

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

Главный редактор  
академик **Б. Е. Патон**

*Ученые ИЭС им. Е. О. Патона*  
д.т.н. **Г. М. Григоренко** (зам. гл. ред.),  
д.т.н. **С. В. Ахонин**, **Д. М. Дяченко** (отв. секр.),  
д.т.н. **И. В. Кривциун**, д.т.н. **Л. Б. Медовар**,  
д.т.н. **Б. А. Мовчан**, д.т.н. **А. С. Письменный**,  
д.т.н. **А. И. Устинов**, д.т.н. **В. А. Шаповалов**

*Ученые университетов Украины*  
д.т.н. **В. С. Волошин**, ПГТУ, Мариуполь  
д.т.н. **М. И. Гасик**, НМетАУ, Днепр  
д.т.н. **О. М. Ивасишин**, Ин-т металлофизики, Киев  
д.т.н. **П. И. Лобода**,  
НТУУ «КПИ им. И. Сикорского», Киев  
д.т.н. **А. В. Овчинников**, ЗНТУ, Запорожье

*Зарубежные ученые*  
д.т.н. **К. В. Григорович**  
МИСиС, Москва, РФ  
д.х.н. **М. Зинниград**  
Ун-т Ариэля, Израиль  
д.т.н. **А. А. Ильин**  
МАТИ-РГТУ, Москва, РФ  
д.ф.-м.н. **Г. Младенов**  
Ин-т электроники, София, Болгария  
д.т.н. **А. Митчелл**  
Ун-т Британской Колумбии, Канада  
д.т.н. **Г. Ф. Тавадзе**  
Ин-т металлург. и материаловед.  
им. Ф. Тавадзе, Тбилиси, Грузия  
д.т.н. **Цохуа Джанг**  
Северо-Восточный ун-т, Шеньян, Китай

**Учредители**

Национальная академия наук Украины  
Институт электросварки им. Е. О. Патона НАНУ  
Международная Ассоциация «Сварка» (издатель)

**Адрес редакции журнала  
«Современная электрометаллургия»**

Институт электросварки  
им. Е. О. Патона НАН Украины  
Украина, 03150, г. Киев,  
ул. Казимира Малевича, 11  
Тел./факс: (38044) 200 82 77, 200 54 84  
Тел.: (38044) 205 22 07  
E-mail: journal@paton.kiev.ua  
www.patonpublishinghouse.com

**Редакторы**

**Д. М. Дяченко**, **Т. В. Юштина**  
Электронная верстка  
**Л. Н. Герасименко**, **Т. Ю. Снегирева**

Свидетельство о государственной регистрации  
КВ 6185 от 31.05.2002  
ISSN 2415-8445

DOI: <http://dx.doi.org/10.15407/sem>

Рекомендовано к печати  
Ученым советом ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины

Журнал входит в перечень утвержденных МОН  
Украины изданий для публикации трудов  
соискателей ученых степеней

При перепечатке материалов ссылка на журнал  
обязательна. За содержание рекламных материалов  
редакция журнала ответственности не несет

**СОДЕРЖАНИЕ**

**ЭЛЕКТРОШЛАКОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**

**Медовар Л. Б., Стовпченко А. П., Полишко А. А., Педченко Е. А.,  
Зайцев В. А.** Современные рельсовые стали и возможности ЭШП  
(Обзор). Сообщение 1. Условия эксплуатации рельсов  
и их дефекты ..... 3

**ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВЫЕ ПРОЦЕССЫ**

**Ахонин С. В., Марковский П. Е., Березос В. А.,  
Стасюк А. А., Пикулин А. Н., Северин А. Ю., Антонюк С. Л.**  
Получение высокопрочного титанового сплава Ti-1,5Al-6,8Mo-4,5Fe  
способом ЭЛП ..... 9

**ПЛАЗМЕННО-ДУГОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ**

**Костин В. А., Григоренко Г. М., Шаповалов В. А., Пикулин А. Н.**  
Математическое моделирование процесса формирования  
многослойной 3D конструкции аддитивным методом  
с использованием электродуговых источников тепла ..... 17

**Гниздыло А. Н., Якуша В. В., Шаповалов В. А., Карускевич О. В.,  
Никитенко Ю. А., Козуб Н. В.** Математическая модель плазменно-  
индукционного процесса выращивания монокристаллов тугоплавких  
металлов ..... 28

**ВАКУУМНО-ИНДУКЦИОННАЯ ПЛАВКА**

**Калашник Д. А., Шаповалов В. А., Кожемякин В. Г.,  
Веретильник А. В., Калюжный П. Б.** Тепловое состояние  
закалочного диска в процессе экстракции из расплава при  
индукционной плавке в секционном кристаллизаторе ..... 37

**НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**Гречанюк Н. И., Гречанюк В. Г.** Дисперсные и слоистые объемные  
нанокристаллические материалы на основе меди и молибдена.  
Структура, свойства, технология, применение. Сообщение 1.  
Структура и фазовый состав ..... 42

**ИНФОРМАЦИЯ**

20-я Международная конференция «International Forgmasters Meeting  
(IFM 2017)» ..... 54

Семинар «Функциональные металлические материалы с памятью  
формы: современное состояние и перспективы» ..... 56

К 90-летию академика Б. А. Мовчана ..... 57

Наши поздравления! ..... 59

Формирование изделий с помощью 3D технологии ..... 60

**ЗМІСТ**

**CONTENTS**

**ЕЛЕКТРОШЛАКОВА ТЕХНОЛОГІЯ**

**ELECTROSLAG TECHNOLOGY**

*Медовар Л. Б., Стовпченко Г. П., Полішко Г. О.,  
Педченко С. О., Зайцев В. А.* Сучасні рейкові сталі і  
можливості ЕШП (Огляд). Повідомлення 1. Умови  
експлуатації рейок та їх дефекти ..... 3

*Medovar L.B., Stovpchenko G.P., Polishko G.O.,  
Pedchenko E.A., Zaitsev V.A.* Modern rail steels and solutions  
ESR (Review). Information 1. Operating conditions  
and defects observed ..... 3

**ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВІ ПРОЦЕСИ**

**ELECTRON BEAM PROCESSES**

*Ахонін С. В., Марковський П. Є., Березос В. О.,  
Стасюк А. А., Пікулін О. М., Северин А. Ю.,  
Антонюк С. Л.* Одержання високоміцного титанового  
сплаву Ti-1,5Al-6,8Mo-4,5Fe способом ЕПП ..... 9

*Akhonin S.V., Markovskii P.E., Berezos V.A., Stasyuk A.A.,  
Pikulin A.N., Severin A.Yu., Antonyuk S.L.* Producing  
of high-strength titanium alloy Ti-1.5Al-6.8Mo-4.5Fe  
by EBM method ..... 9

**ПЛАЗМОВО-ДУГОВА ТЕХНОЛОГІЯ**

**PLASMA-ARC TECHNOLOGY**

*Костін В. А., Григоренко Г. М., Шаповалов В. О.,  
Пікулін О. М.* Математичне моделювання процесу  
формування багатошарової 3D конструкції адитивного  
методу з використанням електродугових  
джерел тепла ..... 17

*Kostin V.A., Grigorenko G.M., Shapovalov V.A.,  
Pikulin A.N.* Mathematical modeling of process of formation  
of multilayer 3D structure by additive method using  
electric arc heat sources ..... 17

*Гніздило О. М., Якуша В. В., Шаповалов В. О.,  
Карускевич О. В., Никитенко Ю. О., Козуб Н. В.*  
Математична модель плазмово-індукційного процесу  
виращування монокристалів тугоплавких металів ..... 28

*Gnizdylo A.N., Yakusha V.V., Shapovalov V.A.,  
Karuskevich O.V., Nikitenko Yu.A., Kozub N.V.* Mathematical  
model of plasma-induction process for growing single  
crystals of refractory metals ..... 28

**ВАКУУМНО-ІНДУКЦІЙНА ПЛАВКА**

**VACUUM-INDUCTION MELTING**

*Калашник Д. О., Шаповалов В. О., Кожемякін В. Г.,  
Веретільник О. В., Калюжний П. Б.* Тепловий стан  
диску-охолоджувача в процесі екстракції з розплаву при  
індукційній плавці в секційному кристалізаторі ..... 37

*Kalashnik D.A., Shapovalov V.A., Kozhemyakin V.G.,  
Veretilnik A.V., Kalyuzhnyi P.B.* Thermal state of hardening  
disc during extraction from melt in induction melting in  
sectional crystallizer ..... 37

**НОВІ МАТЕРІАЛИ**

**NEW MATERIALS**

*Гречанюк М. І., Гречанюк В. Г.* Дисперсні і шаруваті  
об'ємні нанокристалічні матеріали на основі міді  
та молібдену. Структура, властивості, технологія,  
застосування. Повідомлення 1. Структура  
і фазовий склад ..... 42

*Grechanyuk N.I., Grechanyuk V.G.* Dispersed and laminar  
volumetric nanocrystal materials on base of copper and  
molybdenum. Structure, properties, technology, application.  
Information 1. Structure and phase composition ..... 42

**ІНФОРМАЦІЯ**

**INFORMATION**

20-а Міжнародна конференція «International Forgmasters  
Meeting (IFM 2017)» ..... 54

20th International Conference «International Forgmasters  
Meeting» (IFM 2017)» ..... 54

Семінар «Функціональні металеві матеріали з пам'яттю  
форми: сучасний стан і перспективи» ..... 56

Seminar «Functional Metallic Shape Memory Materials:  
State-of-the Art and Prospects» ..... 56

До 90-річчя академіка Б. О. Мовчана ..... 57

Towards the 90th birthday anniversary of B.A. Movchan .... 57

Наші поздоровлення! ..... 59

Our congratulations ..... 59

Формування виробів за допомогою 3D технології ..... 60

3d forming of products ..... 60

Адреса редакції журналу  
«Сучасна електрометалургія»  
Інститут електрозварювання ім. С. О. Патона НАН України  
Україна, 03150, м. Київ, вул. Казимира Малевича, 11  
Тел./факс: (38044) 200 82 77, 200 54 84; тел.: 205 22 07  
E-mail: journal@paton.kiev.ua; www.patonpublishinghouse.com  
Свідцтво про державну реєстрацію КВ 6185 от 31.05.2002  
ISSN 2415-8445, DOI: <http://dx.doi.org/10.15407/sem>

Editorial Address  
of Journal «Electrometallurgy Today»  
The E. O. Paton Electric Welding Institute, NASU  
11 Kazimir Malevich Str., 03150, Kyiv, Ukraine  
Tel./Fax: (38044) 200 82 77, 200 54 84; Tel.: 205 22 07  
E-mail: journal@paton.kiev.ua; www.patonpublishinghouse.com  
State Registration Certificate KV 6185 of 31.05.2002  
ISSN 2415-8445, DOI: <http://dx.doi.org/10.15407/sem>

## 20-я МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «INTERNATIONAL FORGMASTERS MEETING (IFM 2017)»

11–14 сентября 2017 г. в г. Грац (Австрия) состоялась 20-я Международная конференция «International Forgmasters Meeting (IFM 2017)», которая проводится с 1954 г. Организатором конференции выступило Австрийское общество металлургов и материаловедов (ASMET).

В работе конференции приняли участие около 600 специалистов из 40 стран мира, которые представили 130 докладов от ведущих промышленных компаний, таких как Voestalpine, Kobe Steel, Saarschmiede, Doosan, Bohler, Japan Steel Works, Consarc, AREVA, Mitsubishi, GE, Danieli, Inteco, ALD. Интересные результаты исследований представили ученые из 20 университетов и институтов (Институт материаловедения, соединения и формирования, Университет технологии (Грац, Австрия), Институт исследований металла Китайской академии наук (КНР), Montanuniversität (Leoben, Австрия), Институт электросварки им. Е. О. Патона (Киев, Украина) и др.).

На конференции рассматривали широкий спектр вопросов по выплавке и обработке металла в кузнечной отрасли разных стран, передовые и новые технологии производства сталей для энергетики, аэрокосмической промышленности и др., а также вопросы по тестированию и управлению качеством металла (неразрушающий и деструктивный контроль, ISO9000, ISO14000), численному анализу и моделированию.

В рамках работы конференции были представлены доклады, среди которых:

«Технологии плавки и литья для производства 9...12 %-ной хромистой стали для энергетики» (Харальд Хольцгрубер, INTECO, Австрия);

«Открытое кузнечно-штамповочное производство в подразделении специальных сталей Voestalpine» (Роберт Бауэр, Voestalpine, Австрия);

«Новые тенденции получения специальных ковочных сталей, их переплава и порошковой металлургии» (Бенедикт Блиц, SMR Premium GmbH, Германия). В своем докладе Б. Блиц рассказал о последних событиях в мире специальных кованных сталей и их переплаве (никелевых сплавов, нержавеющей, легированных инструментальных сталях), а также обзор потребностей конечных пользователей;

«Макросегрегация в слитках» (Эд Пикеринг, Университет Манчестера, Великобритания). В докладе Э. Пикеринга рассмотрены механизмы, при которых макросегрегация происходит в больших слитках (12 тонн). Проведено сравнение в продольном сечении слитка стали CrNiMo по всей высоте

с помощью рентгеновской флуоресцентной спектроскопии XRF карт. Изучено распределение хрома, молибдена и установлено, что А-сегрегация находится в центральной части слитка. Далее автор представил результаты физического моделирования кристаллизации металла. В качестве физической модели использован раствор  $\text{NH}_4\text{Cl}-\text{H}_2\text{O}$ , который был заморожен жидким азотом в прозрачной форме, служившей моделью кристаллизатора. Данная физическая модель иллюстрировала процесс кристаллизации и формирования столбчатой структуры. Также Э. Пикеринг в своей работе провел сравнение результатов исследования карт распределения А-сегрегации в реальном 12-тонном стальном слитке и карт, полученных на основании математического моделирования, и сделал выводы, что существующие системы компьютерных программ имеют ряд ограничений для прогнозирования химической и структурной неоднородностей в слитках. Использование комплекса физического, математического и натурального экспериментов дает возможность более полно оценить вероятность образования тех или иных дефектов в крупных слитках.

Необходимо отметить ряд докладов, которые вызвали повышенный интерес у всех участников конференции.

Это результаты, представленные Эстель Баумбах (Saarschmiede, Германия совместно с Rolls-Royce, Великобритания) о производстве слитка ЭШП из никелевого сплава Inconel 600 диаметром 1300 мм, высотой 6600 мм и весом 70 т, из которого были произведены диск диаметром 2225×560 мм, кольцо диаметром 2250/1893×2080 мм и 2 диска диаметром 2280×80 мм. В другом докладе компании «Saarschmiede» впервые представлены результаты по выплавке слитка ЭШП из никелевого сплава Inconel 600 массой 103 т и диаметром 1600 мм.

Новый процесс производства крупных поковок — аддитивную ковку представили ученые Института исследований металла Китайской академии наук (КНР). Этот процесс включает несколько этапов формирования крупных поковок: выплавку слябов на машине непрерывного литья заготовок; очистку поверхности слябов; электронно-лучевую сварку в вакууме слябов (плит) между собой для формирования послойной заготовки заданных габаритных размеров; термическую обработку слоистой заготовки; компрессионную деформацию (усадку); непосредственную ковку изделия. В качестве слябов после непрерывной разливки использовали плиты размером 370×1400×1500 мм

из стали 16Mn (17ГС). Сварная заготовка имела габаритные размеры 1400×1500×1700 мм и весила 28 т. В результате завершающего этапаковки получен ротор длиной 6,5 м. В докладе представлены данные комплексных исследований качества металла ротора по всей его высоте, полученного аддитивной ковкой, которые подтвердили химическую и структурную однородность металла, а также высокий уровень прочностных характеристик.

Урлих Бебрихер (ALD, Германия) представил результаты разработки автоматической системы контроля вытяжки слитка на печах ЭШП со сменой электродов. Разработанная система позволяет получать информацию на основании температурного распределения плотности расплавленного флюса по высоте кристаллизатора и осуществлять визуальный контроль за формированием корки шлакового гарнисажа внутри него. Информация о плотности расплавленного шлака может использоваться для оптимизации потребляемой энергии во время смены электрода, чтобы избежать перегрева. Установлена зависимость плотности расплавленного флюса от скорости плавки. Полученные данные о плотности расплавленного шлака могут быть использованы и для других процессов моделирования.

Сотрудники компании «Böhler Special Steel» представили результаты по разработке новой генерации роторных сталей MARBN. Это стали с содержанием 9 % Cr мартенситного класса, упрочненные нитридом бора, для кованых элементов в электростанциях, которые высокоустойчивы к ползучести. В результате использования данной стали рабочая температура увеличивается от 625 до 650 °C. В докладе изложены результаты исследований двух марок сталей с добавлением бора: FB2-2-LN и NPM1-LN. Из этих сталей были отлиты слитки (3,5 т) с последующей вакуумной обработкой. Вакуумная обработка позволила удалить нежелательные элементы (углерод, водород, кислород) и обеспечить точный подбор содержания легирующих. Полученный слиток подвергли ковке и разделили на две заготовки (цилиндрическую диаметром 180 мм, длиной примерно 7 м и квадрат шириной 240 мм, длиной приблизительно 3,5 м). Для круглой заготовки это была заключительная стадия перед термической обработкой и называлась в докладе «обычной» технологией получения из-за отсутствия процесса повторного плавления. Квадратную заготовку использовали в качестве электрода для электрошлакового переплава в защитной атмосфере. По сравнению с «обычной» технологией получения процесс с повторным ЭШП в защитной атмосфере позволяет уменьшить сегрегацию, удалить неметаллические



включения, исключить поры и обеспечивает направленную кристаллизацию структуры в слитке с высокой степенью чистоты. Оба слитка по двум технологическим цепочкам были подвергнуты термообработке и прошли ультразвуковой контроль. Результаты исследований показали возможность использования данных сталей при повышенных рабочих температурах, а также высокие показатели устойчивости к ползучести.

Дэйтер Бокелман (Saarschmiede, Германия) сделал исчерпывающий обзорный доклад о последних тенденциях и актуальных направлениях в работе конференции. Он отметил, что в 2017 г. по результатам конференции опубликовано 145 статей. Наибольшее количество статей 29 и 30 по направлениям «Процессы симуляции и моделирования» и «Оборудование, инвестиции и разработки» соответственно. По 10 статей представлено в разделах «Производство стали» и «Переплавные процессы». В разделах «Никелевые сплавы для энергетики»



Участники конференции Л. Б. Медвар и А. А. Полишко

и «Специальные сплавы» — по 9 статей, более 10 докладов — по неразрушающему контролю. Д. Бокелман отметил, что на сегодняшний день высокое качество слитков для сосудов высокого давления, применяемых в энергетике, может обеспечить только ЭШП. Для производства высококачественных никелевых сплавов рекомендуется ЭШП, ЭШП в защитной атмосфере, ВИП, ВДП.

Доклад «Процесс ЭШП как способ аддитивного производства для крупных слитков и метаматериалов: опыт и перспективы» (Л. Медовар, А. Стовл-

ченко, А. Полишко, ИЭС, Украина) вызвал большой интерес среди участников конференции.

Организаторы конференции поблагодарили ее участников за высокий уровень представленных работ и пригласили на 21-ю Международную конференцию «International Forgemasters Meeting», которая состоится в 2020 г. в Китае.

Необходимо отметить хорошую организацию конференции. Созданная рабочая обстановка способствовала развитию тематических дискуссий и установлению научных контактов между металлургами и материаловедами.

*А. А. Полишко*

## СЕМИНАР «ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ»



11 января 2018 г. в Институте электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины (г. Киев) состоялся научно-технический семинар, посвященный новым материалам, в работе которого приняли участие более 50 человек. Семинар проводил заместитель директора по научной работе Института металлофизики им. Г. В. Курдюмова НАН Украины, д-р физ.-мат. наук Г. С. Фирстов. Георгий Сергеевич выступил с докладом, в котором рассказал, как исторически развивались представления об эффекте памяти формы, который неразрывно связан с явлением термоупругого равновесия фаз при мартенситном превращении. Показано, что такие современные промышленные сплавы с памятью формы, как никелид титана или сплавы на основе меди были довольно широко опробованы в различных устройствах (от товаров широкого

потребления до аэрокосмической отрасли). Тем не менее, на сегодняшний день единственным бизнес успешным направлением применения материалов с памятью формы остается практически исключительно медицина. Определенная стагнация при внедрении связана с недостаточной стабильностью, вызванной пластической деформацией, сопровождающей эффект памяти формы. Преодоление таких негативных тенденций возможно при переходе к новым направлениям развития рассмотренных функциональных материалов. Среди таких направлений остается важным медицинское, а также создание новых материалов с магнитной памятью формы и многокомпонентных сплавов с высокой энтропией смешения для других целей. Показано, что многокомпонентный подход в силу качественных изменений в электронной и кристаллической структуре при разработке новейших материалов с памятью формы позволяет подавить процессы пластической деформации, замедлить диффузию и обеспечить стабильный эффект памяти формы в широком температурном интервале (до 1000 К) с высоким уровнем совершаемой работы (до 10 Дж/см<sup>3</sup>). Таким образом, можно ожидать возобновления интереса со стороны промышленных лидеров к применению сплавов с эффектом памяти формы не только в медицине, но и в аэрокосмической отрасли, автомобилестроении, добывающей промышленности, энергетике (в том числе ядерной) и других.

*А. Ю. Туник*

## К 90-летию академика Б. А. Мовчана



9 января 2018 г. исполнилось 90 лет выдающемуся ученому в области материаловедения и специальной электрометаллургии, основателю научной школы получения новых материалов с помощью электронно-лучевой технологии испарения и конденсации в вакууме (ЕВ-РВД), академику Национальной академии наук Украины, заслуженному деятелю науки и техники Украины Борису Алексеевичу Мовчану.

После окончания в 1951 г. Киевского государственного университета им. Т. Г. Шевченко по специальности «Металлофизика» вся трудовая и научная деятельность Б. А. Мовчана неразрывно связана с Институтом электросварки им. Е. О. Патона.

Начав свою трудовую деятельность на должности научного сотрудника, уже в 1960 г. Б. А. Мовчан руководил научным отделом электронно-лучевых технологий Института, а с 1994 г. возглавил основанный им «Международный центр электронно-лучевых технологий ИЭС им. Е. О. Патона» (МЦ ЭЛТ). С 2003 г. и по настоящее время Б. А. Мовчан работает научным консультантом в отделе парофазных технологий неорганических материалов Института электросварки им. Е. О. Патона и МЦ ЭЛТ.

В 1954 г. Борис Алексеевич защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата, в 1961 г. — доктора технических наук. В июне 1964 г. избран членом-корреспондентом, а в марте 1978 г. — академиком Академии наук УССР по специальности «Материаловедение и прочность материалов».

Б. А. Мовчан получил известность и международное признание как в области исследования взаимосвязей структуры и свойств неорганических материалов (аморфных, нанокристаллических, дисперсно-упрочненных, микрослойных, микро-

пористых) и защитных покрытий, осаждаемых из паровой фазы в вакууме, так и в реализации разработанных технологических процессов и нового электронно-лучевого оборудования.

Б. А. Мовчан автор более 380-ти научных публикаций, 120-ти патентов и 7-ми монографий. Большое внимание Борис Алексеевич всегда уделял подготовке научных кадров. Под его руководством подготовлено 68 кандидатов и докторов технических наук. Он является членом редколлегии журнала «Современная электрометаллургия» с момента его основания (1975 г.) и по сей день, а также других научных журналов.

По инициативе Б. А. Мовчана и его активном участии созданы такие совместные предприятия, как украинско-голландское «Интертурбина-Патон» (1992 г.) и украинско-американское «Пратт энд Уитни-Патон» (1993 г.). В 1994 г. создано государственное предприятие «Международный центр электронно-лучевых технологий ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины» (МЦ ЭЛТ), которое продолжает разработку новых электронно-лучевых технологий и оборудования как для зарубежных заказчиков из США, КНР, Канады, Англии, так и для украинских, среди которых НПО «Зоря»–«Машпроект» (г. Николаев) и ЗМКБ «Прогресс» (г. Запорожье). Наряду с созданием новых технологий Б. А. Мовчан разрабатывает и соответствующее электронно-лучевое оборудование для получения новых материалов и нанесения защитных покрытий. Под его руководством спроектированы и изготовлены 96 электронно-лучевых установок различного назначения.

Трудовая и научная деятельность Бориса Алексеевича Мовчана отмечена рядом высоких правительственных наград, среди которых Государственная премия УССР в области науки и техники, два ордена Трудового Красного знамени, Ленинская премия за работы в области электронно-лучевых технологий, орден Ленина, премия Е. О. Патона НАН Украины. За весомый вклад в развитие отечественной науки и упрочнения научно-технического потенциала Украины Б. А. Мовчан награжден орденом «За заслуги» III степени, орденом Ярослава Мудрого V степени, ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки и техники».

Заслуги Мовчана Б. А. отмечены также зарубежными почетными дипломами и премиями. В Китае ему вручен Почетный диплом Министерства авиационной промышленности КНР и присвоено почетное звание профессора Пекинского

университета аэронавтики и космонавтики. В США получены два диплома Американского вакуумного общества, а в 2016 г. вручена премия им. Р. Ф. Банши «За новаторские работы в области электронно-лучевого испарения и деятельность руководителя и наставника на трех континентах на протяжении 60 лет».

Свое 90-летие академик Б. А. Мовчан встретил на рабочем месте в МЦ ЭЛТ, продолжая исследования по созданию новых металлоорганических

твердо- и жидкофазных композитов с наночастицами, осаждаемыми способом EB-PVD, с целью их последующего применения в медицине и фармацевтике.

От всей души поздравляем юбиляра, желаем ему крепкого здоровья и дальнейших творческих успехов в его очень важном для страны деле.

*Институт электросварки  
им. Е. О. Патона НАН Украины  
Международный центр электронно-лучевых технологий  
Редколлегия журнала «Современная электрометаллургия»*

**НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ім. Є. О. ПАТОНА НАНУ  
МІЖНАРОДНА АСОЦІАЦІЯ «ЗВАРЮВАННЯ»**

**Міжнародна конференція  
ЗВАРЮВАННЯ ТА СПОРІДНЕНІ ТЕХНОЛОГІЇ –  
СЬОГОДЕННЯ І МАЙБУТНЄ**

**Присвячується 100-річчю  
Національної академії наук України**

5 – 6 грудня, 2018 р.  
Україна, м. Київ

**Голова:  
академік НАН України Л. Лобанов**

**НАУКОВІ НАПРЯМКИ КОНФЕРЕНЦІЇ**

- Технології, матеріали і обладнання для зварювання і споріднених процесів
- Неруйнівний контроль і технічна діагностика
- Міцність зварних конструкцій, теоретичні та експериментальні дослідження напружено-деформуючих станів та їх регулювання
- Інженерія поверхні
- Вдосконалення зварних конструкцій, автоматизація їх розрахунку і проектування, оцінка і подовження ресурсу
- Зварювання в медицині – технології, обладнання; наноматеріали і нанотехнології
- Нові конструкційні матеріали
- Проблеми екології зварювального виробництва
- Спеціальна електрометалургія
- Стандартизація, сертифікація продукції зварювального виробництва, підготовка і атестація спеціалістів

ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАН України,  
вул. Казимира Малевича (Боженка), 11,  
м. Київ, 03150  
тел.: (38044) 200-60-16; 200-47-57  
факс: (38044) 528-04-86  
E-mail: office@paton.kiev.ua  
www.paton.kiev.ua | www.patonpublishinghouse.com

## НАШИ ПОЗДРАВЛЕНИЯ!



*Коллектив Института электросварки  
им. Е. О. Патона НАН Украины  
и редколлегия журнала  
«Современная электрометаллургия»  
поздравляют **Виталия Васильевича Кныша**  
и **Виктора Александровича Шаповалова**  
с избранием в члены-корреспонденты НАН Украи-  
ны. Желаем им доброго здоровья, счастья, новых  
достижений и дальнейших творческих успехов!*



В. В. Кныш — 1952 г. рождения, закончил Киевский государственный университет им. Т. Г. Шевченко; с 1978 г. работает в Институте электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины; с 2013 г. — заведующий отделом прочности сварных конструкций; защитил кандидатскую диссертацию в 1982 г., докторскую — в 2012 г.; профессор, лауреат Государственной премии Украины (2015 г.).

В. В. Кныш — известный ученый в области прочности материалов и сварных конструкций. Его основные работы посвящены исследованию сопротивления усталости и циклической трещиностойкости сварных соединений конструкционных сталей и алюминиевых сплавов, оценке остаточного ресурса сварных элементов металлоконструкций, содержащих усталостные трещины, и разработке конструктивно-технологических способов повышения циклической долговечности сварных соединений на стадиях накопления повреждений и развития усталостных трещин.

В. В. Кнышом на основе подходов механики разрушения развиты методы расчетного определения циклической долговечности сварных элементов металлоконструкций, которые содержат усталостную трещину. В его работах предложены и экспериментально обоснованы трехпараметрические кинетические уравнения для скорости роста поверхностных и сквозных усталостных трещин в конструкционных материалах, которые вместе с размахом коэффициента интенсивности напряжений содержат в явном виде коэффициент асимметрии цикла нагружения. На основе этих уравнений разработан метод расчетного определения циклической долговечности сварных элементов конструкций из условий развития усталостной трещины в неоднородных полях остаточных напряжений растяжения.

В. В. Кныш автор свыше 130 научных трудов, в том числе двух монографий и семи патентов Украины, США и Канады.

В. А. Шаповалов — 1950 г. рождения, закончил Ворошиловоградский машиностроительный институт; с 1978 г. работает в Институте электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины; в 1984 г. защитил кандидатскую диссертацию (2003 г.) — докторскую в области плазменно-шлаковой металлургии; в настоящее время заведующий отделом, лауреат Государственной премии Украины (2013 г.), лауреат премии им. Е. О. Патона НАН Украины (2017 г.).

В. А. Шаповалов — известный специалист в области материаловедения и специальной электрометаллургии. Его научные работы тесно связаны с созданием электрометаллургических технологий, получением материалов в различных кристаллических состояниях (от быстрозакаленных материалов до монокристаллов) и исследованиями их структурообразования. Особенно необходимо выделить его работы по материаловедению и металлургии, которые касаются плазменно-индукционного выращивания и исследования монокристаллов вольфрама и молибдена. Выращивание сверхбольших монокристаллов тугоплавких металлов стало возможным в результате сочетания нескольких факторов: совместного использования плазменно-индукционного нагрева и формирования монокристалла путем послыонного наращивания за счет перемещения локальной металлической ванны — типичная 3D технология (аналогов в мире нет).

Впервые в мире В. А. Шаповалов решил проблему выращивания крупных ориентированных монокристаллов вольфрама и молибдена с более совершенной структурой и улучшенными физико-механическими свойствами. Он получил и исследовал большие профилированные монокристаллы тугоплавких металлов в виде пластин, используемых для изготовления зеркал сверхмощных лазеров, тел накаливания приборов светотехники, экранов в рентгеновских оптических приборах, анодов мощных рентгеновских ламп, мишеней для распыления.

Результаты научных исследований Шаповалова В. А. нашли отражение в более чем 200 научных работах, в том числе двух монографиях, двух учебниках, 38-ми авторских свидетельствах и патентах.

## Формирование изделий с помощью 3D технологии

Специалисты компании «Voestalpine Böhler Welding» воспользовались уникальной возможностью — выставкой «Schweißen & Schneiden 2017», чтобы продемонстрировать свои достижения в области 3D печати с использованием сварочных проволок. Под торговой маркой Böhler Welding представлен инновационный ассортимент специализированных электродных материалов для 3D печати, разработанный на основе металлургического опыта и ноу-хау в области сварки и наплавки.

Аддитивное производство с помощью дуговой наплавки проволочными материалами — Wire Arc Additive Manufacturing (WAAM), как официально называется эта революционная технология, быстро развивается как гибкая и экономичная технология для создания компонентов (изделий) из специальных сплавов с учетом предъявляемых требований. В технологии используется автоматическая электродуговая сварка для создания любой желаемой формы изделия путем нанесения слоя наплавленного валика на предыдущий слой. Процесс WAAM может быть полностью автоматизирован от разработки идеи детали до ее изготовления в среде ком-



пьютерного проектирования, что сокращает время производства и объем человеческого вмешательства, необходимых для изготовления каждого нового продукта.

Задача WAAM заключается в создании сложных металлических изделий с хорошей геометрической точностью, требующих минимальной обработки, из различных материалов и без потери их при производстве. Это предъявляет высокие требования к проволочному электроду с точки зрения обеспечения согласованных характеристик сварки, таких как подача проволоки, стабильность горения дуги, смачивающих свойств металла и контроля разбрызгивания. Новый критерий в металлургической экспертизе — необходимость сбалансирования химического состава таким образом, чтобы изделия, изготовленные WAAM, приобретали желаемые механические и химические свойства в условиях сварки, подобные микрообъемному литью.

Инновационный ассортимент Böhler Welding 3Dprint состоит из высококачественных сплошных и порошковых проволок с превосходным качеством поверхности и сварочными характеристиками, необходимыми для стабильного процесса 3D печати. Доступные химические составы проволок покрывают широкий спектр низко- и

среднелегированных сталей, различных типов нержавеющей сталей, включая дуплексные стали, сплавы на основе никеля, титана и алюминия.

**Дополнительная информация  
о номенклатуре проволок Böhler Welding 3Dprint:  
<http://voestalpine.com/welding/ru>**