

ЗМІСТ

ЕЛЕКТРОШЛАКОВА ТЕХНОЛОГІЯ

Стовпченко Г.П., Кадильникова А.В. Електрохімічні процеси при електрошлаковому переплаві (Огляд) 3

ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВІ ПРОЦЕСИ

Ахонін С.В., Пікулін О.М., Березос В.О., Северин А.Ю., Єрохін О.Г. Виробництво великогабаритних зливків титану способом електронно-променевої плавки 13

ПЛАЗМОВО-ДУГОВА ТЕХНОЛОГІЯ

Петров С.В. Проблеми та їх вирішення при використанні пароводяних плазмотронів підвищеної потужності 19

ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ МЕТАЛУРГІЇ

Гасик М.М., [Гасик М.І.] Хімічна рівновага в системі Fe–O–H за високих температур 26

МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

Ахонін С.В., Білоус В.Ю., Селін Р.В., Петриченко І.К. Вплив термічної обробки на структуру та механічні властивості економнолегованого титанового сплаву Ti–2,8Al–5,1Mo–4,9Fe 32

Костін В.А., Жуков В.В. Удосконалення методики аналізу термодинамічних діаграм фазових перетворень металу зварних швів високоміцних низьколегованих сталей 40

Берднікова О.М. Структурні критерії міцності та тріщиностійкості високоміцних сталей та їх зварних з'єднань 47

СПАДЩИНА Б.Є. ПАТОНА

Продовження по розвитку чорної металургії в 10-й п'ятиліткє (1976–1980 гг.) 54

ІНФОРМАЦІЯ

Наші привітання 57

Дисертації на здобуття наукового ступеня 59

Новий етап розвитку торгової марки Патон™ 63

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Вчені ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ, м. Київ:

С.В. Ахонін (головний редактор),

В.О. Березос, В.А. Костін, І.В. Кривцун, Л.Б. Медовар, Г.П. Стовпченко, А.І. Устїнов, В.О. Шаповалов;

М.І. Гречанюк, Інститут проблем матеріалознавства НАНУ, м. Київ,

М. Зініград, Аріельський університет, Центр матеріалознавства, Ізраїль,

О.М. Івасїшин, Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАНУ, м. Київ,

П.І. Лобода, НТУУ

«КПІ ім. Ігоря Сікорського», м. Київ,

Г. Младенов, Інститут електроніки, м. Софія, Болгарія,

О.В. Овчинников, ЗНТУ, м. Запоріжжя,

С.Я. Шипицин, ФТМС НАНУ, м. Київ

Засновники

Національна академія наук України,

Інститут електрозварювання

ім. Є.О. Патона НАНУ,

Міжнародна Асоціація «Зварювання» (видавць)

Редакція

Д.М. Дяченко (відповід. секретар),

Л.М. Герасименко, Т.Ю. Снегірьова

Адреса

ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ,

03150, Україна, Київ,

вул. Казимира Малевича, 11

Тел./факс: (38044) 200 82 77, 205 22 07

E-mail: journal@paton.kiev.ua

www.patonpublishinghouse.com

Журнал входить до переліку затверджених Міністерством освіти і науки України видань для публікації праць здобувачів наукових ступенів за спеціальностями 132, 133
Наказ МОН України № 409 від 17.03.2020

Рекомендовано до друку редакційною колегією журналу

Свідоцтво про державну реєстрацію

КВ № 24212-14052 ПР від 03.12.2019

ISSN 2415-8445

DOI: <https://doi.org/10.15407/sem>

Передплата 2021

Передплатний індекс 70693

4 випуски на рік (видається щоквартально)

Друкована версія: 960 грн. за річний комплект

з урахуванням доставки

рекомендованою бандероллю.

Електронна версія: 960 грн. за річний комплект

EDITORIAL BOARD

Scientists of E.O. Paton Electric Welding Institute of NASU, Kyiv:

S.V. Akhonin (Editor in Chief),

V.O. Berezos, V.A. Kostin, I.V. Krivtsun,
L.B. Medovar, G.P. Stovpchenko, A.I. Ustinov, V.O. Shapovalov;
M.I. Grechanyuk, Institut for Problems of Material Science of NASU, Kyiv,

M. Zinigrad, Ariel University, Materials Science Centre, Israel,

O.M. Ivasishyn, G.V. Kurdyumov Institute for Metal Physics of NASU, Kyiv,

P.I. Loboda, NTUU «Igor Sykorsky Kyiv Polytechnic Institute», Kyiv,

G. Mladenov, Institute of Electronics

Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria,

O.V. Ovchynnikov, Zaporozhye National Technical University, Ukraine,

S.Ya. Shypytsyn, Physico-Technological Institute of Metals and Alloys, Kyiv

Founders

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

Editors

D.M. Diachenko (execut. secretary), L.M. Gerasymenko, T.Yu. Snegiryeva

Address

E.O. Paton Electric Welding Institute of NASU, 03150, Ukraine, Kyiv,

11 Kasymyr Malevych Str.

Tel./Fax: (38044) 200 82 77, 205 22 07

E-mail: journal@paton.kiev.ua

www.patonpublishinghouse.com

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 132, 133 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 № 24212-14052PR dated 03.12.2019

ISSN 2415-8445

 DOI: <https://doi.org/10.15407/sem>
Subscription 2021

Subscription index 70693

4 issues per year (issued monthly), back issues available.

\$72, subscriptions for the printed (hard copy) version, air postage and packaging included.

\$60, subscriptions for the electronic version (sending issues of Journal in pdf format or providing access to IP addresses).

CONTENTS
ELECTROSLAG TECHNOLOGY
Stovpchenko G.P., Kadilnikova A.V. Electrochemical processes in electroslag melting (Review) 3

ELECTRON BEAM PROCESSES
Akhonin S.V., Pikulin O.M., Berezos V.O., Severin A.Yu., Erokhin O.G. Production of large-sized titanium ingots by the method of electron beam melting 13

PLASMA-ARC TECHNOLOGY
Petrov S.V. Problems and their solution at application of higher power steam-water plasmatrons 19

GENERAL PROBLEMS OF METALLURGY
Gasik M.M., Gasik M.I. Chemical equilibrium in Fe–O–H system at high temperatures 26

MATERIALS SCIENCE
Akhonin S.V., Bilous V.Yu., Selin R.V., Petrichenko I.K. Influence of heat treatment on the structure and mechanical properties of sparsely-doped titanium alloy Ti–2.8Al–5.1Mo–4.9Fe 32

Kostin V.A., Zhukov V.V. Improvement of the procedure of analysis of thermokinetic diagrams of phase transformations in metal of high-strength low-alloy steel welds 40

Berdnikova O.M. Structural criteria of strength and crack resistance of high-strength steels and their welded joints 47

B.E. PATON'S HERITAGE

 Proposals on development of ferrous metallurgy in the 10th Five Year Plan (1976–1980) 54

INFORMATION

Our greetings 57

Dissertations for a scientific degree 59

A new stage in the development of the Paton trademark 63

Смуглячий лист
впередньому на
тему, Совецький
СЕР у Г. Ковалюк
7 травня 1975г.

Записка Б.Є. Патона
к тексту виступлення

Редколегія визнала за важливе в випусках журналу 2021 р. ознайомити читачів з низкою пропозицій акад. Б.Є. Патона, що були спрямовані на інтенсифікацію розвитку економіки країни. В них ми бачимо глибоке розуміння найважливіших проблем, досвід та талант видатного вченого, інженера та мудрої людини, все життя якої — самовіддане служіння науці.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗВИТИЮ ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ В 10-Й ПЯТИЛЕТКЕ (1976–1980 гг.)*

Десятая пятилетка должна стать важным этапом на пути перехода от экстенсивного к интенсивному развитию черной металлургии на основе использования достижений науки и техники.

Главной задачей отрасли в предстоящий период является повышение качества металла, расширение сортамента, улучшение весовых и прочностных характеристик стали.

Капитальные вложения должны быть направлены, в первую очередь, на коренное повышение качества шихтовых материалов, развитие мощностей по четвертому переделу.

К числу важных мероприятий, направленных на решение указанных задач, можно отнести следующие:

- широкое применение внедоменной десульфурации чугуна с использованием гранулированного магнезия. Это позволит перейти к выплавке в кислородных конвертерах широкого сортамента легированных сталей, в том числе сталей повышенной прочности;
- переход к выплавке стали в конвертерах с донной продувкой;
- лучшее использование мощностей широкополосных толстолистовых станов;
- создание мощностей по безокислительному нагреву в прокатном производстве;
- широкое внедрение переплавных рафинирующих процессов вакуумирования жидкой стали;
- замена стального литья листовым прокатом, т.е. замена отливок листосварными конструкциями;
- переход к производству высокопрочной арматурной стали, сварных широкополочных двутавров, железобетонных водоводных труб со стальным сердечником;
- расширение производства железного порошка;
- создание новых мощностей по непрерывной разливке стали.

Все эти мероприятия, направленные на интенсификацию черной металлургии, должны сопровождаться конкретными усилиями по борьбе с экстенсивным развитием потребления металла.

Если не произойдут коренные изменения в структуре потребления металла в народном хозяйстве, то черной металлургии будет очень трудно угнаться за потребителями, чьи нужды растут чрезвычайно быстро.

Капиталовложения в черную металлургию должны, поэтому, расти с учетом соответствующего сокращения капиталовложений в металлопотребляющие отрасли на базе улучшения весовых и качественных характеристик металлопродукции.

Нужно в кратчайшие сроки освоить производство легированных и сложнелегированных сталей повышенной прочности и пересмотреть многие проекты металлоконструкций. Возьмем пример из американской практики.

Американцы начали строить трансаяскинский газопровод длиной почти 4500 км из труб диаметром 1220 мм из сложнелегированной стали при рабочем давлении 117 атм. Эта сталь очень хорошо сваривается, она содержит не более 0,06 % углерода, легирована молибденом 0,25 %, ванадием, ниобием, медью, марганцем. Сталь прокатывается при контролируемой температуре и нормализуется. У нас, к сожалению, нет такой стали и мы вынуждены изготавливать из менее прочной стали более толстостенные трубы, способные работать лишь при почти вдвое более низком давлении. По этой причине мы вынуждены закладывать в землю почти в два раза больше стали.

Таких примеров, к сожалению, много.

Производство легированных сталей в нашей стране уже много лет сдерживается отставанием ферросплавной промышленности. Из всей богатейшей гаммы легирующих в сталеплавильном производстве удается использовать, как правило, лишь кремний и, в известных пределах, марганец, ванадий, молибден, вольфрам и ниобий, без которых нет современных хорошо свариваемых высокопрочных сталей, недоступных практически для всех, кроме оборонных, отраслей промышленности.

Поэтому мы всецело поддерживаем линию на ускоренное развитие в десятой пятилетке ферросплавного производства.

Помимо классических технологий ферросплавного производства, которые нужно развивать

*Друкується мовою оригіналу.

в первую очередь, мы рекомендуем также обратить серьезное внимание на широкое применение плазменно-дуговой технологии выплавки азотистых ферросплавов. Например, расчеты показали, что одна тонна азотсодержащей марганцеванадиевой лигатуры стоит примерно в 23 раза дешевле, чем получаемая по нынешней технологии. Видимо следует подумать о привлечении средств потребителей, таких, например, как строители нефте- и газопроводов, к созданию мощностей в ферросплавной промышленности.

Это безусловно окупится!

Но что же делать пока?

Решение нужно искать на путях коренного пересмотра конструкций наиболее металлоемкой продукции. В качестве примера можно назвать многослойные трубы, изготавливаемые из освоенной стали. Такие трубы могут работать практически при любом давлении. Это дает экономию металла до 15 %.

Другой пример — арматурные каркасы для железобетонных конструкций.

НИИжелезобетон Госстроя совместно с ИЭС показали, что выпуск более прогрессивных плоских и пространственных сварных конструкций позволит экономить за пятилетку не менее 3-х млн т стали. Здесь все проверено и такие конструкции по менее совершенной технологии, чем предлагаем мы, производятся в ФРГ и Австрии.

Третий пример — водоводные трубы. Если перейти на водоводные железобетонные трубы (тонкий стальной сердечник 2,0–2,7 мм в двойной бетонной оболочке), то можно сэкономить за пятилетку около 3,5 млн т стали.

Сейчас стальная труба с толщиной стенки 9–10 мм работает 10 лет по условиям коррозии, а железобетонная в США — 50 лет!

Основной потребитель металлопродукции — это машиностроение. Здесь могут быть внесены следующие предложения.

Известно, что применение рафинированных сталей и сплавов, прежде всего прошедших ЭШП, позволяет в 2–4 раза повысить ресурс металлоизделий, практически ликвидировать брак. Это эквивалентно соответствующему увеличению выпуска машиностроительной продукции. Так, например, известно, что буровые долота из стали ЭШП позволяют вести проходку на 20–25 % быстрее. На каждом долоте ЭШП, как показали нефтяники, экономится не менее 100 руб. Если довести к 1980 г. мощности по производству долотных сталей до 250 тыс. т/год, то это позволит изготовить до 1,5 млн шт. буровых долот взамен 2,0 млн шт. из стали обычной выплавки.

Нам представляется, что нужно было бы привлечь часть капиталовложений нефтяников и га-

зовщиков для создания соответствующих мощностей по ЭШП этих сталей в МЧМ.

По данным ЦНИИ МПС использование роликоподшипников из стали ЭШП в 2–3 раза повышает межремонтный пробег подвижного состава железных дорог. Если бы мы смогли в X пятилетке довести до 100 тыс. т в год производство стали ЭШП для этой цели (для этого потребуется около 50 млн руб.), то был бы получен большой эффект и в МПС, и в Минавтопроме за счет сокращения выпуска подшипников.

То же касается и особо тяжелонагруженных рельсов на кривых, стойкость повышается в 5–7 раз. Видимо и здесь целесообразно привлечь капиталовложения МПС для создания соответствующих мощностей по ЭШП в черной металлургии.

Здесь уместно напомнить, что Постановление СМ СССР от 27.XI.70 г. о дальнейшем развитии производства металла ЭШП предусматривало создание новых мощностей отнюдь не только в черной металлургии, но и у потребителей металла, т.е. на заводах машиностроительных и оборонных отраслей. К сожалению, постановление не выполняется, и если МЧМ ввел некоторые новые мощности на своих заводах («Красный Октябрь», «Днепроспецсталь»), то другие Министерства, особенно Минтяжмаш, постановления Совмина не выполнили.

Коренные изменения в структуру потребления металла в машиностроении может внести недавно разработанная технология электрошлакового литья (ЭШЛ). Она позволяет заменить дефицитные поковки и штамповки и отказаться от одалживания очень дефицитного кузнечно-прессового оборудования.

Предлагается к концу пятилетки создать на заводах Минтяжмаша, Минхимнефтемаша, Минстанкопрома, Минэнергомаша, Минстройдормаша мощности по производству электрошлаковых отливок различного назначения общим весом до 0,5 млн т.

Это позволит, во-первых, примерно на 0,5 млн т сократить производство стального проката в черной металлургии и, во-вторых, высвободить мощности в кузнечно-прессовом производстве.

Так, по инициативе т. Костоусова на Коломенском заводе тяжелых станков строительство электрошлаковой установки для отливки деталей прессов и станков весом до 80–00 т позволит отказаться от поставки 5–7 тыс. т поковок с Уралмаша и др. предприятий.

Недавно в ИЭС побывал зам. пред. Совмина СССР В.Н. Новиков и внес предложение о строительстве на машиностроительных заводах участков и цехов для ЭШЛ. Это предложение нужно возможно скорее реализовать.

ЭШЛ также решает задачу утилизации вышедшего из строя металлорежущего инструмента с



Участники советско-японского семинара по ЭШЛ, Киев, 1975 г.

годовой экономией до 10 млн руб. только по бы-
строрежущей стали.

ЭШЛ находит все более широкое распростра-
нение за рубежом, особенно в Японии. В этом мы
убедились во время работы в Киеве советско-япон-
ского семинара с фирмой Мицубиси 1 и 2 июля с.г.
Японцы с помощью ЭШЛ изготавливают изделия
в конструкциях самого ответственного назначе-
ния, в том числе для атомной энергетики.

Электрошлаковую технологию следует широко
применять в производстве валков горячей и холод-
ной прокатки, как это уже делается в Англии, ФРГ,
США, Чехословакии.

Следует разрешить металлургическим заводам
сдавать, а машиностроительным заводам принимать
в переделку (переточку, термообработку) изношен-
ные прокатные валки. Это позволит экономить еже-
годно до 100 тыс. т легированных валковых сталей.

Нужно ориентироваться на быстрейшее наращи-
вание мощностей по вакуумированию жидкой ста-
ли. Практически вся легированная сталь пропуска-
ется через этот передел в Японии, ФРГ, США.

В связи с развитием 4-го передела следует
обратить особое внимание на создание в черной
металлургии мощностей по безокислительному
нагреву листовых и сортовых слитков, слябов и
прокатных заготовок. Это позволит примерно в
8–10 раз снизить потери металла в виде окалины.
Это может дать экономию не менее 1 млн т стали,
а также сократить создание новых мощностей по
отделке проката, особенно толстого горячекатано-
го листа. Здесь полезно опереться на опыт япон-
ской металлургии.

Нужно добиться того, чтобы предусмотренные
3,2 млрд руб. капиталовложений на 4-й передел в

Х пятилетке были сохранены, а не срезаны в первую
очередь, как это неоднократно было до сих пор.

Важной статьей экономии легированных ста-
лей является создание новых мощностей по вто-
ричному использованию черных металлов. По
оценочным данным на заводах крупного маши-
ностроения за последние 10–15 лет вводилось не
менее 3–4 млн т легированного металлолома, не
используемого в качестве скрапа в маломощных
сталеплавильных агрегатах этих заводов. Этот ме-
талл необходимо ввести в оборот.

Таким образом основные предложения сводят-
ся к следующему.

1. Лучшее использование имеющихся мощно-
стей в черной металлургии и внедрение новых
процессов.

2. Ускоренное развитие ферросплавного произ-
водства, что позволит освоить выпуск легирован-
ных сталей, прежде всего повышенной прочности.

3. Ускоренное развитие четвертого передела.

4. Коренное изменение структуры потребления
черных металлов в нашем народном хозяйстве на
базе резкого улучшения весовых и качественных
характеристик металлопродукции, создания но-
вых рациональных конструкций.

5. Создание мощностей по рафинирующим пе-
реплавам в МЧМ и отраслях потребителей.

6. Создание мощностей по ЭШЛ в основных
отраслях машиностроения.

7. Передача МЧМ части капиталовложений из
отраслей — потребителей металла.

Выполнение предлагаемых мероприятий по-
зволит в 1980 г. сократить потребление проката
примерно на 4 млн т и сэкономить 1,5 млрд руб.

г. Киев, 11 июля 1975 г.

Б.Е. Патон

НАШІ ПРИВІТАННЯ

Колектив Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України та редколегія журналу «Автоматичне зварювання» щиро і сердечно вітають:

Сергія Володимировича Ахоніна з обранням у академіки НАН України;

Сергія Юрійовича Максимова та Володимира Миколайовича Коржика з обранням у члени-кореспонденти НАН України.

Бажаємо міцного здоров'я, щастя, нових досягнень на благо України.



С.В. Ахонін — 1961 р. народження, з відзнакою закінчив Київське відділення Московського фізико-технічного інституту; з 1985 р. працює в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона; пройшов шлях від стажера-дослідника до заступника директора з наукової роботи (2021), завідувач відділу «Металургія та зварювання титанових

сплавів». Захистив кандидатську дисертацію у 1990 р., докторську — у 2003 р., професор (2015), член-кореспондент НАН України (2015).

Ахонін С.В. є відомим вченим в галузі матеріалознавства та електрометалургії тугоплавких та хімічно активних металів, який створив визнану вітчизняною та світовою науковою спільнотою наукову школу з металургії титанових сплавів, запропонував підхід до розв'язання наукових проблем взаємодії рідкого металу з газовою фазою в умовах поверхневого нагріву концентрованими джерелами енергії та структуроутворення в сплавах на основі титану при кристалізації в процесах спеціальної електрометалургії та під дією термічного циклу зварювання, що мають велике теоретичне та практичне значення. Як керівник наукової школи С.В. Ахонін підготував одного доктора технічних наук та п'ятьох кандидатів технічних наук, викладає навчальні дисципліни «Термодинаміка і кінетика металургійних процесів» і «Особливості з'єднання сплавів на основі нікелю, титану, алюмінію» в аспірантурі ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України.

В роботах Ахоніна С.В. дістала подальший розвиток теорія кінетики процесів рафінування металевих розплавів у вакуумі від газів в частині спільного розгляду процесів масопереносу в розплаві і газовій фазі та реакції молізації на міжфазній поверхні. На основі виконаних досліджень він уперше отримав кінетичні рівняння десорбції водню, азоту, кисню і вуглецю з рідких тугоплавких та хімічно активних металів у вакуумі та визначив чисельні значення коефіцієнтів масопереносу та констант швидкості реакцій молізації азоту та водню для титану, ніобію, танталу.

Ахонін С.В. зробив значний внесок у розвиток теорії і практики електронно-променевої плавки тугоплавких та хімічно активних металів. Зокрема, він розробив математичні моделі процесів кристалізації та випаровування металу під час електронно-променевої плавки, за допомогою яких було досліджено вплив технологічних режимів плавки на хімічний склад та структуру зливку, що дало змогу оптимізувати технологічні процеси електронно-променевої плавки ніобію та танталу, підвищивши техніко-економічні показники цих процесів на 15 %. За результатами досліджень ним була розроблена технологія електронно-променевої плавки з проміжною ємністю сплавів на основі титану, яка дозволяє одержувати зливки із гарантованим хімічним складом як за складом легуючих елементів, так і за вмістом домішок. З метою зменшення собівартості і трудомісткості виплавки зливок титану з первинної сировини вперше у світі була розроблена і впроваджена в виробництво технологія переплаву недроблених блоків губчастого титану в спеціалізованій електронно-променевої установці, що забезпечує підвищення на 20 % техніко-економічних показників процесу плавки та дозволяє виплавляти зливки масою до 20 т.

Фундаментальні дослідження Ахоніна С.В. щодо поведінки в титані, в тому числі в рідкому стані, тугоплавких включень з підвищеним вмістом азоту, кисню та вуглецю дозволили встановити механізми та закономірності дифузійного розчинення цих включень та вирішити критично важливу для авіабудівної галузі проблему гарантованого видалення тугоплавких включень з злитків титанових сплавів шляхом їх плавлення в електронно-променевих установках з проміжною ємністю.

Ахонін С.В. приймає активну участь в реалізації спільних міжнародних науково-дослідних проектів з фірмами з США («General Electric», «Air Force Research Laboratory»), Німеччини («Thyssen Krupp Titanium»), Японії («Mitsubishi Heavy Industries»), Південної Кореї («Korea Institute of Machinery & Materials»), Китаю (Шаньдунський інститут океанографічних приладів, Пекінський інститут авіаційних матеріалів, Китайсько-український інститут зварювання в м. Гуанджоу).

Ахонін С.В. опублікував 302 наукові праці, в тому числі 7 монографій (зі співавторами), отримав 18 авторських свідоцтв та патентів України.



С.Ю. Максимов — 1954 р. народження, закінчив Київський політехнічний інститут; з 1977 р. працює в ІЕЗ ім. Є.О. Патона; з 2001 р. — завідувач відділу «Фізико-механічних досліджень зварюваності конструкційних сталей»; заступник директора з наукової роботи (2021); захистив

кандидатську у 1996 р., докторську — у 2007 р.

Максимов С.Ю. — відомий фахівець у галузях матеріалознавства та зварювання металів. Основний напрямок його наукової діяльності — дослідження фізико-металургійних процесів дугового зварювання конструкційних сталей у водному середовищі, розробка наукових основ утворення зварних з'єднань конструкційних сталей при нестационарній імпульсній дузі і алгоритмів адаптивного керування процесом зварювання, створення електродних матеріалів, обладнання і технології підводного дугового зварювання і різання.

Основний напрямок досліджень — розв'язання проблеми створення нероз'ємних з'єднань із високими міцностними і експлуатаційними властивостями шляхом керування металургійними процесами, що протікають в зварювальній ванні, плавленням і переносом електродного металу та регульованого тепловкладення в зону зварного з'єднання з використанням джерел зварювального струму та механізмів подачі електродного дроту з можливостями генерування вихідних імпульсів заданого характеру та зовнішнього електромагнітного впливу.

На основі виконаних досліджень вперше було визначено ефективність модифікування наплавленого металу при підводному зварюванні шляхом введення в рідкометалеву ванну елементів-модифікаторів (мікролегуючих компонентів та нанорозмірних порошоків) та застосування фізичних впливів — імпульсного характеру горіння дуги та електромагнітного перемішування. Виконаний комплекс металургійних, металографічних та технологічних досліджень дозволив встановити відмінність механізмів впливу процесів модифікування в умовах зварювання у водному середовищі у порівнянні зі зварюванням на повітрі і визначити найбільш ефективні шляхи вирішення поставленої задачі.

С.Ю. Максимов — професор кафедри зварювання Івано-Франківського національного університету нафти і газу, запрошений професор Китайського інституту нафти, голова ДЕК на кафедрах зварювання Національного університету кораблебудування ім. адм. Макарова. Під його керівництвом захищено 2 кандидатські дисертації.

С.Ю. Максимов автор більш ніж 280 наукових праць, у тому числі 16 монографій, 2 підручників, 53 авторських свідоцтв та патентів.



В.М. Коржик — 1958 р. народження, закінчив Львівський політехнічний інститут; з 1986 р. працює в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона; з 2004 р. — завідувач відділу «Електротермічних процесів обробки матеріалів». Захистив кандидатську у 1987 р., докторську — у 2000 р.

В.М. Коржик — широко відомий вчений в галузі матеріалознавства та плазово-дугових технологій з'єднання, обробки, отримання нових матеріалів і нанесення покриттів. Його роботи присвячені дослідженню фізичних явищ та закономірностей формування структури та властивостей матеріалів при взаємодії з ними дугової плазми.

Під його керівництвом створені і розвиваються такі нові наукові напрямки:

- наукові основи плазово-дугових і гібридних процесів отримання покриттів та модифікування поверхні;
- нові процеси плазово-дугової сферодизації металів і сплавів різних систем легування та їх сполук;
- наукові основи нових плазових, дугових і гібридних (плазово-дугових, лазерно-плазових) процесів зварювання металів, 3D друку;
- створення нових матеріалів для зварювання, наплавлення, нанесення покриттів, в тому числі із застосуванням нанорозмірних і ультрадисперсних модифікаторів;
- наукові основи нових процесів плазового і гібридного лазерно-плазового різання металів, плазового різання на прямій та зворотній полярностях із застосуванням різних типів плазмоутворюючих середовищ.

Коржик В.М. вперше в Україні започаткував фундаментальні і прикладні розробки по отриманню покриттів із аморфною та нанокристалічною структурою в умовах плазового і дугового напилювання. Розвинув теорію термічної взаємодії одиночних часток в запорошених плазових струменях та їхньої сукупності з основою, встановив закономірності процесів тепло- і масопереносу та протікання мікрометалургійних процесів при формуванні покриттів.

Провів комплексні дослідження фізичних та металургійних процесів при зварюванні металів дуговою плазмою та в умовах гібридного процесу при її поєднанні із дугою плавкого електроду. Під його керівництвом досліджені газодинамічні та теплові характеристики плазового потоку, електричні і енергетичні характеристики процесу плазового різання металів на прямій та зворотній полярності.

В.М. Коржик — науковий директор Китайсько-українського Інституту зварювання ім. Є.О. Патона (КНР), член Академічної Ради ключової лабораторії передових зварювальних технологій провінції Гуандун (КНР).

Результати наукової діяльності Коржика В.М. опубліковані в більш ніж 300 наукових працях, в тому числі в 17 монографіях, він є співавтором 66 авторських свідоцтв та патентів України, РФ і Китаю.

ДИСЕРТАЦІЇ НА ЗДОБУТТЯ НАУКОВОГО СТУПЕНЯ



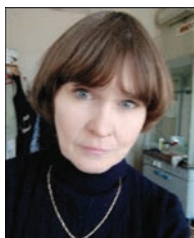
С.О. Осадчук (Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України) захистила 3 лютого 2021 р. кандидатську дисертацію на тему: «Електрохімічний давач поляризаційного опору для оцінювання корозивності атмосферного середовища».

Дисертація присвячена розробленню електрохімічного коповерхневого чотирипарного давача поляризаційного опору для оцінювання зміни корозивності атмосферного повітряного середовища відносно металоконструкцій в замкнутих об'ємах та наявності градієнта температур між металоконструкцією та оточуючим повітрям. Це дозволило адаптувати метод поляризаційного опору при зміні відносної вологості повітря від 100 до 75 % (наближеної до критичної) та температур від 24 до 70 °С в умовах утворення тонких плівок вологи товщиною

від 0,6 до 45 мкм. Швидкість корозії, визначена методом поляризаційного опору, в цих умовах змінюється від 0,44 до $2,08 \cdot 10^{-5}$ мм/рік. Нижня границя вимірювань давачем швидкості корозії 10^{-5} мм/рік.

Запропоновано методичний підхід до розроблення давачів. Теоретично обґрунтовано конструкцію електрохімічної комірки та вибір оптимальних критичних параметрів електродів та кількості електродних пар давача; можливість застосування константи методу поляризаційного опору, визначеній для об'єму електроліту для умов тонкоплівкової корозії; окреслено похибки вимірювання багатоелектродних давачів.

Розроблено та впроваджено методику моніторингу захисту металоконструкцій від атмосферної корозії на об'єктах тривалої експлуатації, яка ґрунтується на визначенні миттєвої швидкості корозії за допомогою давача нової конструкції.



Л.І. Ниркова (Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України) захистила 14 квітня 2021 р. докторську дисертацію на тему: «Теоретико-експериментальні засади оцінювання та запобігання корозійному розтріскуванню сталей магістральних газопроводів в умовах їх катодного захисту».

У дисертаційній роботі вирішено науково-прикладну проблему. Встановлено закономірності корозійного розтріскування сталей магістральних газопроводів при їх катодному захисті, розв'язання якої розширює розуміння механізму корозійного розтріскування магістральних газопроводів, що дає можливість науково-обґрунтованого підходу до вибору способів його попередження.

Запропоновано та науково обґрунтовано методологію оцінювання схильності сталі Х70 до корозійного розтріскування при катодному захисті: введено коефіцієнт схильності до корозійного розтріскування K_s , в якому ураховано зміну відносного звужування зразка у повітрі порівняно з розчином, та критерій схильності до корозійного розтріскування $K_s \geq 1,6$, підтверджений результатами лабораторних та натурних випробувань. Виявлено комплекс чинників, що спричиняють деградацію захисних полімерних покривів (зокрема, стрічкового): наявність дефекту в покриві, контакт з корозивним середовищем та катодна поляризація. Методом інфрачервоної спектроскопії підтверджено деградацію ґрунтувального шару стрічкового покриву і доведено, що присутність продуктів деструкції по-

криву у розчині підвищує схильність трубної сталі до корозійного розтріскування.

Для сталей різної міцності запропоновано новий спосіб оцінювання їх схильності до корозійного розтріскування, заснований на аналізі довжини спадних ділянок кривих руйнування, та введено відповідний коефіцієнт K_r . За температури 50 °С встановлено вплив властивостей сталевої основи на катодне відшарування покривів. На сталі Х80 процес відшарування перебігає інтенсивніше, ніж на Х70, що обумовлено зниженням потенціалу виділення водню на сталі Х80 та будовою приповерхневого шару.

Експериментально доведено, що існує три області потенціалів, в яких корозійне розтріскування сталі Х70 відбувається за різними механізмами: при потенціалах додатніших $-0,75$ В — за механізмом локального анодного розчинення; в області потенціалів від $-0,75$ до $-1,05$ В діє змішаний механізм корозійного розтріскування (локальне анодне розчинення та водневе окрихчення перебігають одночасно); за потенціалів від'ємніше $-1,05$ В — механізм водневого окрихчення. Закономірності корозійного розтріскування підтверджені зміною корозійно-механічних властивостей сталі, оцінених коефіцієнтом K_s , та фрактографічними ознаками руйнування. Зниження катодного потенціалу до мінімального захисного $-0,75$ В (х.с.е.) сприяє збереженню захисних властивостей полімерними покриттями: новим і штучно зістареним стрічковим — в $\sim 9,4$ і $\sim 26,9$ разів, відповідно; новим гібрид-епоксидним — в $\sim 3,3$ рази; штучно зістареним — в $\sim 1,7$ разів; новим та штучно зістареним поліуретановим — в ~ 20 разів.

Розроблено та впроваджено методику визначення потенційно корозійно-небезпечних ділянок магістральних газопроводів в умовах катодного захисту на основі обчислення ймовірності корозійного розтріскування за даними проектної, виконавчої, експлуатаційної документації та ре-



В.В. Жуков (Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України) захистив 26 квітня 2021 р. кандидатську дисертацію на тему «Особливості структури та механічні властивості зварних швів сталі 14ХГНДЦ, модифікованих дисперсними частинками карбідів, оксидів та сполук на основі титану».

Дисертація присвячена встановленню закономірностей впливу модифікування дисперсними частинками оксидів, карбідів та сполук на основі титану (SiC , VC , NbC , TiC , ZrO_2 , Al_2O_3 , MgO , TiO_2 , FeTi , TiN) на особливості структуроутворення та механічні властивості металу зварних швів високоміцної низьколегованої сталі 14ХГНДЦ. Досліджено структуру, розподіл та склад неметалевих включень та фазових виділень металу модифікованих зварних швів високоміцної низьколегованої сталі 14ХГНДЦ. Створена методика оцінки кінетичних параметрів структурно-фазового перетворення. Визначені кінетичні параметри: величина максимальної інтенсивності та об'ємний ефект структурно-фазового перетворення, які характеризують ступень зміни об'єму металу при перебудові кристалічної решітки в ході структурно-фазового перетворення. Визначено температури максимальної інтенсивності перетворення для металу модифікованих швів. Проведено аналіз взаємозв'язку кінетичних параметрів структурно-фазового перетворення, хімічного складу, температур перетворення аустеніту, структурно-фазового складу та механічних характеристик металу модифікованих швів сталі 14ХГНДЦ.

Визначено механізм впливу різних типів модифікаторів (карбідні, оксидні та сполуки на основі



В.Б. Порохонько (Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України) захистив 26 квітня 2021 р. кандидатську дисертацію на тему «Електрошлаковий переплав титанових сплавів під дією зовнішніх поздовжніх магнітних полів».

Дисертаційна робота присвячена визначенню закономірностей процесів плавлення, перенесення та кристалізації металу при ЕШП в умовах дії зовнішніх, постійних та імпульсних поздовжніх магнітних полів і розробці технічних рекоменда-

зультатам наземного технічного діагностування й лабораторних досліджень з подальшим ранжуванням ділянок за ступенем потенційної корозійної небезпеки. Результати роботи використані при розробленні СОУ 60.3-30019801-070, ДСТУ Н Б А.3.1-29, зміни № 1 до ДСТУ 4219.

титану) на кінетику структуроутворення металу зварних швів. Встановлено, що карбідні модифікатори впливають на кінетику перетворення та формування вторинної кристалічної структури через розчинення і зміну складу твердого розчину; оксидні модифікатори та модифікатори на основі сполук титану розчиняються та виділяються на поверхні неметалевих включень, а також у вигляді нових неметалевих включень, які впливають на структуроутворення і механічні властивості модифікованого металу зварних з'єднань. Встановлено, що модифікатори на основі сполук титану призводять до формування неметалевих включень, що утворюються всередині зерна металу з щільністю дислокацій $10^{10} \dots 10^{11} \text{ см}^{-2}$ навколо включення, підвищують значення міцності металу і знижують тріщиностійкість; оксидні неметалеві включення утворюються поблизу границь зерен металу з щільністю дислокацій $10^8 \dots 10^9 \text{ см}^{-2}$ навколо включення і підвищують значення пластичності та ударної в'язкості металу.

Дослідно-промислово перевірку можливості застосування технології модифікування зварного шва високоміцних низьколегованих сталей проведено на ПрАТ НКМЗ (м. Краматорськ) для сталей марок А514 та 16ХГМФТР. При порівнянні механічних властивостей металу швів, отриманих порошковими дротами зарубіжних (BÖHLER NiCrMo 2,5-IG, BÖHLER X 70 – IG) марок з металом, отриманим з застосуванням експериментальних порошкових дротів з дисперсними модифікаторами TiO_2 та Al_2O_3 встановлено, що використання більш дешевих вітчизняних зварювальних матеріалів дозволяє забезпечити необхідний рівень механічних властивостей металу зварного з'єднання.

цій щодо їх застосування при виплавці зливків титанових сплавів.

Шляхом фізичного моделювання досліджено особливості плавлення витратного електрода, характеру формування і відриву крапель електродного металу та їх рух в шлаковій ванні при ЕШП в умовах дії зовнішніх магнітних полів. Експерименти проводили за різними схемами із застосуванням змінного, постійного і модульованого струму плавки під дією зовнішнього постійного або імпульсного поздовжнього магнітного поля.

В результаті проведених експериментів встановлено, що під дією поздовжнього магнітного

поля тороїдальні гідродинамічні течії в шлаковій ванні трансформуються в горизонтальні обертання навколо її осі, що призводить до деформації вільної поверхні шлакової ванни та поверхні поділу шлакова–металева ванни. Величина деформації вільної поверхні ванни залежить від швидкості обертання розплаву.

Фізичним моделюванням встановлено ряд закономірностей. Зокрема, застосування поздовжнього магнітного поля індукцією 0,20...0,35 Тл призводить до збільшення частоти відриву крапель електродного металу (на 20...30 %), зменшення їх середньої маси (на 10...50 %), збільшення траєкторій їх руху (на 30...160 %) і терміну перебування в шлаковій ванні (з 0,20...0,25 до 0,4...0,8 с), а також до розосередження місць попадання крапель на дзеркало рідкої металевої ванни.

Основні результати фізичного моделювання були апробовані в умовах натурального ЕШП титану на модернізованому обладнанні під дією поздовжніх магнітних полів. Експериментально встановлено, що поздовжнє магнітне поле індукцією 0,2 Тл призводить до зменшення струму плавки на величину до 20 % і збільшення амплітуди його коливань без цілеспрямованої зміни інших параметрів процесу. У випадку застосування імпульсного поздовжнього магнітного поля зменшення струму плавки має циклічний характер, а величина цього падіння залежить від величини індукції і тривалості імпульсів магнітного поля і може сягати до 70...80 %.

За допомогою аналізу осцилограм електричних режимів ЕШП під дією зовнішнього поздовжнього магнітного поля індукцією 0,2...0,28 Тл встановлено, що частота відриву крапель електродного металу збільшується на 18...62 %, а швидкість плавлення електроду — на 3...6 %. При цьому,

середній діаметр крапель металу зменшується на 5...16 %, а їх маса на 13...41 %.

Експериментально встановлено, що поздовжні магнітні поля при ЕШП призводять до суттєвого подрібнення макроструктури титанових зливків, при одночасному погіршенні якості формування їх бокової поверхні. Визначено оптимальні величини індукції постійного та імпульсного поздовжнього магнітних полів, які забезпечують максимальну розорієнтацію та подрібнення макроструктури зливків діаметром 70...140 мм, при мінімальному погіршенні якості їх бокових поверхонь та відсутності внутрішніх дефектів. Встановлено, що для постійного магнітного поля такий діапазон індукції становить $B = 0,12...0,22$ Тл, а для імпульсного — $B = 0,18...0,3$ Тл при тривалості імпульсів $t_{\text{имп}} = 0,9...2,5$ с, та пауз — $t_{\text{п}} = 6...15$ с.

Досліджено температурні залежності електропровідності, в'язкості та інтервалу твердіння сольових композицій на основі CaF_2 . На їх основі розроблено сольовий, трикомпонентний флюс для ЕШП титану системи $\text{CaF}_2\text{SrCl}_2\text{Na}_3\text{AlF}_6$.

Розроблено технологічні рекомендації щодо обладнання, матеріалів, режимів ЕШП зливків титанових сплавів у поздовжніх магнітних полях.

Способом ЕШП в поздовжньому магнітному полі отримано зливки титанових сплавів ВТ6, ТС6 та ОТ4. Встановлено, що хімічний склад сплавів повністю відповідає вимогам діючих стандартів. При цьому метал зливків характеризується високою хімічною і фізичною однорідністю. Характеристики міцності дослідних зразків відповідають типовим значенням для даних сплавів, а характеристики пластичності і ударної в'язкості перевищують в середньому на 10...25 %.



В.О. Берзоз (Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України) захистив 28 квітня 2021 р. кандидатську дисертацію на тему «Теорія і практика виробництва зливків високоміцних конструкційних сплавів на основі титану способом електронно-променевої плавки».

Дисертаційна робота присвячена вирішенню важливої науково-технічної задачі, що полягає у розвитку теорії і практики одержання якісних зливків високоміцних конструкційних сплавів на основі титану способом електронно-променевої плавки з проміжною ємністю.

Методами математичного моделювання досліджено тепловий стан зливків сплавів титану при ЕШП з урахуванням гідродинамічних течій та до-

сліджено процесу випаровування хімічних елементів під час ЕШП високоміцних конструкційних сплавів титану. На основі проведених розрахунків в рамках математичних моделей, визначено технологічні режими та розроблено технологію ЕШП зливків високоміцних сплавів титану, що забезпечує високу якість одержуваного металу. Проведено роботи з одержання напівфабрикатів та показано високу якість титанових сплавів, одержаних за розробленою технологією ЕШП.

Практичне значення отриманих результатів дисертаційного дослідження полягає у тому, що розроблено нову перспективну технологію, застосування якої для виробництва вітчизняних напівфабрикатів високоміцних сплавів на основі титану дозволить відмовитись від імпорту вартісних іноземних напівфабрикатів, та забезпечить розширення їх застосування підприємствами України.



О.М. Гніздило (Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України) захистив 28 квітня 2021 р. кандидатську дисертацію на тему «Інтенсифікація процесу плазмово-індукційного вирощування крупних профільованих монокристалів вольфраму».

Дисертаційна робота присвячена дослідженню теплофізичних і металургійних закономірностей при інтенсифікації технології плазмово-індукційного вирощування крупних профільованих монокристалів вольфраму, установленню впливу основних технологічних параметрів і режимів плазмово-індукційного процесу на їх структуроутворення, а також розробці дослідно-промислової технології з високими показниками продуктивності й економічної ефективності виробництва монокристалів.

Установлено, що в умовах підвищення інтенсифікації процесу при базовому підігріві спостерігається зростання динамічного впливу плазмової дуги на теплове поле монокристала, тому при підвищенні інтенсифікації процесу зниження температурного градієнта безпосередньо в ближній зоні границі фазового переходу рідина-кристал було досягнуто шляхом збільшення температури у верхній області злитка за рахунок потужності тепловкладення від індукційного джерела нагрівання.

Установлено за допомогою математичного моделювання, що при рівні підігріву індукційного

джерела енергії, при якому забезпечується температура площини нарощування 2273, 2773, 3273 К, можливо отримати зростання інтенсифікації процесу в 3, 8 та 18 разів при швидкостях плазмового джерела енергії 60, 160, 360 мм/хв відповідно з забезпеченням характеристик теплового поля, наближених до базового рівня та дозволяє отримати зниження витрат електромагнітної енергії, що становить у порівнянні з базовою технологією 50, 56 і 64 % чи 80, 94 і 104 кВт·год/кг.

Установлено при дослідженні структурної досконалості отриманих великих профільованих монокристалів вольфраму, що з ростом інтенсифікації процесу в межах від 17 до 70 мм/хв відбувається подрібнення субструктури при рівномірному (безградієнтному) розподілі щільності дислокаційної картини і показано, що при отриманих швидкостях злиток є монокристалічним тілом із кристалографічною орієнтацією, відповідною до орієнтації зародкового кристала, із забезпеченням розорієнтації малокутових меж, що не перевищують 2° та лежить в межах допустимих значень для металевих монокристалів.

На базі проведених досліджень розроблена технологія отримання великих монокристалів тугоплавких металів у вигляді пластин при плазмово-індукційному зонному вирощуванні, яка забезпечує високі показники продуктивності та економічної ефективності з забезпеченням монокристалічної структури злитків вольфраму.

Національна академія наук України
Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона
Українське товариство неруйнівного контролю та технічної діагностики
Міжнародна Асоціація «Зварювання»

II МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ
НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ
та
МОНІТОРИНГ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ

6–10 вересня 2021

Одеса, Аркадія, готель «Аркадія»

Генеральний спонсор
ПрАТ «УкрНДІНК»



Офіційний спонсор
ТОВ «НВФ «Діагностичні прилади»



ОРГАНІЗАТОР КОНФЕРЕНЦІЇ
Міжнародна Асоціація «Зварювання»
вул. Казимира Малевича 11, м. Київ, 03150
тел. +38 (044) 200-82-77, (050) 352-73-50
journal@paton.kiev.ua
posypaiko.yurii@gmail.com
<http://pwi-scientists.com/ukr/nktd2021>



*Безперервний шлях до досконалості
тривалістю більше 60-ти років*

НОВИЙ ЕТАП РОЗВИТКУ ТОРГОВОЇ МАРКИ ПАТОН™



Центральний корпус ДЗЗУ ім. Є.О. Патона

Розвиток виробництва зварювального обладнання в Україні налічує вже майже вікову історію. З них 62 роки тісно пов'язані з діяльністю Дослідного заводу зварювального устаткування (ДЗЗУ) ІЕЗ ім. Є.О. Патона, який було створено при Інституті електрозварювання в січні 1959 р. для втілення в життя нових розробок спеціалістів ІЕЗ та ДКТБ ІЕЗ. За весь час від свого створення і до сьогодні Заводом було виготовлено сотні тисяч одиниць зварювального обладнання для різнопрофільних підприємств майже на всіх континентах світу. На сьогоднішній день ДЗЗУ ІЕЗ ім. Є.О. Патона є провідним виробником зварювального обладнання та матеріалів в Україні та одним з лідерів ринку

на пострадянському просторі. Завдяки власним розробкам, високій культурі виробництва та значному досвіду фахівців Заводу зварювальні апарати та електроди під торговою маркою ПАТОН™ гідно оцінюються спеціалістами зварювальної справи як в Україні, так і далеко за її межами.

Розвиток експортних ринків збуту своєї продукції є одним із найбільш пріоритетних напрямків стратегії розвитку Заводу. Сьогодні продукція ПАТОН™ поставляється у більш ніж 50 країн по всьому світу — від Латинської Америки до Далекого Сходу. І перелік цих країн не стоїть на місці! Лише з початку 2021 р. до нього додалося ряд європейських (Данія, Великобританія), африканських (Кенія) та близькосхідних країн (Саудівська Аравія, Бахрейн).

Саме для посилення експортного вектору розвитку керівництвом Заводу було прийнято рішення про оновлення назви підприємства та її зміни на ПАТОН ІНТЕРНЕТШНЛ. Очікується, що такий крок допоможе підкреслити перед споживачами та партнерами Заводу міжнародну направленість бізнесу, який вже давно виріс за межі ринку України, та полегшить просування бренду ПАТОН™ у світі. Як часто буває, необхідність таких змін була продиктована самим ринком, адже в сучасних реаліях навіть назва підприємства має відповідати певним вимогам споживачів — простота, лаконічність, доступність та зрозумілість.

Деякий час тому Заводом разом із партнерами було розпочато процес створення представництв в тих країнах, до яких експортується найбільше



продукції. Основна мета створення таких представництв — забезпечення ефективної роботи Заводу на локальному ринку та надання високоякісної підтримки локальним споживачам. Згодом планується уніфікувати назви представництв з використанням єдиної торгової марки — ПАТОН Польща, ПАТОН Великобританія, ПАТОН Данія, ПАТОН Єгипет, ПАТОН Грузія, ПАТОН Південна Корея та ще більше 20 представництв. І лише сучасна назва головної компанії із розташованими в Україні дослідно-конструкторською базою та виробничими потужностями надає можливість логічно об'єднати всі представництва в рамках єдиного бізнесу — ПАТОН ІНТЕРНЕТІОНЛ. Сама така назва буде однаково зрозуміла споживачам та партнерам Заводу у будь-якій країні та сприятиме формуванню довіри до українського бренду.

Завод має бездоганну репутацію надійного виробника та постачальника високоякісного зварювального обладнання та матеріалів і робить все необхідне для її підтримки на такому високому рівні. Завдяки співпраці Заводу з провідними українськими та міжнародними сертифікаційними компаніями продукція ПАТОН™ відповідає всім необхідним вимогам та регулярно проходить сертифікацію. Для посилення своїх позицій на міжнародному ринку, а

також для мінімізації ризиків експортної діяльності Заводом було укладено угоду про співпрацю з експортно-кредитним агентством. Така співпраця відкриває можливості щодо розширеного страхування міжнародних поставок продукції Заводу, додатково гарантуючи виконання умов поставки всіма сторонами процесу. При цьому за недовгий час існування даної угоди Завод вже встиг її задіяти при нещодавніх поставках до Буркіна-Фасо, Нігерії, Південної Африки та Кенії. Використання даного додаткового механізму страхування покликане ще більше покращити імідж компанії ПАТОН ІНТЕРНЕТІОНЛ в якості надійного міжнародного торгового партнера та посилити позиції продукції ПАТОН™ на світовому ринку.

Завдяки вказаним заходам Завод продовжує свій рух до поставлених цілей — забезпечення сталого розвитку свого науково-дослідного та виробничого потенціалу, нарощування виробництва високоякісного зварювального обладнання та матеріалів, просування продукції ПАТОН™ серед якнайбільшої кількості фахівців зі зварювання з різних країн, збільшуючи тим самим власний внесок у розвиток української виробничої галузі та популяризації бренду «ЗРОБЛЕНО В УКРАЇНІ» серед споживачів по всьому світу.

За матеріалами прес-релізу ДЗЗУ

ПЕРЕДПЛАТА 2021

Журнали	Вартість передплати на друковані версії журналів*, грн.			
	місяць	квартал	пів року	рік
«Автоматичне зварювання», видається з 1948 р., 12 випусків на рік. ISSN 0005-111X. Передплатний індекс 70031.	240	720	1440	2880
«Сучасна електрометалургія», видається з 1985 р., 4 випуски на рік. ISSN 2415-8445. Передплатний індекс 70693.	–	240	480	960
«Технічна діагностика та неруйнівний контроль», видається з 1989 р., 4 випуски на рік. ISSN 0235-3474. Передплатний індекс 74475.	–	240	480	960
«The Paton Welding Journal»**, видається з 2000 р., 12 випусків на рік. ISSN 0957-798X. Передплатний індекс 21971.	520	1560	3120	6240

*Вартість з урахуванням доставки рекомендованою банделроллю.

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

Передплату на журнали можна оформити по каталогах передплатних агентств «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 2021 р. доступні для вільного копіювання випуски журналів з 2007 по 2019 рр.