. Є.О. Патона звернуть увагу підприємства, які працюють в галузі зварювання, металургії та споріднених технологій.

Д.т.н. Наталія Піскун

ПЕРША В СВІТІ МОНОГРАФІЯ
З АВТОМАТИЧНОГО ЗВАРЮВАННЯ БРОНЕКОНСТРУКЦІЙ



Під час Другої світової війни співробітниками Інституту електрозварювання АН УРСР під редакцією академіка Є.О. Патона була підготовлена та видана у 1943 р. книга «Керівництво з автоматичного зварювання бронеконструкцій». Інститут електрозварювання АН УРСР – завод ім. Комінтерна. 1943., 139 с., 16 листів креслень (рос. мова).

Швидкісне автоматичне зварювання бронеконструкцій – це був на той час новий процес, який мав наступні переваги порівняно з ручним електродуговим зварюванням: підвищення якості зварних з’єднань; підвищення продуктивності праці; можливість заміни кваліфікованих зварників звичайними робітниками з суттєвим зменшенням їх кількості. При швидкісному автоматичному зварюванні основні операції виконує зварювальний апарат, який виконує подачу електродного дроту, а також виконує просування зони зварювання вздовж шва. Зварювання проводиться під шаром гранульованого флюсу.

Книга має дев’ять розділів.
Розділ I. Основи застосування швидкісного автоматичного зварювання бронеконструкцій (укладач В.І. Дятлов).
Розділ II. Техніка автоматичного зварювання бронеконструкцій (укладачі А.М. Макара, О.І. Корінний, С.А. Островська).
Розділ III. Зварний флюс (укладачі В.Г. Приходченко, А.М. Лапін).
Розділ IV. Електродний та присадний дрот (укладач В.Г. Приходченко).
Розділ V. Контроль якості та приймання автозварних швів (укладач О.І. Корінний).
Розділ VI. Автозварювальні установки (укладач П.І. Севбо).
Розділ VII. Зварювальна апаратура (укладачі П.І. Севбо, М.М. Сидоренко, Б.Є. Патон).
Розділ VIII. Конструкція зварних з’єднань при автоматичному зварюванні (укладач Г.В. Раєвський).
Розділ IX. Додатки.
З книгою можна ознайомитися або замовити її скан-копію в бібліотеці ІЕЗ ім. Є.О. Патона (тел.: 044 205-26-25).

ПЕРЕДПЛАТА 2023

Журнали	Вартість передплати на друковані версії журналів*, грн.			
	місяць	квартал	півроку	рік
«Автоматичне зварювання», видається з 1948 р., 12 випусків на рік. ISSN 0005-111X. Передплатний індекс 70031.	280	840	1680	3360
«Сучасна електрометалургія», видається з 1985 р., 4 випуски на рік. ISSN 2415-8445. Передплатний індекс 70693.	–	280	560	1120
«Технічна діагностика та неруйнівний контроль», видається з 1989 р., 4 випуски на рік. ISSN 0235-3474. Передплатний індекс 74475.	–	280	560	1120
«The Paton Welding Journal»**, видається з 2000 р., 12 випусків на рік. ISSN 0957-798X. Передплатний індекс 21971.	560	1680	3360	6720

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

Передплату на журнали можна оформити по каталогам передплатних агентцій «УКРПОШТА», «Преса», «Прес Центр», «АС Медіа» та у видавництві. Передплата через видавництво з любого місяця на любой термін, в т.ч. на попередні періоди та окремі статті, починаючи з першого року видання.
Передплата на електронну версію журналів.
Вартість передплати на електронну версію журналів дорівнює вартості передплати на друковану версію. Випуски журналу надсилаються електронною поштою у форматі pdf або для IP-адреси комп’ютера передплатника надається доступ до відповідних архівів журналу.
Передплата через сайт видавництва:
<https://patonpublishinghouse.com/ukr/journals/as/subscription>
<https://patonpublishinghouse.com/ukr/journals/sem/subscription>
<https://patonpublishinghouse.com/ukr/journals/tdnk/subscription>
<https://patonpublishinghouse.com/eng/journals/tpwj/subscription>
На сайті видавництва у 2022 р. доступні для вільного копіювання випуски журналів з 2007 по 2020 рр.



ВИДАВНИЦТВО
Міжнародна Асоціація «Зварювання»
03150, Київ, вул. Казимира Малевича, 11
Тел./факс: 38044 205-23-90
E-mail: journal@paton.kiev.ua
<https://patonpublishinghouse.com>

Календар вересня*

01 вересня 1951

Народився В.М. Нестеренков – член-кореспондент НАН України, представник Патонівської школи, завідувач відділу досліджень фізичних процесів, технології і устаткування для електронно-променевого та лазерного зварювання ІЕЗ. Основні напрямки наукових досліджень – розвиток теоретичних уявлень про формування швів при електронно-променевому зварюванні (ЕПЗ) металів великої товщини, визначення критеріїв стійкості зварювальної ванни і розробка основ промислової технології ЕПЗ великогабаритних виробів відповідального призначення. На цій основі створено технологічні процеси ЕПЗ низьколегованих сталей товщиною до 150 мм і алюмінієвих сплавів товщиною до 300 мм, що знайшли промислове застосування в багатьох країнах.



2 вересня 1973

Представлений KUKA FAMULUS – перший промисловий робот компанії із шістьма електромеханічними осями. З цього робота починається історія піонера промислової робототехніки. На сьогоднішній день компанією KUKA Robotics вироблено майже 100000 промислових роботів, які використовуються на виробничих лініях таких різнопрофільних компаній як General Motors, Harley-Davidson, Boeing, Swarovski, Coca-Cola та багатьох інших.



3 вересня 2001

Помер І.М. Савич (1927-2001) – представник Патонівської школи. Під його керівництвом були розроблені наукові основи процесу зварювання та різання під водою. Ним було досліджено особливості горіння дуги в умовах високого гідростатичного тиску та умови забезпечення її стійкості на різних глибинах, поведінку розплавленого металу та механізм формування швів, особливості взаємодії металу з газами. За його участю створено гаму оригінальних матеріалів та унікального обладнання.



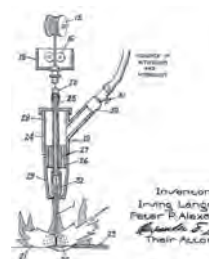
4 вересня 1901

Народився Вільям Лайонс (1901-1985) – засновник автомобільної компанії Jaguar Cars. Перша модель Jaguar була запропонована у 1935 р. Вільям Лайонс відповідав за стиль кожної нової представленої моделі. Це було надзвичайно, оскільки він не був кваліфікованим інженером і розробляв моделі переважно із застосуванням повномасштабних 3-D макетів, які постійно коригували майстри, що працювали за його вказівками. В наш час при виробництві автомобілів Jaguar використовується інтелектуальний адаптивний процес роботизованого зварювання металу в інертному газі (MIG), який включає лазерне вимірювання зазору між алюмінієвими центральними стійками та алюмінієвою конструкцією даху.



5 вересня 1925

Американський інженер Ірвінг Ленгмюр подав патент на спосіб та пристрій для атомно-водневого зварювання. Водневе зварювання — дугове зварювання, під час якого дуга горить в атмосфері водню між двома вольфрамовими електродами, що не плавляться. Особливістю цього виду зварювання є його майже повна нешкідливість та екологічність, оскільки продуктом горіння є пара. Водневе зварювання може застосовуватися під час робіт у важкодоступних місцях, де забороняється розміщення балонів з пропаном або ацетиленом. Окремі види водневого зварювального обладнання дозволяють здійснювати зварювання навіть за негативних температур.



6 вересня 1938

Народився В.М. Кислицін (1938-2017) – представник Патонівської школи. За його участю вперше в Радянському Союзі розроблено кілька типів електролізноводних генераторів, які знайшли широке застосування в газополум'яній обробці сталей, міді та її сплавів, дорогоцінних металів, скла та інших матеріалів завтовшки від десятків мікрометрів до кількох міліметрів.



7 вересня 1997

Відбувся перший політ F-22 «Raptor» – американського багатоцільового винищувача п'ятого покоління, розробленого компаніями «Lockheed Martin», «Boeing» та «General Dynamics». Новий винищувач виготовлявся з використанням новітніх розробок, включаючи передову авіоніку, нові двигуни з цифровим керуванням, а також малопомітність для радарів. Електронно-променеви процес зварювання дозволив у конструкції планера отримувати багатифункціональний комплекс у нероз'ємному вигляді. Цей підхід значно зменшив потребу в елементах кріплення, знизив вагу конструкції, спростив монтаж і знизив вартість.



* Матеріал підготовлено компанією ТОВ «СТІЛ ВОПК» (м. Кривий Пір) за участю редакції журналу.



8 вересня 2006

Спущено на воду «Емма Мерск» (Emma Maersk) – судно-контейнеровоз, один із найбільших контейнеровозів у світі. За його будівництва була розроблена оригінальна схема складання корпусу. Корабель збирався лінійно за допомогою 24 готових секцій (мегаблоків), які потім зварили в єдине ціле. Також, щоб швидко розрізати стільки металу, використовували плазмове різання.



9 вересня 2013

Закінчено спорудження зовнішнього обода найбільшого колеса огляду у світі – Las Vegas High Roller, висотою 168 м. Зовнішній обід колеса був зварений з двох трубчастих сталевих балок дюймової товщини, потім вони були з'єднані в групи по чотири балки з утворенням секції обода. Кожен з цих елементів потім з'єднувався і зрештою було отримано зовнішній обід колеса. Опорні конструкції були спроектовані та побудовані таким же чином, щоб нести величезне навантаження колеса.



10 вересня 1957

Запатентований плазмовий різак. Плазмове різання було винайдено в 1954 р. у лабораторії відділення «Лінді» компанії «Юніон Карбайд». Молодий вчений Роберт Гейдж виявив, що дуга TIG зварювання, пропущена через сопло з отвором малого діаметра, істотно збільшує свою інтенсивність і температуру. Пропускаючи через цю сфокусовану дугу досить великий потік газу, він виявив, що така дуга може бути використана для різання металу. Температура дуги, що досягає понад 24000 К, розплавляє метал, а інтенсивний потік повітря видуває розплавлений метал із різку. Оскільки газ у дузі перебував у перегрітому стані, званому плазмою, цей процес отримав назву плазмове різання.



11 вересня 2001

Терористи, захопивши літаки рейсу 11 American Airlines і рейсу 175 авіакомпанії United Airlines, спрямували обидва лайнери у північну та південну вежі Всесвітнього торгового центру в Нью-Йорку. Від пожежі розплавилася опорна сталеві конструкції, що викликало повне руйнування споруд. Встановлено, що через замах загинуло 2974 людей. Кожна вежа з Веж-близнюків була висотою у 110 поверхів. На каркаси будівель було витрачено 200 тис. т сталевих прокатів та понад 4 тис. т зварювальних матеріалів. Структура будівель була проста і розумна, бо виконана у вигляді каркасів зі сталі. Така конструкція сейсмостійка і здатна протистояти тиску вітру, але не витримала надвисоку температуру пожежі.



12 вересня 1904

Заснована компанія ESAB – шведська промислова компанія, один із провідних виробників зварювального обладнання, світовий лідер у галузі виробництва обладнання та витратних матеріалів для зварювання та різання. Компанія виробляє обладнання для ручного зварювання та різання, зварювальні матеріали, автоматичні системи зварювання.



13 вересня 1972

Заявлено патент на вдосконалення електронно-променевого зварювання на ім'я професора Жака Андре Стора. Ще в листопаді 1957 р. комісія з атомної енергії Франції зробила перше публічне розкриття інформації про процес, розроблений Ж.А. Стором, а саме про спосіб зварювання електронним променем, який використовується у ролі джерела енергії в умовах вакууму. Незважаючи на складність створення з'єднання таким способом, ЕПЗ стало часто застосовуватися у виробництві різних видів наземного, повітряного та судноплавного транспорту, відповідальних деталей та механізмів.



14 вересня 1910

Народився Н.О. Лангер (1910-1995) – представник Патонівської школи, доктор технічних наук, завідував відділом фізико-хімічних досліджень матеріалів ІЕЗ. Зробив значний внесок у розвиток методів захисту від корозії зварних з'єднань. Ним запропоновано оригінальні електрохімічні методи дослідження корозійної стійкості зварних з'єднань, що дозволяють прогнозувати стійкість з'єднань при роботі в середовищах з високою корозійною активністю. Дослідив умови виникнення особливо агресивної корозії зварних з'єднань, так званої ножової корозії, а також визначив шляхи її ліквідації. Результати низки робіт впроваджено в промисловість, що дозволило підвищити корозійну стійкість зварних з'єднань в агресивному середовищі.



15 вересня 1966

В NASA закінчено спорудження велетенського зварювального апарату (Vehicle Assembly Building). Ця споруда призначена для остаточного складання космічних кораблів та ракет-носіїв перед стартом. Вертикальна складальна платформа є єдиним 170-метровим зварювальним агрегатом, призначеним для зварювання паливних баків ракети-носія. Завдяки цій розробці можна успішно здійснювати зварювання частин перспективних надважких ракет, які збираються використовувати для різних цілей, серед яких і польоти на Марс.

16 вересня 1937

У цей час відбувається Всесвітня виставка в Парижі, під час якої найпомітнішим елементом стала скульптурна група «Робітник та колгоспниця». Скульптура виготовлена із пластин нержавіючої хромонікелевої сталі, для з'єднання яких була застосована авторська технологія контактної точкової зварювання. Зварювання відбувалося у дерев'яній формі, де пластини потім виправлялися і з'єднувалися металевим каркасом.

**17 вересня 1951**

Опубліковано монографію М.М. Рикаліна «Розрахунки теплових процесів при зварюванні». У ній розглянуті процеси поширення тепла при нагріванні металу дугою та газовим полум'ям, вплив характеру поширення тепла на процеси плавлення електродів та основного металу, а також термічний цикл зварювання та структурні перетворення металу.

**18 вересня 1952**

В ІЕЗ ім. Є.О. Патона створено безрейковий апарат А-314 для електрошлакового зварювання. За допомогою цього апарату вперше у світовій практиці було здійснено електрошлакове зварювання кожуха доменної печі на заводі «Запоріжсталь» та зварювання монтажних стиків цільнозварного мосту ім. Є.О. Патона через р. Дніпро у Києві.

**19 вересня 1942**

Народився П.О. Косенко, відомий спеціаліст з організації виробництва зварювальних матеріалів, представник Патонівської школи, багаторічний директор ДП «Дослідний завод зварювальних матеріалів Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України». Під його керівництвом та за його активної участі завод впровадив у виробництво понад 32 марок зварювальних електродів, 40 марок порошкового дроту для зварювання та наплавлення, 25 марок плавлених і керамічних флюсів. Це зробило свого часу великий внесок у спорудження магістральних газопроводів та інших відповідальних конструкцій.

**20 вересня 1934**

Народився А.Я. Недосека – доктор технічних наук, представник Патонівської школи. Основні напрямки наукової діяльності – технічна діагностика і прогнозування залишкового ресурсу зварних з'єднань, матеріалів, покриттів та конструкцій у процесі їх експлуатації на основі акустичної емісії. На базі розроблених підходів А.Я. Недосека та його співробітники виконали технічне діагностування великої кількості конструкцій, споруд, обладнання та створили системи безперервного моніторингу окремих ділянок аміакопроводу та аміакосховищ, що експлуатуються в Україні. А.Я. Недосека заступник головного редактора журналу «Технічна діагностика та неруйнівний контроль».

**21 вересня 1919**

Народився Д.М. Кушнерів – кандидат технічних наук, представник Патонівської школи. Основні напрямки наукових досліджень – металургія дугових процесів зварювання, зварювальні матеріали, агломеровані флюси, технологічні процеси їх виготовлення та застосування. З його ім'ям пов'язано створення і розвиток керамічних флюсів, які сьогодні займають провідне місце при застосуванні автоматичного дугового зварювання під флюсом. Науковий доробок Д.М. Кушнеріва добре відомий фахівцям-зварникам багатьох країн світу. За 30 років наукової праці він опублікував понад ста робіт, брав активну участь в організації технології промислового виготовлення керамічних флюсів.

**22 вересня 1791**

Народився Майкл Фарадей (1791-1867) – англійський фізик-експериментатор та хімік. Відкрив електромагнітну індукцію, що лежить в основі сучасного промислового виробництва електрики та багатьох його застосувань. Створив першу модель електродвигуна. Серед інших його відкриттів — перший трансформатор, хімічна дія струму, закони електролізу. Першим передбачив електромагнітні хвилі. Фарадей ввів у науковий ужиток терміни іон, катод, анод, електроліт, діелектрик, діамagnetизм, парамагнетизм та інші.

**23 вересня 1969**

На дні Дніпра у районі Дніпропетровська на глибині 10 м уперше у світовій практиці спеціалістами ІЕЗ ім. Є.О. Патона здійснено напівавтоматичне зварювання міцно-щільним швом сталевого трубопроводу високого тиску.





24 вересня 1975

На легендарному літаку «Ан-2» перевезено 250-мільйонний пасажир. «Ан-2» відноситься до літаків з коротким зльотом та посадкою. Конструкція фюзеляжу виконувалась із сталевих труб, з'єднаних між собою зварюванням, а обшивку зробили полотняною. Ан-2 вироблявся в СРСР, Польщі і продовжує випускатися в КНР. Усього було збудовано понад 18000 машин, в т.ч. 3349 на авіаційному заводі № 473 у Києві. Занесений до Книги рекордів Гіннеса як єдиний у світі літак, що випускається вже понад 70 років. Наймасовіший у світі одномоторний біплан за всю історію авіації.



25 вересня 1990

До вересня 1990 р. під керівництвом К.А. Ющенка (академіка, представника Патонівської школи) в ІЕЗ ім. Є.О. Патона розроблено наукові основи кріогенного матеріалознавства, створено відповідні матеріали та процеси зварювання, що отримали застосування при виготовленні спеціальної техніки.



26 вересня 1938

Підписано Акт про приймання крейсера «Кіров» – радянського легкого артилерійського крейсера проекту 26. При будівництві корабля в обмеженому обсязі застосовувалося електрозварювання, яке тільки-но почали впроваджувати в суднобудуванні. З ініціативи В.П. Вологдіна при будівництві кораблів подібних типів зварювали до 20 % всього металу, який витрачався на спорудження корпусу судна.



27 вересня 1941

Зі стапеля американської верфі Бетлехем-Ферфілд у Балтіморі був спущений на воду пароплав «Патрік Генрі», який очолив величезну серію судів типу «Ліберті». При виробництві цих судів вперше у світовій практиці суднобудування США перейшли до повністю цільнозварних корпусів, відмовившись від поширених заклепок.



28 вересня 1931

Розпочато розробку танка «Т-28» – тривежового середнього радянського танка. Корпус танка коробчастої форми, повністю зварний або клепано-зварний. Клепано-зварні корпуси мали танки випуску 1936-1938 і 1939-1940 рр. В інші роки випускалися танки з повністю зварними корпусами. Корпус збирався з катаних бронелистів завтовшки від 13 до 30 мм, зварених між собою встик.



29 вересня 1940

Народився Л.М. Лобанов – відомий вчений, академік, представник Патонівської школи. Широке визнання здобули його праці, присвячені методам оптичного моделювання, голографії, електронної спекл-інтерферометрії та ширрографії для оцінки напруженого стану та контролю якості зварних з'єднань у конструкціях. Л.М. Лобанов головний редактор журналу «Технічна діагностика та неруйнівний контроль».



30 вересня 1964

Відбувся перший політ прототипу американського літака Northrop XP-56 Black Bullet. Це унікальний прототип винищувача-перехоплювача, один із найрадикальніших експериментальних літаків, збудованих під час Другої світової війни. Максимальна швидкість 749 км/год на висоті 7600 м. Унікальність літака полягала в тому, що він мав цільнозварну магнієву конструкцію. Для цього було розроблено технологію під назвою Heliarc: електродугове зварювання деталей з магнію в гелієвому середовищі.