

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

11
2022

Автоматическая сварка

Видається 12 разів на рік з 1948 р.

Automatic Welding

Published 12 times per year since 1948

ЗМІСТ

Висока нагорода 3

Інтерв'ю із завідувачем відділу ІЕЗ ім. Є.О. Патона професором Максимом Юрженком 4

МЕТАЛОЗНАВСТВО

Головко В.В. Особливості впливу границь зерен при δ-γ-перетворенні на формування структури металу зварних швів (Огляд) 7

Дмитрик В.В., Касьяненко І.В., Латинін Ю.М. Повернення і рекристалізація металу зварних з'єднань паропроводів у процесі тривалої експлуатації 12

3D-ДРУК

Соколовський М.В. Проблеми та перспективи дослідження процесів селективного лазерного плавлення матеріалів для аерокосмічної техніки (Огляд) 18

КОНТАКТНЕ ЗВАРЮВАННЯ

Руденко П.М., Зяхор І.В., Дідковський О.В., Антіпін Є.В. Програма статистичного контролю процесу контактного стикового зварювання оплавленням залізничних рейок 28

ЗВАРЮВАННЯ В ТВЕРДІЙ ФАЗІ

Бризгалін А.Г., Шльонський П.С., Венцев С.Д., Пекар Є.Д. З'єднання будівельної арматури за допомогою муфт, що обжимаються вибухом 35

ЗАХИСНІ ПОКРИТТЯ

Смирнов І.В., Чорний А.В., Лисак В.В., Сисоев М.О., Кисла Г.П. Іонно-плазмове азотування на внутрішніх циліндричних поверхнях виробів 39

Пашченко В.М. Керування енергетичними параметрами потоків плазми системи N-O-C-H 45

Борисов Ю.С., Бурлаченко О.М., Вігілянська Н.В., Сендеровскі Ц. Вплив попередньої активації порошку TiAl на процес механохімічного синтезу інтерметаліду (Fe, Ti)₃Al 52

ІНФОРМАЦІЯ

Конференція «Зварювання та технічна діагностика для відновлення економіки України» 57

Календар листопада 61

CONTENT

High award 3

Interview with the head of the PWI department prof. Maksym Iurzhenko 4

METAL SCIENCE

Holovko V.V. Features of the influence of grain boundaries during δ-γ-transformation on the formation of welds metal structure (Review) 7

Dmytryk V.V., Kasyanenko I.V., Latynin Yu.M. Recovery and recrystallization of metal of steam line welded joints during long-term service 12

3D PRINTING

Sokolovskiy M.V. Problems and prospects of studying the processes of selective laser melting of materials for aerospace engineering (Review) 18

FLASH-BUTT WELDING

Rudenko P.M., Zyakhor I.V., Didkovsky O.V., Antipin E.V. Program for statistical control of the process of flash-butt welding of railway rails 28

WELDING IN THE SOLID PHASE

Bryzgalin A.G., Shlyonskyi P.S., Ventsev S.D., Pekar E.D. Joining building rebars using couplings compressed by explosion 35

PROTECTIVE COATINGS

Smirnov I.V., Chorny A.V., Lysak V.V., Sysoyev M.O., Kysla G.P. Ion-plasma nitriding of inner cylindrical surfaces of products 39

Pashchenko V.M. Control of energy parameters of plasma flows of N-O-C-H system 45

Borysov Yu.S., Burlachenko O.M., Vigilianska N.V., Senderowski C. Effect of preliminary activation of TiAl powder on the process of mechanochemical synthesis of (Fe, Ti)₃Al intermetallics 52

INFORMATION

Conference «Welding and technical diagnostics for recovery of the economy of Ukraine» 57

November calendar 61



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. Ліподасв (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 бандероллю.
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.

ВИСОКА НАГОРОДА



23 листопада 2022 р. на засіданні Президії НАН України було прийнято рішення про присудження Золотої медалі імені Б.Є. Патона Національної академії наук України. Нагорода була заснована у 2022 р. за видатні досягнення у створенні інноваційних науково-технічних розробок, які знайшли широке практичне використання, з метою увічнення пам'яті академіка Бориса Патона.

За результатами конкурсу 2022 р. нагороду було присуджено заступнику директора Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України академіку НАН України Леоніду Михайловичу Лобанову за створення технології бездеформаційного зварювання виробів ракетно-космічної техніки та розроблення й впровадження методів лазерної інтерферометрії оцінювання якості зварних з'єднань.

Слід зазначити, що Золота медаль імені Б.Є. Патона Національної академії наук України була присуджена вперше.

Щиро вітаємо Леоніда Михайловича з присудженням цієї високої нагороди та бажаємо міцного здоров'я, творчої наснаги і подальших успіхів на благо України!

Академік Національної академії наук України **ЛОБАНОВ Леонід Михайлович**



Академік НАН України Лобанов Леонід Михайлович – визначний вчений в галузі матеріалознавства, зварювання, міцності та діагностики матеріалів і зварних конструкцій.

Наукові праці Л.М. Лобанова присвячені дослідженню поведінки матеріалів при зварюванні, розвитку теорії зварювальних напруг та деформацій, розробці методів дослідження і регулювання напружено-деформованих станів зварних з'єднань, створенню високоефективних зварних конструкцій нової техніки та розробці методів і засобів їх діагностики.

Завдяки працям Л.М. Лобанова та його учнів сформовано новий науковий напрямок – бездеформаційне зварювання конструкцій, який базується на регулюванні термодформаційних процесів під час зварювання

і створенні попередніх перед зварюванням напружено-деформованих станів, оптимізованих стосовно зварювальних напружень і деформацій. Для всіх типів зварних з'єднань розроблено способи визначення оптимальних параметрів попередніх напружено-деформованих станів, що дозволяють усунути залишкові зварювальні деформації. Розроблені методи і технічні засоби усунення зварювальних деформацій було використано при створенні комплексу «Енергія-Буран» та інших ракетно-космічних систем. Принципово новою є розроблена ним технологія бездеформаційного зварювання стрингерних панелей та оболонок, які використовуються для виготовлення корпусів ракет та в авіабудуванні. Проведені випробування дослідних зразків великогабаритних стрингерних панелей і оболонок з високоміцного алюмінієвого сплаву АМг6НН показали, що такі вироби відповідають вимогам щодо міцності і точності виготовлення та дають можливість підвищити в 3-4 рази коефіцієнт використання дороговартісного матеріалу. Рекомендації зі збирання та бездеформаційного зварювання тонкостінних панелей і оболонок з поздовжнім орєбренням, а також технічна документація на обладнання для їх реалізації передані конструкторському бюро «Південне». Розроблена також технологія бездеформаційного зварювання стрингерних панелей із високоміцного титанового сплаву ВМ-20. Вона рекомендована для промислового виробництва авіаційних панелей. Нові можливості бездеформаційного зварювання листових конструкцій із алюмінієвих і титанових сплавів в авіакосмічній промисловості надає запропонована Л.М. Лобановим технологія електродинамічної обробки металу шва імпульсами струму високої щільності безпосередньо в процесі зварювання.

ІНТЕРВ'Ю ІЗ ЗАВІДУВАЧЕМ ВІДДІЛУ ІЕЗ ім. Є.О. ПАТОНА ПРОФЕСОРОМ МАКСИМОМ ЮРЖЕНКОМ

Найважливішим завданням кадрового забезпечення науки визнано омолодження складу наукових працівників. Що приваблює молодь, визначає її поведінку, мотивації, погляди, установки? Відповіді на ці запитання редакція журналу спробувала отримати у молодого керівника наукового відділу «Зварювання пластмас» доктора технічних наук, професора Максима Володимировича Юрженка.



Пане Максиме, хто та що вплинуло на Ваше рішення займатися наукою? Якими були перші кроки?

Мій шлях в науку був заздалегідь визначеним, оскільки я народився у сім'ї освітян та науковців у четвертому поколінні. Ще у школі брав активну участь у науково-дослідних роботах Малої академії наук з інформатики та фізики, був її дійсним членом та переможцем всеукраїнських конкурсів, брав участь у міжнародних конкурсах. Вибір університету також був очевидним з огляду на сімейні традиції – Національний педагогічний університет ім. М.П. Драгоманова. Дипломну роботу вже виконував під спільним керівництвом викладачів з університету – академіком Шутом Миколою Івановичем, к.ф.-м.н. Січкарем Тарасом Григоровичем та майбутнього керівника моєї кандидатської дисертації – провідного наукового співробітника Інституту хімії високомолекулярних сполук НАН України професора Мамуні Євгена Петровича. Важливою подією у моєму житті стала перемога на досить відомому конкурсі Французької республіки – Eiffel Doctorat, що дало мені змогу працювати та навчатися в аспірантурі у Франції, в Університеті Ліон під керівництвом професора Gisele Voiteux. Чому це було певним переломним для мене моментом? Це дало можливість ознайомитися з системою організації освіти і науки не лише у Франції, а й загалом всієї Європи, включно з Великобританією. Саме це надалі сприяло моєму становленню як вченого та керівника. Ну і звичайно міжнародні зв'яз-

ки! З поверненням в Україну я привіз із собою, можна сказати, «валізу» закордонних контактів, що і зараз відіграє важливу роль у моїй міжнародній діяльності. А далі були власні вітчизняні та міжнародні проєкти, запрошення директора ІЕЗ академіка Бориса Євгеновича Патона працювати в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України та знову ж таки вітчизняні та міжнародні проєкти, але вже відділу, чому завдячую колективу мого відділу, який мене прийняв і з самого початку і до сьогодні є єдиним організмом, незважаючи на усі труднощі – період мого становлення як керівника, 2 роки пандемії, війна.

Зазвичай успіх в науці, як і в будь-якій іншій сфері діяльності, неможливий без подолання труднощів. Який Ваш рецепт досягнення успіху?

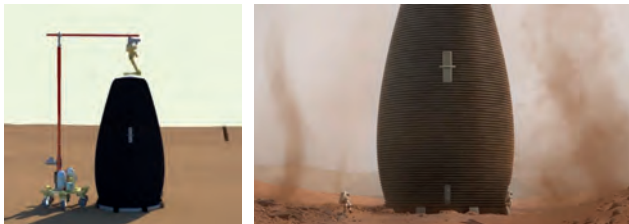
Це досить простий рецепт, якщо говорити, але складний, якщо його реалізовувати. З огляду на свій життєвий досвід та науковий шлях, його можна озвучити однією фразою – «Виконувати свою роботу якнайкраще, не дивлячись на будь-які труднощі!» – Тому я намагаюсь долати всі перепони, які виникають, та йти вперед до досягнення своїх цілей.

Чим пояснюється підвищений інтерес суспільства до проблеми зварювання пластмас за останні роки? Як розширюється сфера застосування пластмас? Які перспективи?

Тут все просто – суспільство обирає те, що йому вигідніше! Наприклад, якщо заміна традиційних металевих труб на полімерні є вигід-

нішим з усіх точок зору, зокрема ціни, простоти технологічних процесів виготовлення, оброблення та з'єднання, то відбувається певний революційний зсув у суспільстві, який ми зараз і спостерігаємо. Чудовим прикладом тут є також заміна традиційних ламп розжарювання на світлодіодні. Мені подобається цей приклад, оскільки він наглядно демонструє шлях від фундаментальних наукових досліджень, які почалися багато десятиліть тому до сьогодення, коли у кожному домі та офісі по всьому світу використовують прикладні результати тих давніших фундаментальних досліджень. Чудовим підтвердженням є слова академіка М.М. Боголюбова – «Якщо Ви не маєте фундаментальних досліджень сьогодні, то завтра Ви не матимете чого прикладати».

Щодо розширення сфери застосування пластмас та майбутніх перспектив, то це обумовлено стрімким розвитком полімерного матеріалознавства, хімії, фізики, що сприяє створенню нових полімерних матеріалів, в першу чергу, композитних, з експлуатаційними властивостями, які здатні конкурувати, а часто і перевищувати такі властивості традиційних матеріалів. Сьогодні вже більше половини маси сучасних літаків складають полімерні композити. І це не лише декоративні деталі, але й частина несучих конструкцій.



Світлини з NASA Marsha

Майбутнє? Я гадаю, що майбутнє вже настає сьогодні – прикладом є розробки NASA Marsha в напрямі колонізації Марсу, а саме 3D-друку там будівель полімерними композитними матеріалами.

Якими дослідженнями Ви займаєтеся сьогодні? Чим можуть бути корисними результати досліджень для суспільства?

Зокрема, цим ми і займаємося... я маю на увазі роботи, пов'язані з розробками NASA. Річ у тім, що, наприклад, проєкт NASA Marsha більше пов'язаний з розробкою обладнання та конструкцій будівель, але як власне будуть поводити себе



Вакуумно-газова камера «з маніпулятором» для 3D-друку в екстремальних умовах

полімерні матеріали та процеси 3D-друку ними в умовах Марсу – невідомо. Наразі у відділі ведуться науково-технічні дослідження, які дадуть відповідь на ці питання. Для цього створено експериментальну вакуумно-газову камеру, яка може моделювати газові умови Марсу, та маніпулятор для 3D-друку, який розміщений у цій камері та здатний працювати в таких екстремальних умовах.

Безумовно, у наші плани внесла зміни війна. І спонукала нас розпочати науково-технічні роботи, направлені на підвищення обороноздатності та повоєнну відбудову нашої країни. Наприклад, однією з розробок науковців нашого відділу є іммобілізаційні пневматичні шини медичного призначення для тимчасової фіксації частин тіла людини при транспортуванні поранених військовослужбовців від місця поранення до шпиталю. Розробки пройшли випробування у лабораторних умовах Інституту травматології та ортопедії НАМН України, однойменної кафедри Київського медичного університету ім. О.О. Богомольця, у польових умовах військових частин ЗСУ, в зоні АТО та ООС. Сьогодні окремі партії таких шин виготовляються та відправляються на «нульові» позиції на фронті. Про інші розробки та роботи відділу в цьому напрямку зараз говорити не можу, але обіцяю розповісти після нашої перемоги.

Розкажіть, будь-ласка, про свій досвід роботи з молоддю відділу.

Насправді це було одне з трьох головних завдань, яке переді мною поставив Борис Євгенович – підготовка молодих кадрів. Сьогодні у відділі працює 10 молодих співробітників, серед яких за останні роки двоє захистили докторські дисертації, п'ятеро – кандидатські дисертації. У роботі з молоддю, починаючи від бакалаврів університетів і до молодих кандидатів наук, головним є мотивація. На жаль, відомий факт, що останні роки, навіть десятиліття молодь не поспішає в науку. Це пов'язано з низкою причин, розуміючи які можна розробити стратегію залучення молоді у науку. На поверхні проблеми лежать загальновідомі факти – низькі, неконкурентоспроможні на ринку праці зарплати, відсутність належних умов праці, соціального забезпечення тощо. Однак є і більш глибокі проблеми, які, насправді, не менш важливі ніж ті, які на поверхні. Зокрема, відсутність державної політики популяризації науки та наукової діяльності, її важливість для суспільства та розвитку цивілізації загалом, що провокує відсутність розуміння у молоді навіть та наука потрібна і взагалі навіть нею займатися. Академія наук та окремі університети проводять певні науково-популярні заходи, зокрема, фести, лекції, марафони тощо, які спрямовані на подолання цих прогалин, однак цього, на мою думку, недостатньо.

Ми починаємо працювати з молоддю ще на стадії навчання у бакалавраті та магістратурі, керуючи кваліфікаційними науково-дослідними роботами. Це дає змогу відкрити для них особли-

вості наукової діяльності та показати важливість наукових як фундаментальних, так і прикладних досліджень, власне, їхніх досліджень. Тоді до них приходить розуміння дорослої людини. Розуміння того, що насправді ті проблеми на поверхні часто є уявними. На прикладі відділу може впевнено сказати, що молоді науковці, здебільшого, звичайно, вже кандидати наук, працюючи над власними проектами, можуть заробляти не менше ніж у промисловості, а то й більше. Крім того, для них стає зрозумілою перспектива на майбутнє. Наприклад, сьогодні четверо молодих співробітників відділу зараз знаходяться на стажуванні у США та в рамках діяльності міжнародної польсько-української науково-дослідної лабораторії ADPOLCOM, до стейкхолдерів якої входить і наш інститут.

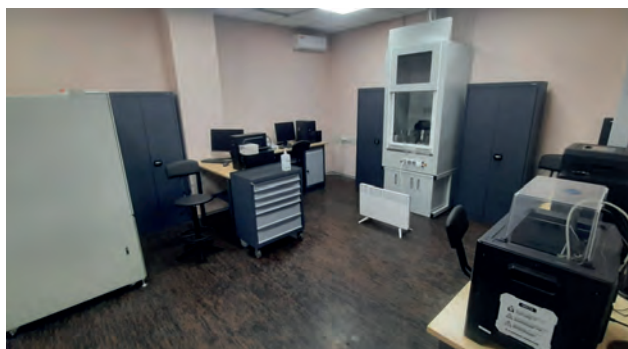
До речі, у Вас налагоджено співробітництво з низкою закордонних партнерів. Яким чином Ви знаходите шляхи взаємовигідного співробітництва?

Як я вже зазначав раніше, перші контакти я привіз із собою після повернення з Франції. Це були контакти з Франції, Чехії, Польщі. Наразі сьогодні ці контакти є найбільш широкими та потужними у нашому міжнародному співробітництві. У нас паралельно є 3 міжнародні проекти з науково-дослідними установами з Франції, Чехії та Польщі. Більш того, широке співробітництво з Польщею дозволило у 2018 р. створити міжнародну лабораторію ADPOLCOM. Як результат – проводяться спільні наукові дослідження, міжнародним авторським колективом публікуються статті у журналах перших кварталів, молоді вчені проходять стажування, працюючи на найкращому сучасному обладнанні та беручи участь у міжнародних наукових заходах найвищого рівня. Останнє є надзвичайно важливим для майбутніх закордонних контактів та розширення міжнародного співробітництва відділу. Це і є секрет – більше зовнішніх контактів – більше міжнародних проектів – більше залучених закордонних коштів. Щодо зацікавленості наших міжнародних партнерів у співробітництві, то кількість і якість результатів нашої міжнародної діяльності свідчить найкращим чином сама за себе – у нас є чим їх зацікавити і що їм запропонувати. Розуміння ж останнього приходить якраз саме завдяки постійній участі у міжнародних наукових заходах найвищого рівня.

Історією Вашого успіху також є створення новітньої науково-дослідної лабораторії полімерного матеріалознавства. Розкажіть, будь-ласка, про неї.

Перш за все відзначу, що створенню лабораторії ми завдячуємо колективу співробітників нашого відділу та інституту. В першу чергу, це провідний науковий співробітник відділу д.х.н. Валерій Леонідович Демченко, співробітники окремих підрозділів та служб інституту – керівництва, груп планово-економічного відділу, бухгалтерії. У 2020 р. ми отримали грант Національного фонду досліджень України в межах конкурсу «Наука для без-

пеки людини та суспільства» для виконання у 2020-2021 рр. проекту «Розробка нанокompозитних полімерних біоматеріалів з ефективною противірусною та антимікробною дією і технології 3D-друку виробів з них» спільно з колегами з інших академічних установ. У найкоротші строки паралельно з виконанням основних завдань проекту та діяльності відділу були підготовлені приміщення – виконано ремонтні роботи, встановлено системи кондиціонування та обігріву, закуплено та встановлено меблі та допоміжне обладнання, а також основне найсучасніше наукове обладнання для дослідження полімерних та композитних матеріалів, зокрема, рентгенівський дифрактометр XRD 7000 виробництва компанії Shimadzu (Японія) для дослідження структури як полімерних матеріалів, так і металів; прилад LiteSizer 500 виробництва компанії Anton Paar (Австрія), який базується на методі динамічного розсіяння світла та призначений для вивчення характеристик нано- (від трьох ангстрем) і мікророзмірних частинок; випробувальну машину AGS-10kNX (теж виробництва Shimadzu) для стандартизованих досліджень механічних властивостей полімерних матеріалів. На сьогодні наявність такої лабораторії полімерного матеріалознавства у відділі інституту є суттєвим аргументом для наших міжнародних партнерів, для виконання завдань як державних науково-дослідних, науково-технічних проектів, так і проектів за замовленнями українських підприємств.



Дякуємо Вам, шановний Максиме Володимировичу, за цікаве висвітлення діяльності підпорядкованого Вам підрозділу та бажаємо колективу міцного здоров'я, нових творчих досягнень на благо України та Інституту.

*Інтерв'ю провів
Володимир Ліподаєв*



КОНФЕРЕНЦІЯ «ЗВАРЮВАННЯ ТА ТЕХНІЧНА ДІАГНОСТИКА ДЛЯ ВІДНОВЛЕННЯ ЕКОНОМІКИ УКРАЇНИ»



17 листопада 2022 р. в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України було проведено одноденну науково-технічну конференцію «Зварювання та технічна діагностика для відновлення економіки України». Організаторами конференції виступили Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України і Міжнародна Асоціація «Зварювання».

У роботі конференції, яка була організована у вигляді сесій пленарних (наживо та онлайн) і стендових доповідей, взяли участь понад 80 науковців та спеціалістів з України. Конференцію відкрив директор ІЕЗ ім. Є.О. Патона академік І.В. Кривцун. У своєму виступі він відзначив традиційність проведення подібних заходів у стінах ІЕЗ, особливості та складність поточного військового положення в країні, що зумовлені широкомасштабною агресією росії, життєву важливість і актуальність підготовки та реалізації програми післявоєнного відновлення і подальшого розвитку економіки країни, в яку значний внесок мають зробити вчені і спеціалісти зварювального виробництва та неруйнівного контролю.

У конференції взяли участь представники ІЕЗ ім. Є.О. Патона, ФМІ ім. Г.В. Карпенка, ПрАТ «Червона Хвиля», ТОВ «Патон Інтернешнл», НУ «Львівська політехніка», ДП «Міжнародний центр електронно-променевих технологій ІЕЗ», НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», ТОВ «Ультракон Сервіс», ДП «Антонов», НУ Кораблебудування ім. адмірала Макарова, ТОВ «Діагностичні Прилади», Дніпровський ДТУ, ДКТБ ІЕЗ, ТОВ «Плазер», Навчально-науковий ІЕЗ ім. Є.О. Патона, ФТІМС, ДП НВЦ «Титан» ІЕЗ, ТОВ «Стіл Ворк», ПрАТ «ПлазмаТек», ТОВ «МІГАТЕХ ін-

дустрія», ТОВ «Плазма Мастер», ТОВ «Електро-терм» та інші.

Спонсорську підтримку в організації проведення конференції надали ТОВ «Патон Інтернешнл», НВЦ «Титан» ІЕЗ, КУІЗ ім. Є.О. Патона, ТОВ «Ультракон Сервіс», ТОВ «Діагностичні Прилади», ТОВ «Велтек».

На конференції було заслухано 12 пленарних та 65 стендових доповідей, присвячених таким напрямкам зварювального виробництва та суміжних технологій, як дугове зварювання, електронно-променеві технології, 3D-друк, зварювальні матеріали та обладнання, неруйнівний контроль та інші.

Були заслухані наступні пленарні доповіді: *Синергетична активація процесу TIG зварювання* (Кривцун І.В., Коваленко Д.В., Коваленко І.В.), *Розвиток устаткування для імпульсно-дугового зварювання плавким електродом* (Жерносеков А.М., Токмаков М.М.), *Застосування профільних електронних променів для розширення технологічних можливостей 3D-друку та супутніх процесів* (Ковальчук Д.В., Мельник В.Г., Мельник І.В.), *Використання методу фотограметрії для технічної діагностики Київської телевежі* (Лобанов Л.М., Стельмах Д.І., Савицький В.В., Шуткевич О.П.), *Сучасні технології електрофізичної обробки для регулювання напружено-деформованих станів зварних з'єднань* (Лобанов Л.М., Пашин М.О., Миходуй О.Л., Кривий В.І.), *Науково-виробнича фірма «Діагностичні прилади» – 25 років інноваційного розвитку* (Павлій О.В.), *Прогнозування впливу водневої деградації трубних сталей на несучу здатність зварних елементів магістральних газопроводів при транспортуванні ними газоводневих сумішей* (Міленін О.С., Великоіваненко О.А., Розинка Г.П., Півторак Н.І.), *Електрошлаковий переплав як метод рециклінгу в умовах обмеженого ресурсу сировинної бази* (Педченко Є.О., Костецький Ю.В., Полішко Г.О., Петренко В.Л., Зайцев В.А.), *Modelling of heat transfer and fluid flow in the metal being welded during DC and HFPC TIG spot welding* (Semenov O., Krivtsun I., Demchenko V., Reisgen U., Mokrov O., Sharma R., Sydoruk V.), *Розробка самозахисних порошкових дротів для ремонтно-відновлювального зварювання металоконструкцій рухомого складу залізничного транспорту та споруд гірничо-металургійного комплексу* (Шлепаков В.М., Котельчук О.С., Головка В.В.), *Застосування вібродіагностичних систем відбору та обробки вібраційних сигналів для визначення технічного*

стану промислового обладнання (Юзефович Р.М., Яворський І.М., Слєпко Р.Т., Личак О.В., Стецько І.Г., Варивода М.З., Трохим Г.Р.) (онлайн доповідь), *Можливості сучасних електронно-променевих технологій для отримання нових матеріалів та захисних покриттів* (Яковчук К.Ю.).

Також під час роботи конференції можна було ознайомитись із 65 стендовими доповідями. Вони відображають результати широкого спектру досліджень і розробок в галузі зварювання та суміжних технологій.

Тези доповідей разом із програмою роботи конференції було опубліковано до початку роботи конференції. Тези доповідей у електронному вигляді розміщені на сайті конференції www.rwi-scientists.com/ukr/wtd2022.

Учасники конференції відзначили високий науковий рівень та практичну значимість пленарних та стендових доповідей, що дозволило зокре-

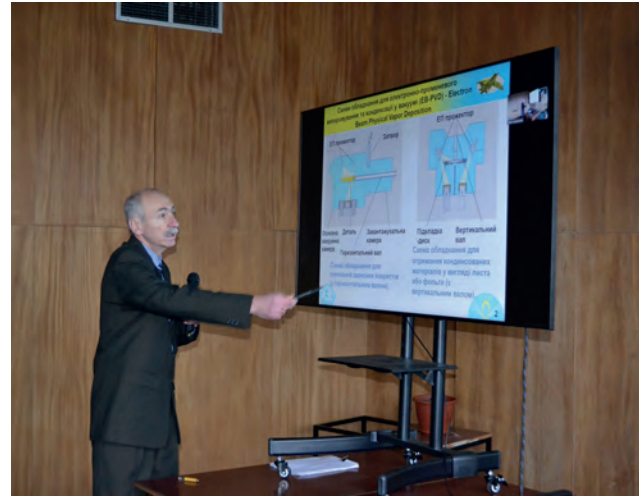
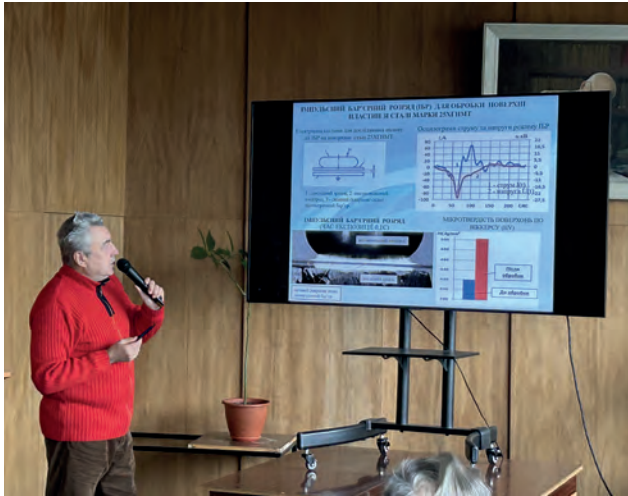
ма обговорити перспективи розвитку подальших досліджень у галузі зварювання та неруйнівного контролю.

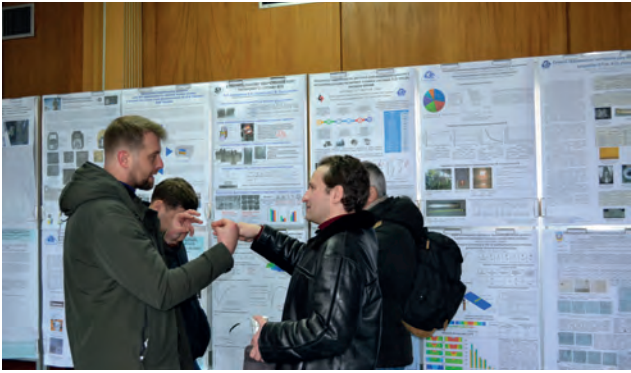
Під час роботи конференції працювала виставка «Зварювання та споріднені технології». У виставці взяли участь ТОВ «Патон Інтернешнл», ТОВ «Діагностичні прилади», ПрАТ «Червона Хвиля», ТОВ «Плазма Мастер», ТОВ «Ультракон», ТОВ «Спектран».

Учасники конференції могли ознайомитись з останніми випусками журналів «Автоматичне зварювання», «Сучасна електрометалургія», «Технічна діагностика та неруйнівний контроль», «The Paton Welding Journal» та оформити передплату на ці видання на 2023 р., а також ознайомитись з новою книгою «Моніторинг стану конструкцій» (автор В.О. Троїцький) та замовити її.

Олександр Зельніченко







Календар листопада*

1 листопада 1917

Зареєстровано фірму «Union Carbide & Carbon Corporation». У 1892 р. Дж.Т. Морехед і Т. Вільсон, творці фірми «Вільсон алюміній», провели першу промислову плавку карбіду. Згодом Дж.Т. Морехед перетворив цю компанію на «Union Carbide Corporation», створивши потужну індустріальну компанію з виробництва карбіду кальцію – основної сировини для отримання ацетилену.



2 листопада 1942

Почалися випробування нового німецького танка «Пантера». Корпус танка збирався з катаних поверхнево-загартованих броньових плит середньої та низької твердості, з'єднаних «в шип» і зварених подвійним швом. «Пантери» були багато в чому модернізованими зразками радянського танка Т-34. Але з огляду на те, що для збирання застосовували ручне дугове зварювання, а радянські танки збиралися за допомогою швидкісного автоматичного зварювання, Німеччина не могла швидко і в достатній кількості постачати на фронт як «Пантери», так і «Тигри».



3 листопада 1916

Закладено військовий корабель «Вендетта» – ескадрений міноносець Королівського військово-морського флоту Великобританії та Королівського австралійського ВМФ часів Другої світової війни. Ескадрений міноносець «Вендетта» був першим цільнозварним судном, збудованим в Австралії. «Вендетта» та інші кораблі цього класу були 390 футів (120 м) у довжину, водотоннажністю 2800 т. Для спорудження судна використовували електродугове зварювання.



4 листопада 1861

Фото історичного знаку на Львівському залізничному вокзалі, де написано: «4 листопада 1861 року з Відня до Львова прибув перший поїзд. Це ознаменувало початок залізничного руху на теренах сучасної України». Українська залізниця є найбільшим споживачем зварювальних технологій і матеріалів в країні.



5 листопада 1953

Були проведені випробування, а потім і відкритий рух цільнозварним мостом у Києві завдовжки 1543 м. Провідна роль у проектуванні, виготовленні та монтажі прогонових будов належала Інституту електрозварювання та особисто Є.О. Патону. Проект мосту розроблений інститутом «Укрпроектстальконструкція». Міст має 24 прольоти, з них чотири судноплавні з висотою 87 м. Основний обсяг (97% всіх швів) робіт зі зварювання головних балок було виконано розробленими в ІЕЗ автоматами та напівавтоматами.



6 листопада 1960

Відкрито першу чергу Київського метрополітену – ділянку Святошинсько-Броварської лінії завдовжки 5,2 км із 5 станціями: «Вокзальна», «Університет», «Хрещатик», «Арсенальна», «Дніпро». При спорудженні тунелів метрополітену широке застосування знайшли технології дугового зварювання (на фото спорудження підземного проміжного вестибюля станції «Арсенальна»).



7 листопада 1937

Народився М.М. Воропай (1937-2014) – доктор технічних наук, представник Патонівської науково-інженерної школи. Теоретично та експериментально розвинув наукові засади фізико-металургійних процесів при механізованому зварюванні у захисних газах. Розробив способи управління характеристиками дуги з електродом, що плавиться і не плавиться, дугове зварювання в атмосфері високого тиску, аргонодугове і мікроплазмове зварювання різнополярними імпульсами струму, дугове зварювання активованим дротом, електролітично-плазмове полірування поверхні електродного дроту.

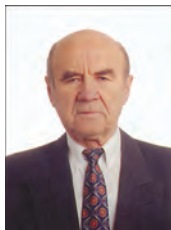


* Матеріал підготовлено компанією ТОВ «СТІЛ ВОРК» (м. Кривий Ріг) за участю редакції журналу.



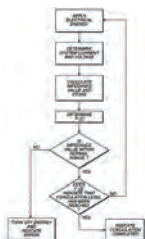
8 листопада 2013

В Університеті Осаки, Японія, пройшов перший міжнародний спільний симпозіум зі з'єднання та зварювання та видано збірку матеріалів конференції. Симпозіум був організований трьома найбільшими науковими установами зі зварювання – Британським інститутом зварювання, Дослідницьким інститутом з'єднань та зварювання Університету Осаки (Японія) та Інститутом зварювання Едісона (США). Головною темою обговорення стала технологія зварювання тертям.



9 листопада 1927

Народився Б.М. Кушніренко – кандидат технічних наук, заслужений машинобудівник України, колишній директор Експериментального виробництва ІЕЗ. До найвагоміших робіт Б.М. Кушніренка можна віднести розроблені ним нові способи аргонодугового зварювання з поперечними переміщеннями дуги. За цією технологією протягом 40 років і по теперішній час виготовляють більшість твердопаливних ракетних двигунів із надміцних сталей.



10 листопада 1998

Компанія Ethicon Inc. Отримує патент US5833690A на технологію з'єднання живих тканин методом електрокоагуляції. Основним профілем компанії є виробництво хірургічних швів та пристроїв для закриття ран. Патент описує електрохірургічний інструмент для зварювання тканин з різними характеристиками, такими як імпеданс (електричний опір), товщина та васкулярність (судинність). Головною метою винаходу є забезпечення зупинки кровотечі та швидке створення швів на тканині.



11 листопада 1934

На лінії вийшов дизельний поїзд Pioneer Zephyr, збудований компанією Budd Company. У конструкції використовувалася нова марка нержавіючої сталі – «18-8», яка вимагала іншої технології зварювання, оскільки традиційне зварювання руйнувало структуру сплаву. Така технологія була розроблена та отримала назву точкової та дозволила зварити корпус поїзда без втрати міцності конструкції.



12 листопада 1942

На верфі Richmond Shipyards (Каліфорнія) був поставлений рекорд складання та зварювання корпусу корабля. Для цього знадобилося лише чотири дні. Завдяки заміні клепаної конструкції та технології клепок на зварювальну конструкцію та зварювання при будівництві судна було зекономлено 500 т сталі. Цикл споруди скоротився до 50 днів. Для скорочення часу та зменшення вартості виготовлення, зниження залишкових напруг та деформацій було розроблено схему «розчленування» корпусу на секції.



13 листопада 2010

Наведена остання версія програмного забезпечення ESI Welding Simulation Suite. Програмний комплекс є унікальним інструментом комп'ютерного аналізу та оцінки термічних, хімічних, металургічних та механічних явищ і процесів у ході зварювання, складання та термообробки проєктованих виробів, від оцінки якості зварювання до послідовності операцій та прогнозування короблення.



14 листопада 1949

Здійснив перший політ гідролітак «Бе-6». У новій моделі «Бе-12» широко застосували зварювання деталей із корозійностійкого сплаву АМг-6Т. Це дало економію маси кожному такому виробу до 8,8 %. Заміна виготовлених з лиття та поковок великогабаритних деталей човна (ліхтаря, рам люків, редана та ін.) на зварні дала значну економію ваги та підвищила корозійну стійкість конструкції.



15 листопада 1878

Американським винахідником Томасом Едісоном засновано компанію «General Electric». Спочатку називалася «Едісон електрик лайт», а після об'єднання у 1892 р. з компанією «Томсон-Х'юстон Електрик Компані», заснованою іншим видатним американським винахідником – Е. Томсоном, отримала свою сучасну назву. Вона стала одним із головних розповсюджувачів контактного зварювання в США на початку її розвитку.

16 листопада 1934

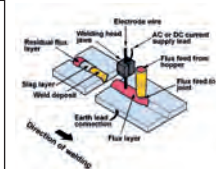
На міжнародному Паризькому авіасалоні продемонстрували модель нового літака Сталь-2. Це був перший серійний літак із цільностальною зварною конструкцією каркасу. Особливістю літака було виготовлення зварного каркасу з нержавіючої сталі марки Енерж-6.

**17 листопада 1955**

Народився В.Ю. Скульський – доктор технічних наук, відомий фахівець в галузі зварювання корозійностійких та теплостійких легованих сталей, представник Патонівської школи. Вагомий внесок ним зроблений в дослідження зварювання і розробку та впровадження технологій зварювання високотемпературних аустенітних сталей.

**18 листопада 1930**

Б.С. Робінов, С.Є. Пейк та В.Є. Квіллен отримали патент на спосіб зварювання, при якому дуга засипана флюсом. Він був застосований для виробництва труб із сталевих листів завтовшки до 16 мм за один прохід. Флюс безперервно висипався з бункера попереду електрода і, розплавляючись, утворював надійний шлаковий та газовий захист.

**19 листопада 1938**

Народився М.П. Тригуб (1938-2012) – доктор технічних наук, представник Патонівської науково-інженерної школи. Вніс суттєвий внесок у створення вітчизняного виробництва титанових зливків. Розробив технологію електронно-променевої плавки з проміжною ємністю та порційною подачею рідкого металу в кристалізатор, електронно-променеві гармати та установки для отримання зливків масою 20 т. Під його керівництвом створено науково-виробничий центр «Титан» та організовано промислове виробництво зливків титану та титанових сплавів.

**20 листопада 1996**

У бік Марса запущено Delta II Heavy – ракета другого покоління ракет-носіїв сімейства «Дельта». Розроблено та сконструйовано авіабудівною компанією «McDonnell Douglas». Ракети другого покоління називалися «важкими», оскільки застосовувалися для доставки на орбіту важких вантажів. Застосування зварювання тертям з перемішуванням зробило шви і стики ракети легше, крім того, конструкція вийшла міцною і витримувала величезні навантаження під час польоту. Зварювання тертям з перемішуванням було також використане при виробництві ракет Delta IV.

**21 листопада 1939**

Народився І.Р. Явдошин – кандидат технічних наук, представник Патонівської школи, відомий фахівець в галузі дослідження металургійних процесів дугового зварювання, розробки покритих електродів для зварювання, розробки промислової технології виробництва зварювальних електродів.

**22 листопада 1922**

Народилася Ейла Хільтунен (1922-2003) – фінський скульптор. Ранні роботи виконувала з мармуру та бронзи, з кінця 1950-х років почала експериментувати з литтям та зварюванням. У 1966 р. Хільтунен була нагороджена найвищою державною нагородою Фінляндії для митців – медаллю «Pro Finlandia». Однією з найвідоміших робіт Ейли Хільтунен є пам'ятник композитору Яну Сібеліусу у Гельсінкі. Зменшена копія пам'ятника стоїть біля штаб-квартири ООН у Нью-Йорку.

**23 листопада 1957**

У Парижі перед Французькою комісією атомної енергетики було продемонстровано зварювання електронним променем. Електронно-променеве зварювання являє собою процес зварювання плавленням, в якому пучок високошвидкісних електронів наноситься на матеріали, що з'єднуються. Заготовки плавляться, коли кінетична енергія електронів перетворюється на тепло при ударі, і присадковий метал, якщо він використовується, також плавиться, утворюючи частину зварного шва.





24 листопада 1881

Інженеру Огюсту де Мерітену виданий французький патент № 146010 на пристрій для зварювання дугою прямої дії, що складається з тримача з вугільним електродом, підключеним до позитивного полюса, і чавунної плити – до негативного полюса. Утримувач та плита розміщувалися у камері з ілюмінатором. Мерітен обмежився застосуванням цього пристрою лише для зварювання свинцевих пластин.



25 листопада 1923

Народився О.Й. Гуша – доктор технічних наук, представник Патонівської школи. З його участю розроблений новий метод вимірювання залишкових напружень у зварних з'єднаннях, що базується на ефекті акустопружності. Метод дає можливість отримати дані про напружений стан зварних конструкцій для оцінки їх працездатності та надійності експлуатації.



26 листопада 1998

Б.Є. Патону присуджено звання Героя України з врученням ордена Держави – за самовіддане служіння науці, видатні досягнення в галузі зварювання та спеціальної електрометалургії, які сприяли визнанню та утвердженню авторитету вітчизняної науки у світі. Борис Євгенович став першою людиною, яка отримала це звання і нагороду, що стало головним визнанням заслуг великого вченого перед наукою.



27 листопада 1918

Народився Б.Є. Патон (1918-2020) – видатний український вчений у галузі зварювання, металургії та матеріалознавства. Видатний громадський діяч та талановитий організатор науки, академік Національної академії наук України, Академії наук СРСР, Російської академії наук, Президент НАН України, Міжнародної асоціації академії наук, директор Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона, заслужений діяч науки та техніки УРСР, лауреат Ленінської та Державних премій СРСР та України, двічі Герой Соціалістичної Праці, Герой України. Разом зі своїм батьком Є.О. Патonom створив всесвітньо відому Патонівську науково-інженерну школу.



28 листопада 1907

Народився В.І. Дятлов – вчений, який вперше запатентував новий принцип влаштування дугових автоматів для подачі електрода з постійною швидкістю, яка не залежить від напруги дуги або інших факторів. У 1942 р. він вперше звернув увагу на саморегулювання дуги при зварюванні електродом, що плавився, досліджував це явище і запропонував використовувати в дугових автоматах. У ряді випадків саморегулювання дуги протікає настільки інтенсивно, що немає необхідності застосування досить складних схем автоматичного регулювання дуги.



29 листопада 1929

Американський штурман Річард Берд із трьома компаньйонами першими у світі перелетіли Південний полюс на тримоторному літаку Fokker F.VIIa/3m.

Літак вилетів зі Шпіцбергена і повернувся на аеродром зльоту, політ тривав 15 год і 57 хв, включаючи 13 хв, витрачених на обліт на Крайньої Півночі. Ім'ям Берда уряд США назвав Американський національний центр полярних досліджень. Починаючи з двадцятих років усі досягнення в техніці були пов'язані з прогресом зварювальних технологій.



30 листопада 1911

Помер М.М. Бекетов (1827-1911) – російський фізхімік, один із основоположників фізичної хімії та хімічної динаміки, заклав основи принципу алюмінотермії. У 1859 р. їм було розроблено спосіб отримання металів, заснований на алюмінотермії – відновлення їх оксидів алюмінієм. Вчений довів, що шихта із суміші порошоків алюмінію та оксиду заліза горить при температурі, що становить кілька тисяч градусів, перетворюючись на залізо та шлак. Це відкриття згодом знайшло застосування в процесі алюмінотермічного зварювання.